Barcode : 99999990292918
Title - Arvacinam Jyotirvijnanam
Author - Sahaya,.Ramanatha
Language - sanskrit
Pages - 334
Publication Year - 1964
Barcode EAN.UCC-13



SAMPURNANANDA GRANTHAMALA

Vol 4

GENERAL EDITOR —

Kshetresachandra Chattopadhyaya
Director, Research Institute,
Varanaseya Sanskrit Vishvavidyalaya,
Varanasi



ARVACINAM JYOTIRVIJÑĀNAM

by

Ramanatha Sahāya ,

VARANASI
1964

Published by —
Director, Research Institute,
Varanaseya Sanskrit Vishvavidyalaya,
Varanasi

Printed by—
Baladeva Das
Sansar Press (Private) Ltd.
Kashipura, Varanasi.

सम्पूर्णानन्द-ग्रन्थमाला

(४)

अर्वाचीनं ज्योतिर्विज्ञानम्

श्रीरमानाथसहायेन विरचितम्

प्रकाशितं

वाराणस्याम्

१८८६ तमे शकाब्दे

प्राप्तिस्थानम्—
प्रकाशनविभागः
वाराणसेयसंस्कृतविश्वविद्यालयः
वाराणसी—२

मूल्यम्—त्रयोदश रूप्यकाणि

विज्ञप्तिः

ज्योतिषा परमं ज्योति-
ध्यात्वैव ब्रह्म शाश्वतम् ।
पाश्चात्त्यज्योतिषग्रन्थं
प्रकाशयाम्यहं मुदा ॥

रमानाथसहायस्तु
संस्कृताध्यापको बुधः ।
गणिताङ्गोऽस्य कर्तास्ति
सच्छ्रीवास्तववंशजः ॥

पुस्तकं बहुचिन्ताढ्यं
सुष्ठु स्वार्थप्रबोधकम् ।
अर्वाचीनं समाख्यातं
ज्योतिर्विज्ञानम् अस्य वै ॥

लिखितं पुस्तकमेतत्
प्रदेशशासनाशया ।
ज्योतिःशास्त्रमधीयानां-
च्छात्रान् संबोधयिष्यति ॥

इत्याशाप्रेरितेनैव
क्षेत्रेशचन्द्रशर्मणा ।
सम्पूर्णानन्दमाढ्यायां
चतुर्थं सुमनो हितम् ॥

PRESENTED BY
Ministry of education
..... Govt of India.

भूमिका

सुविदितमेव विदुषामेतत् तथ्यं यदमरभारतीकोषोऽस्माकं विविधविषय-रचनासम्भृतः। ज्यौतिषं शास्त्रं नूनं पूर्वेषामेकः प्रमुखविषयोऽभवदिति वेदेषु लब्धै-र्ज्योतिर्विज्ञानसंकेतैः स्पष्टं प्रतीयते। वेदाङ्गेष्वपि तस्योपलब्धिः प्रत्यापयति पुरातन-महत्तामस्य शास्त्रस्य। कृतज्ञाश्च वयं पूर्वेषामृषीणाममीषां ये नस्तद् व्याचचक्षिरे ज्ञानम्। अध्ययनपरम्परा चास्योत्तरोत्तरविकासोन्मुखी नवनवगवेषणार्थं प्राणुद-द्विदुषो ये प्रयत्नसहस्रैरेधयन् विषय-परिष्कारं शास्त्रस्याय। परं दूयते हृदयं नितरां मध्ययुगीनानामालोक्यौदासीन्यमस्मिन्विषये पण्डितम्मन्यानां यैः 'पारङ्गता वयं ज्योतिःशास्त्रस्य, न किञ्चिदप्यन्यज्ज्ञातव्यमिति' विचार्य वेधनादिकार्यमुपेक्षितं सर्वथा। एवञ्च वैदिककालादविच्छिन्नं प्रस्रवन्तीयं ज्ञानस्रवन्ती मरुभूमावकर्मण्य-तामा अशुष्यत। पाश्चात्त्यविद्वांसस्तु प्राचीनयवनज्योतिर्विद्यायाः संवर्धने रता उत्कृष्टो-त्कृष्टतरनूतनयन्त्राणां परिष्कृतगणितादिविज्ञानसिद्धान्तानाञ्च साहाय्येन मध्य-युगादारभ्याद्यपर्यन्तम्। प्रशंसनीयास्ते यशोभाजोऽमरपुत्राः सरस्वत्याः।

हीनामवलोक्य दशां संस्कृतज्ञानां ज्यौतिषशास्त्रविद्यार्थिनां साम्प्रतं वेधशाला-यन्त्रादिकाभावे राज्याधिकारिणः उत्तरप्रदेशस्य नैनीतालनगरे वेधशालामेकामिदानी-न्तनयन्त्रादिसुसज्जितां कारयामासुः। तेषामेव चादेशेनामस्वाण्यामियं रचना कृता संस्कृतविद्यार्थिनां सुबोधाय दुरूहानां ज्योतिर्विज्ञानप्रयुक्तयन्त्रसिद्धान्तादीनां शास्त्र-विषयस्य च। विषयप्रतिपादनञ्चैवं पृथक् पृथक् कृतम्—खगोलः, पृथिवी, चन्द्रः, ग्रहणानि, सूर्यः, ग्रहविषयकसिद्धान्ताः, ग्रहाः, बुधादयः, धूमकेतवः। पुनश्चैवम्—वेध-शाला, नक्षत्रमण्डलम्, नक्षत्रम्, द्विकादयः, विकारिनक्षत्राणि, नक्षत्रतत्त्वकाः, नीहारिकाः, आकाशगङ्गा, अत्याकाशगङ्गासंस्थानानि, सृष्टिसिद्धान्ताश्च।

ग्रन्थरचनायामस्माकं प्रथमं लक्ष्यं विषयस्य सुस्पष्टतया प्रतिपादनं द्वितीयञ्चा-ध्ययनाभिलाषिणामायासापनयनम्। विषय एव गणितादिशास्त्रसिद्धान्तानां भौतिका-ज्ञानमपेक्षते। तथा चेदानीं हिन्दीभाषाया एतावान् प्रचारो यत्तस्या एवानुरूपाऽ-संश्लिष्टपदा समासविरला रीतिर्यत्रहार्या संस्कृतभाषायाम्। अतोऽस्माभिरल्पवृत्तिरेव रीतिः समादृता; नास्माकमभिमताऽनुप्रासयमकादीनां चमत्कृतिर्न च श्रुतिमधुर-सुललितपदावल्या विच्छित्तिर्नापि च प्रभूतपर्यायप्रयोगाणां भङ्गी। सौकर्यार्थञ्च विद्यार्थिनां सन्धयोऽपि नातिमात्रं प्रयुक्ताः। विभक्तिवचनपुरुषादीनां झटिति बोधः स्यादित्यभिप्रेत्यास्माकं प्रयत्नः। तदेतज्ज्ञात्वा बुधाः प्रमाणम्।

—रमानाथसहायः

विषय-सूची

भूमिका	क
विषयसूची	ग
चित्रणा विषयसूची	ङ
चित्रसूची	ट
सारिणीसूची	ढ
१. खगोलः	१
२. पृथिवी	१२
३. चन्द्रः	५१
४. ग्रहणमाच्छादनं सङ्क्रमणञ्च	७७
५. सूर्यः	९५
६. ग्रहाः—ग्रहगतिविषयकसिद्धान्ताः	११५
७. ग्रहाः—बुधादयः	१३०
८. धूमकेतुः, उल्लादयः	१६२
९. वेधशाला, यन्त्राणि च	१७३
१०. नक्षत्रमण्डलानि	१९५
११. नक्षत्राणि	२१२
१२. द्विकानि, विकारिनक्षत्राणि च	२३१
१३. नक्षत्रतारकाः, नीहारिकाश्च	२५६
१४. आकाशगङ्गासंस्थानम्	२६६
१५. अल्लाकाशगङ्गासंस्थानानि	२७४
१६. सृष्टिः	२८५
उपसंहारः	२९२
परिशिष्टानि [अ] शब्दसूची—१. पारिभाषिकशब्दानाम् आङ्गलसंस्कृतपर्यायसूचिका	२९५
संस्कृताङ्गलपर्यायसूचिका	३०५
२. ज्योतिर्विदां नाम्नां सूची	३१६
३. ग्रहाणां नाम्नां प्रमुखनक्षत्राणाञ्च सूची	३१८
[आ] भौगर्णमाला	३२०
[इ] प्रमुखज्योतिरस्थिराङ्काः	३२१

—*—

विस्तृता विषयसूची

१-१२

प्रथमोऽध्यायः। खगोलः।

१·१ खगोलः। १·२ खगोलीयक्षितिजं स्वस्तिकञ्च। १·२१ दर्शकस्थित्यनुसारं खगोलीयक्षितिजं परिवर्तते। १·३ खगोलीयनियामकाः (१) दिगंशोन्नतांशपद्धतिः। १·३१ दिगंशकोटि-उन्नतांशाः। १·४ खगोलीयनियामकाः (२)—विषुवद्वृत्तक्रान्त्यंश-पद्धतिः। १·४१ नियामकपद्धतिः। १·५ खगोलीयनियामकाः (३)—होरावृत्त क्रान्त्यंश पद्धतिः। १·५१ अहोरात्रवृत्तानि। १·६ खगोलीयनियामकाः (४)—खगोलीयाक्षांश-रेखांशपद्धतिः। १·६१ नियामकपद्धतिः। १·७ विभिन्ननियामकाना प्रयोगस्थलानि॥

१३-५०

द्वितीयोऽध्यायः। पृथिवी कालविभागश्च।

२·१ पृथिव्या आकारः। २·११ पृथिव्या ध्रुवनिम्नता। २·१२ ध्रुवनिम्नतायाः मानम्, पृथिव्या व्यासदत्त। २·२ पृथिव्या अक्षभ्रमणम्। २·२१ अक्षभ्रमणस्य प्रमाणानि। २·२२ अक्षभ्रमणवेगः अक्षभ्रमणकालश्च। २·२३ अक्षभ्रमणवेगे अक्षभ्रमणकाले वा परिवर्तनानि। २·२४ परिवर्तनकारणानि। २·२५ पार्श्वध्रुवयोः (सुमेरुकुमेर्योः) प्रतीयमान-विचलनम्। २·३ पृथिव्याः परिक्रमणम्। २·३१ प्रमाणानि। २·३२ परिक्रमणमार्गः (भूकक्षा)। २·४ ऋतवः। २·४१ ऋतूनां कालावधयः। २·४२ ऋतुकारणम्। २·४३ कथं ऋतुश्चिरायते? २·५ वायुमण्डलम्। २·५१ वायुमण्डलस्य त्रयः स्तराः। २·५२ प्रकाशकिरणानां वर्तनक्रिया। २·५३ वेधेषु वर्तनजनितसंस्काराः। २·५४ वायुमण्डले किरण वर्तनस्य प्रभावाः। २·६ अयनगतिः। २·६१ पृथिव्या अयनगतिः। २·६२ अयनगतेः कारणम्। २·६३ अयनगतेः परिणामाः। २·६४ अक्षविचलनम्। २·६५ मार्गच्युतिः। २·७ पृथिव्या आयुः। २·८ कालविभागः। २·८१ नाक्षत्रकालः। २·८२ स्पष्टसौरकालः। २·८३ मध्यमसौरकालः। २·८३१ पूर्वाह्णमध्याह्नावधिरपराह्णमध्यरात्रावधिश्च। २·८३२ वास्तवसौर-करणकलम्। २·८४ स्थानीयकालः। २·८५ प्रामाणिककालः। २·८६ आन्तराष्ट्रिय-दिनाङ्करेखा॥

५१-७६

तृतीयोऽध्यायः। चन्द्रः।

३·१ चन्द्रस्य दूरत्वम्। ३·११ दूरत्वनिर्धारणम्। ३·१२ चन्द्रदूरत्वनिर्धारणम्। ३·१३ लम्बनम्। ३·१४ लम्बनदूरत्वसम्बन्धः। ३·१५ चन्द्रस्य लम्बननिर्धारणम्। ३·१६ चन्द्रदूरत्वमानम्। ३·२ चन्द्रस्य व्यासादयः। ३·२१ चन्द्रव्यासमानम्। ३·२२ चन्द्रस्य पिण्डमात्रा। ३·२३ चन्द्रस्य घनत्वम्। ३·३ चन्द्रस्य परिक्रमणम्। ३·३१ चन्द्रस्य सूर्यं परितो भ्रमणम्। ३·३२ चन्द्रकलाः। ३·३३ चन्द्रालोकः। ३·३४ भूम आलोकश्चन्द्रपृष्ठे। ३·४ चन्द्रस्य अक्षभ्रमणम्। ३·४१ ह्रासवृद्धिगोलः। ३·५ चन्द्रतले भौतिकवैशिष्ट्यानि।

३·५१

वायुमण्डलम्। ३·५२ जगत्प्रभावः। ३·५३ तापक्रमः। ३·६ चन्द्रपृष्ठनिर्देशानि। ३·६१ चान्द्रसमुद्राः। ३·६२ चान्द्रज्वालागिरिमुखानि। ३·६३ चान्द्रपर्वताः। ३·६४ गर्ता पृष्ठाश्च। ३·७ रवेर्गोले चन्द्रस्य मार्गः। ३·७१ राहुकेतू। ३·७२ चन्द्रगतिस्थिरभ्रान्तां चक्रम्। ३·७३ चन्द्रस्य स्थितिनिर्णयः। ३·८ आच्छादनानि। ३·९ चन्द्रस्य उत्पत्तिः॥

चतुर्थोऽध्यायः। ग्रहणम् आच्छादनं संक्रमणश्च। ७७·१४

४·१ ग्रहणाध्ययने प्रयुक्ताः प्रक्रियानियमाः। ४·२ चन्द्रग्रहणम्। ४·२१ कारणम्। ४·२२ चन्द्रग्रहणभेदाः। ४·२३ भूछायामतिक्रमणम्। ४·२४ चन्द्रकक्षाया भूमध्यासानयनम्। ४·२५ भूमादैर्घ्यम्। ४·२६ ग्रहणस्थितिकालः। ४·३ सूर्यग्रहणम्। ४·३१ कारणम्। ४·३२ सूर्यग्रहणभेदाः ४·३३ चन्द्रछाया अतिक्रमणम्। ४·३४ चन्द्रभाध्यासस्य चन्द्रभादैर्घ्यस्य चानयनम्। ४·४ सूर्यचन्द्रग्रहणानि। ४·४१ सूर्यग्रहणचन्द्रग्रहणयोस्तुल्या। ४·४२ ग्रहण सम्भावना। ४·४३ एकस्मिन् वर्षे ग्रहणानां संख्या। ४·४४ ग्रहणावृत्तिचक्रम् (सैरोस)। ४·६ आच्छादनं संक्रमणश्च। ४·६१ आच्छादनम्। ४·६२ बुधशुक्रयोः संक्रमणानि॥

पञ्चमोऽध्यायः। सूर्यः। ९१·११४

५·१ सूर्यस्य भुवो दूरत्वम्। ५·११ दूरत्वनिर्धारणम्। ४·१२ शुक्रसंक्रमणविधिः। ५·१३ भौमदूरत्वविधिः। ५·१४ एरोसदूरत्वविधिः। ५·१५ भूचलनसिद्धान्तेन (मार्गच्युतिसिद्धान्तेन) ५·१६ डाल्टनसिद्धान्तेन। ५·२ परिमाणाढ्यः। ५·२१ सूर्यस्य परिमाणम्। ५·२२ सूर्यस्य पिण्डमात्रा, घनत्वम्, गुरुत्वाकर्षणञ्च। ५·२३ अक्षभ्रमणम्। ५·३ सूर्यविधानम्। ५·३१ प्रकाशमण्डलम्। ५·३११ कणचिह्नानि। ५·३१२ सूर्यलाञ्छनानि। ५·३१३ सूर्यलाञ्छनचक्रम्। ५·३१४ सूर्यलाञ्छनस्य वर्णच्छनम। ५·३१५ सूर्यलाञ्छनाना चुम्बकीयक्षेत्रत्वम्। ५·३२ वर्णमण्डलम्। ५·३२१ वर्णच्छत्रं सूर्यस्य। ५·३२२ सूर्यस्य रासायनिकतत्त्वानि। ५·३२३ सूर्यरश्मिविश्लेषयन्त्रम् ५·३२४ सौरोलज्वाला ५·३५ सूर्यो जलज्वालाशिखराणि। ५·३३ प्रभामण्डलम्। ५·४ सूर्यस्य प्रकाशस्तापश्च। ५·४१ प्रकाशविकिरणम्। ४·४२ तापविकिरणम्। ५·४२१ सौरस्थिराङ्कः ५·४२२ सूर्ये तापविकिरण मात्रा। ५·४३ सूर्यस्य तापक्रमः। ५·४४ तापविकिरणस्य समस्या॥

षष्ठोऽध्यायः। ग्रहविषयकसिद्धान्ताः। ११२·१२६

६·१ ग्रहनक्षत्रयोर्भेदः। ६·२ ग्रहाणां संख्या। ६·२१ ग्रहाणां संक्षिप्तसामान्यवर्णनम्। ६·३ ग्रहाणां वर्गीकरणम्। ६·४ ग्रहाणां सूर्यात् दूरत्वम्। ६·५१ भगणकालः (परिक्रमणकालः)। ६·५२ युतिकालः। ६·६१ लघुग्रहाणां दृष्टिः कलाश्च। ६·६२ प्रधानग्रहाणां दृष्टिः कलाश्च। ६·७ ग्रहाणां गतिः। ६·७१ ऋजवी गतिः। ६·७२१ लघुग्रहस्य वक्रगतेर्व्याख्या। ६·७२२ प्रधानग्रहस्य वक्रगतेर्व्याख्या। ६·७२३ स्थिरबिन्दवः। ६·८ ग्रहगतिविषयकसिद्धान्ताः। ६·८१ 'टालेमी'सिद्धान्तः। ६·८२ केप्लरनियमाः। ६·८३ ग्रहस्थावृत्तस्य तत्त्वानि। ६·८४ ग्रहस्थावृत्ततत्त्वानां साक्षिणी॥

१३०-१६१

सप्तमोऽध्यायः । ग्रहाः—बुधादयः ।

७·१ बुधः । ७·११ दर्शनम् । ७·१२ परिक्रमणम् । ७·१३ दृष्टिः कलाश्च । ७·१४ अक्षभ्रमणम् । ७·१५ तापक्रमः । ७·१६ वायुमण्डलम् । ७·१७ बुधचन्द्रयोः समानता । ७·१८ बुधनीचस्य च्युतिः । ७·१९ बुधस्य संक्रमणानि । ७·२ शुक्रः । ७·२१ सूर्यं परितः परिक्रमणम् । ७·२२ दृष्टिः कलाश्च । ७·२३ अक्षभ्रमणम् । ७·२४ शुक्रगृहं वायुमण्डलञ्च । ७·२५ तापक्रमः । ७·२६ शुक्रस्य संक्रमणानि । ७·३ भौमः । ७·३१ सर्वानुकूलप्रेक्षणीयता । ७ ३२ परिक्रमणम् । ७·३३ अक्षभ्रमणम् । ७·३४ भौमे ऋतवः । ७ ३५ वायुमण्डलम् । ७·३६ तापक्रमः । ७·३७ पृष्ठचिह्नानि । ७·३८ उपग्रहे । सारिणी । ७ ४ अन्तरग्रहाः । ७·४१ विद्युतीतिहासः । ७·४२ सिलार आकारश्च । ७·४३ परिक्रमणानि । ७·५ गुरुः ७·५१ परिक्रमणम् । ७·५२ अक्षभ्रमणम् । ७·५३ वायुमण्डलं तापक्रमश्च । ७·५४ गुरौ रचना । ७·५५ पृष्ठचिह्नानि । ७·५६ उपग्रहाः । ७·५७ उपग्रहाणा ग्रहणं संक्रमण छायासंक्रमणम् आच्छादनञ्च । ७·५८ उपग्रहग्रहणाना महत्त्वम् । ७·५९ उपग्रहाणा सारिणी । ७·६ शनिः । ७ ६१ परिक्रमणम् । ७·६२ अक्षभ्रमणकालः । ७·६३ वायुमण्डलं तापक्रमश्च । ७·६४ रचना । ७·६५ पृष्ठचिह्नानि । ७·६६ शनिवलयानि । ७·६७ वलयाना कलाः । ७·६८ वलयाना निर्मितिः । ७·६९ शनेरुपग्रहाः । ७·७१ वरुणः (यूरेनस) । ७·७२ इन्द्रः (नेपच्यून) । ७·७३ कुबेरः । ७·८ ग्रहाणां सारिणी ।

१६२-१७२

अष्टमोऽध्यायः । धूमकेतुः, उल्काश्च ।

८·१ धूमकेतवः । ८·११ परिक्रमणमार्गः । ८·१२ धूमकेतोः स्वरूपम् । ८·१३ पुच्छम् उत्पत्तिर्गतयश्च । ८·१४ वर्णच्छटम् । ८·१५ पिण्डमाप, रचना च । ८·१६ धूमकेतूना परिवाराः । ८·१७ धूमकेतूनां वर्गः । ८·१८ प्रसिद्धा धूमकेतवः । ८·२ उल्काः । ८·२१ संख्या । ८·२२ संपातबिन्दुः । ८·३ उल्कापिण्डाः । ८·४ राशिचक्रप्रकाशः ॥

१७३-१९४

नवमोऽध्यायः । वेधशाला यन्त्राणि च ।

९·१ वेधशाला । ९·२ दूरदर्शकयन्त्राणि । ९·२१ प्रकाशकिरणाना नियमाः । ९·२२ वर्तनात्मकदूरदर्शकानि । ९·२३ परावर्तनात्मकदूरदर्शकम् । ९·२४ दूरदर्शकयन्त्रस्य शक्तयः । ९·३ याम्योत्तरवृत्तम् । ९·४ कालाङ्कयन्त्रम् । ९·५ विषुवद्वायदूरदर्शकम् । ९·६ घटिका यन्त्राणि । ९·७ विविधानि यन्त्राणि । ९·७१ किरणसूक्ष्ममापकम् । ९·७२ नतांशदूरदर्शकयन्त्रम् (नताशनलिका) । ९·७३ अट्टालिकादूरदर्शकयन्त्रम् । ९·७४ रश्मिविश्लेषकयन्त्रम् । ९·७५ फोटोकिमरायन्त्रम् ॥

१९५-२११

दशमोऽध्यायः । नक्षत्रमण्डलानि ।

१०·१ नक्षत्रमण्डलानि । १०·२ नक्षत्रमण्डलानां सारिणी । १०·३ नक्षत्रस्थानगणना । १०·४ नक्षत्राणां मानचित्राणि । १०·५ राशिचक्रम् । १०·६ कृत्रिमतारागण्डलग्रहम् ॥

एकादशोऽध्यायः । नक्षत्राणि । २१२-२३८

११·१ नक्षत्राणां भाद्यत्वकोटिः । ११·११ शून्यकोटिः अङ्गकोटयश्च । ११·१२ षष्ठाधिका कोटिः । ११·१३ सूर्येन्द्वङ्गुलाणां कोटिः । ११·१४ सापेक्षिकमाद्यत्वनिश्चयः । ११·२ कोटिभेदाः तेषां निश्चयविधयश्च । ११·२१ (क) चाक्षुषकोटिः । ११·२२ (ख) कोटेर्विषयककोटिः । ११·२३ (ग) कोटेश्चाक्षुषकोटिः । ११·२३१ वर्गमूलकम् । ११·२४ (घ) कोटेर्विद्युत्कोटिः । ११·२५ (ङ) मयार्थकोटिः । ११·२६ नक्षत्राणां सम्मिश्रौज्यत्वम् । ११·२७ नक्षत्राणामौज्यत्वम् । ११·२८ उज्ज्वलानि नक्षत्राणि । ११·३ नक्षत्राणां दूरत्वम् । ११·३१ दूरत्वनिर्धारणविधिः । ११·३२ वार्षिकलम्बनस्य प्रभावः । ११·३८ दूरत्वप्रमापकाणि । ११·४ नक्षत्राणां गतिः । ११·४१ प्रकृता गतिः, केन्द्रीया गतिश्च । ११·४११ प्रकृता गतिः । ११·४१२ केन्द्रीया गतिः । ११·४२ स्वगतिः । ११·४३ सूर्यस्य स्वगतिः । ११·५ परिमाणम् । ११·५१ परिमाणविषयक श्रेणीक्रमः । ११·६१ घनत्वम् । ११·६२ तापक्रमः । ११·७१ नक्षत्राणां वर्णच्छत्रम् । ११·७२ वनस्पतिवर्ग- ॥

द्वादशोऽध्यायः । द्विकनक्षत्राणि विकारिनक्षत्राणि च । २३१-२५४

१२·१ द्विकनक्षत्राणि । १२·११ द्विकनक्षत्राणां भेदौ । १२·१२ द्विकभानिर्धारणम् । १२·१३ द्विकाना परस्परापेक्षिकभागम् । १२·१४ द्विकाना परस्परसम्बन्धस्य द्वे तत्त्वे । १२·१५ माइक्रोमीज्रयन्त्रम् । १२·१६ परिक्रमणमार्गनिर्णय । १२·१७ द्विकाना कक्षातत्त्वानि । १२·१८ द्विकाना पिण्डमात्रा । १२·१९ उदाहरणानि । १२·२ वर्णच्छत्रीयद्विकानि । १२·२१ वेगरेखाचित्रम् । १२·२२ उदाहरणानि । १२·२३ द्विकानामुत्पत्तिः । १२·३ विकाणि । १२·४ बहुकानि । १२·५ विकारिनक्षत्राणि । १२·५१ विकारिनक्षत्राणां भेदाः । १२·५२ प्रकाशरेखाचित्रम् । १२·५३ स्फुरणशीलविकारिनक्षत्राणि । १५·५३१ भेदाः । १२·५३२ वार्षपर्यविकारिनक्षत्राणि । १२·५३३ अर्धनियमितविकारिनक्षत्राणि । १२·५३४ दीर्घकालिक विकारिनक्षत्राणि । १२·५३५ अनियतकालिकविकारिनक्षत्राणि । १२·५३६ स्फुरणस्य कारणम् । १२·५४ विस्फोटशीलविकारिनक्षत्राणि । १२·५४१ नामकरणम् । १२·५४२ ऐतिहासिक नव्यनक्षत्राणि । १२·५४३ प्रकाशपरिवर्तनम् । १२·५४४ विस्फोटकारणम् । १२·५४५ वर्णोज्ज्वम् । १२·५४६ नव्यानक्षत्राणि प्रकाशपरिवर्तनवन्ति च । १२·५५ ग्रहणशील-विकारिनक्षत्राणि । १२·५५१ उदाहरणम् । १२·५५२ प्रकाशपरिवर्तनानि । १२·५५३ प्रकाशमानग्रहणशीलद्विकानि ॥

त्रयोदशोऽध्यायः । नक्षत्रसमूहका नीहारिकाश्च । २५६-२६२

१३·१ नक्षत्रसमूहकाः । १३·११ नक्षत्रसमूहभेदाः । १३·१२१ उदाहरणम् । १३·१२२ दूरत्वनिर्धारणम् । १३·१३ अनियतनक्षत्रसमूहकाः । १३·१३१ दूरत्वनिर्णयः । १३·१३२ स्थितिविभागः । १३·१३३ जीवनकालः । १३·१४ गोलीयनक्षत्रसमूहकाः ।

१३·१४१ उदाहरणानि । १३·१४२ दूरत्वनिर्धारणं स्थितिविभागश्च । १३·१४३ तेषाम् असत्तारासंस्थानस्य अङ्गत्वम् । १३·२ नीहारिका । १३·२१ भेदाः । १३·२२ प्रसृता नीहारिका । १३·२३ ग्रहीयनीहारिका । १२·२४ श्यामा नीहारिका ॥

चतुर्दशोऽध्यायः । आकाशगङ्गासंस्थानम् । २६६-२७३

१४·१ आकाशगङ्गाया भगोले स्थितिः । १४·२ आकाशगङ्गीयनियामकाः । १४·३ आकाशगङ्गाऽण्डस्थानस्य आकारः । १४·४ आकाशगङ्गासंस्थानस्य अक्षभ्रमणम् ॥

पञ्चदशोऽध्यायः । अन्याकाशगङ्गासंस्थानानि । २७४-२८४

१५·१ अन्याकाशगङ्गासंस्थानानां भेदाः । १५·२१ नियतरूपदीर्घवृत्तासारसंस्थानानि । १५·२२ नियतरूपप्रकृतसर्पिलानि संस्थानानि । १५·२३ प्रकृतसर्पिल्याना वर्गाः । १५·२४ नियतरूपावच्छद्धसर्पिलानि संस्थानानि । १५·२५ नियतरूपसंस्थानानां क्रमः । १५·२६ अनियतरूपाणि आकाशगङ्गेतरसंस्थानानि । १५·३१ आकाशगङ्गेतरसंस्थानेषु दृश्यमान-नक्षत्राणि । १५·३२ आकाशगङ्गेतरसंस्थानानां परिमाणानि । १५·३३ वर्गोले संस्थानानां स्थितिविभागः । १५·३३ वर्गोले संस्थानानां स्थितिविभागः । १५·४ स्थानीयसंस्थानसमूहः । १५·५ संस्थानान्तराणि । १५·६ अन्याकाशगङ्गासंस्थानानां केन्द्रीया गतिः । १५·७ विस्तृतं जगत् ॥

षोडशोऽध्यायः । उत्पत्तिः । २८५ २९३

१६·१ सौरमण्डलोत्पत्तिः । १६·११ नीहारिकासिद्धान्तः । १६·१२ 'सूर्यादेव सर्वे ग्रहा जाता' इति धादिना सिद्धान्तः । १६·१३ 'कान्त'—महोदयस्य आप्यवसिद्धान्तः । १६·१४ ग्रहलवसिद्धान्तः 'चेम्बरलेन'—'मूल्टनयोः' । १६·१५ जेन्सीजमहोदयस्य संघात-सिद्धान्तः । १६·१६ नाक्षत्रजोमेन-सिद्धान्तः (१) १६·१७ नाक्षत्रजोमेन-सिद्धान्तः (२) । १६·२ विश्वस्य उत्पत्तिः । १६·२१ नीहारिकागाम् (सर्पिलसंस्थानानां) उत्पत्तिः । १६·२२ नक्षत्रलवसानामुत्पत्तिः । १६·२३ नक्षत्राणामुत्पत्तिः । द्विकानामुत्पत्तिः ॥

चित्रसूची

खगोलः	१	सघनमाध्यमाद् विरलमाध्यम प्रवेशः
भगोलः	२	वेधे वर्तनसंस्कारस्य आवश्यकता
क्षितिज लम्बात्मिकं पूर्वापरादिवृत्तानि	२	सूर्यस्य उदयास्तकाल्योर्दीर्घवृत्तत्वम्
याम्योत्तरवृत्तस्यानापेक्षि	३	"
समकोणाक्षनियामकाः	४	पृथिव्या अयनगतिः
भूगोले नियामकाः	४	पृथिवी भ्रमरवद् भ्रमति
दिगंशोन्नतांशपद्धतिः	५	उत्तरध्रुवस्थानस्यायनवृत्ते चलनम्
सदोदितनक्षत्राणि	६	अयनचलनस्य कारणं सूर्यांकर्षणम्
नाडीवृत्तम्, ध्रुवौ	७	अयनगतिपरिवर्तनानि
विषुवांशक्रान्त्यंशपद्धतिः	७	अक्षविचलनम्
पार्थिवध्रुवे अहोरात्रवृत्तानि	८	मार्गच्युतिसिद्धान्तः
ध्रुवस्योन्नतांशा दृङ्नक्षस्थानापेक्षिणः	८	कालघटिका
विषुवप्रदेशे अहोरात्रवृत्तानि	८	नाक्षत्रदिनम्
अन्यत्र अहोरात्रवृत्तानि	९	कक्षायां भूपरिभ्रमणम्
क्रान्तिवृत्तं कदम्बस्थाने	९	प्राणकालान्तरम्
भोगांशशरांशपद्धतिः	१०	कालसंशोधनम्
पृथिव्या गोलाकारत्वम्	१४	अगम्यवस्तुनो दूरत्वनिर्णयः
गोलत्वमानानयनम्	१५	"
पृथिव्या गोलत्वम्	१६	चन्द्रदूरत्वनिर्धारणम्
फलो महोदयस्य प्रयोगः	१८	भूमध्योपलम्बनम्
सुमेरोः प्रतीयमानचलनम्	२०	क्षितिजलम्बनम्
दीर्घवृत्तरचना	२२	लम्बननिर्धारणम्
शुक्रभ्रमाभासः	२२	चन्द्रव्यासमानानयनम्
चत्वार ऋजवः	२३	चन्द्रस्य सूर्ये परितो भ्रमणम्
विभिन्नतेषु सूर्यस्य दृङ्मण्डलानि	२५	चन्द्रकलाः
औष्ण्यहेत्वे किरणानामार्जवकौटि ल्यापेक्षिणी	२५	चन्द्रालोकमाना
	२५	भुव आलोकश्चन्द्रोपरि
वर्तनस्य द्वे उदाहरणे	२८	अभ्रभ्रमणव्याख्या
वर्तनम्	२८	अक्षांशविषयकदृश्यनाभेदः
विरलमाध्यमात् सघनमाध्यम प्रवेशः	२९	रेखांशविषयकदृश्यनाभेदः

	२९
	३१
	३१
	३२
	३३
	३३
	३४
	३६
	३६
	३७
	३९
	४१
	४२
	४३
	४३
	४३
	५१
	५१
	५२
	५३
	५३
	५४
	५६
	५८
	५९
	६०
	६१
	६२
	६२
	६३

दैनिकदृश्यतामेद	६३	जीमनरेखादन्तुरत्वम्	१०३
चन्द्रस्य छायाचित्रम्	६५	ध्रुवमत्साचित्र	१०४
च द्रस्य मानचित्रम्	६६	ग्राडनहौफरेखा	१०४
चन्द्र	६७	सूर्यस्य वर्णच्छत्रम्	१०५
चन्द्रस्य दक्षिणभाग	६८	सूर्यरश्मिविलेखगृहीतचित्राणि	१०६
चन्द्रे कोपर्निकसज्वालागिरिमुखम्	६९	,,	१०६
चन्द्रे रपनाइसपर्वत	७०	सूर्योन्नत गाग्रशिखरे	१०७
राहुकेतू	७१	,,	१०७
पाश्चिकसंस्कार	७४	सूर्यो-नत नालशिखराणि	१०८
आप्लावाना हेतुश्च द्राकर्षणमेव	७४	प्रभामण्डलम्	१०९
उच्चाप्लावा अत्युच्चाप्लावाश्च	७५	,,	११०
चन्द्रोत्पत्ति	७६	सूर्यतापविकिरणमानानिर्णय	११२
सूचीछिद्रकैमरा	७७	सौरमण्डलम्	११८
अपसृतकिरणपुञ्ज , ससृतकिरणपुञ्जश्च	७८	लघुग्रहस्य दृष्टि	१२०
छाया	७८	प्रधानग्रहस्य दृष्टि कक्षाश्च	१२०
प्रच्छाया उपच्छाया च	७९	ऋजी गति	१२१
चन्द्रग्रहणभेदा	८०	लघुग्रहस्य वक्रगतेर्व्याख्या	१२२
भूमायामतिक्रमणम्	८१	प्रधानग्रहस्य वक्रगतेर्व्याख्या	१२२
चन्द्रकक्षाया भूमाव्यासानयनम्	८२	ग्रहकक्षासु स्थिरबिन्दव	१२३
पूर्णग्रहण वलयाकारग्रहण च	८४	टालेमीरीतसौरमण्डलम्	१२४
सूर्यग्रहणभेदा	८५	गलेलीकृतवक्रगतिव्याख्या	१२५
चन्द्रभाया अतिक्रमणम्	८६	ग्रहकक्षान्तराणि	१२६
चन्द्रभादैर्घ्यानयनम्	८६	ग्रहाणा पारमाणानि	१२७
चन्द्रभाव्यासमानानयनम्	८७	पृथिवीमेणान्तरे बुध	१२१
ग्रहणसम्भावना	८९	बुधनीचस्य च्युति	१३२
,,	८९	बुधस्य सूर्यबिम्बे सञ्चरणम्	१३३
गुरोस्तदुपग्रहणाभिच्छादनम्	९३	शुक्रस्य विभिन्ना कक्षा	१३
शुक्रसंक्रमणविधि	९६	शुक्रदृष्टचिह्नानि	१३६
सूर्यस्य विशालत्वम्	९७	भौमस्य प्रतियोगा	१३८
सूर्यांशुभ्रमणम्	९८	भौमे ऋजुवक्रनिवर्तनानि	१३९
विभिन्नर्तुषु विभिन्नदर्शनानि सूर्यस्य	९९	भौमस्य उपरक्त नीलरोहितोत्तरवर्णयोश्चित्र	१४०
प्रकाशमण्डले कणा	१००	भौमस्य पाण्डुचित्र कलाचित्र च	१४१
सूर्यलाञ्छनानि	१०१	भौमस्य कक्षाचिह्नानि	१४२
सूर्यलाञ्छनचक्रम्	१०२	भौमस्योपग्रही	१४३

अवान्तरग्रहाणां क्रमणचिह्नानि	१४४
एरोस ग्रहः	१४५
गुरोरुपरक्ते नीलश्वेतलोहितोत्तरे चित्रे	१४६
गुरोः संरचना	१४७
गुरौ मेघचिह्नानि	१४८
गुरोश्चत्वारो भासुरा उपग्रहाः	१४९
गुरोश्चत्वारो भासुरा उपग्रहाः	१४९
गुरोरुपग्रहाणां क्रमणादयः	१५०
उपग्रहक्रमणात् प्रकाशगतिनिर्णयः	१५१
शनेः संरचना	१५३
शनेरुल्कायाचित्रम्	१५३
शनेर्वलयत्रयम्	१५४
वलयानां फलाः	१५४,१५५
वरुणस्य पञ्च उपग्रहाः	१५७
इन्द्रः, तदुपग्रहः 'ट्रिटनः'	१५८
निवृतिकाले कुबेरः	१५९
कुबेरस्य कक्षावृत्तम्	१६०
धूमकेतुः १९१० अ	१६३
धूमकेतुः १९४८	१६३
पुच्छनिर्माणम्	१६४
गुरुपरिवारः	१६५
हालिधूमकेतुः	१६६
हालिधूमकेतोर्मार्गः	१६६
धूमकेतु १९२५ द्वितीयस्यौज्ज्वल्ये विकास.	१६७
रजन्या उत्तरार्धे उल्कापतनम्	१६८
उल्कासंघातबिन्दुः	१६९
'एरिजोना' स्थाने उल्कापिण्डपतनं तिरिमुखम्	१७०
वायुचक्रप्रकाशः	१७०
दिवसे इक्षीयदूरदर्शकविलसगोलार्धः	१७४
विभिन्नतालेभ्यः प्रकाशनर्तनम्	१७५
चित्रनिर्माणम्	१७६
चित्रनिर्माणे प्रयुक्ता नियमाः	१७६
अभिदृश्यतालम्	१७७

चक्षुस्तालम्	१७७
वर्तनात्मकदूरदर्शकम्	१७८
नतोदरदर्पणप्रतिबिम्बम्	१७८
न्यूटोनियन-चैमेग्रेनियनविधौ	१७९
याम्योत्तरवृत्तम्	१८१
याम्योत्तरवृत्तम्	१८२
याम्योत्तरवृत्तदृश्यक्षेत्रम्	१८२
कालेङ्कयन्त्रम्	१८३
कालेङ्कफलके चिह्नानि	१८३
विषुवदीयदूरदर्शकम्	१८४
" "	१८५
" "	१८६
स्फटिकघटिकायन्त्रम्	१८७
अग्रालिकादूरदर्शनयन्त्रम्	१८८
रश्मिविश्लेषणयन्त्रम्	१८९
सरश्मिविश्लेषकदूरदर्शकम्	१८९
सक्षेमा दूरदर्शकम्	१९०
विभिन्नोद्दीपनकालेनंशराणां दर्शनानि	१९१
शत इञ्चीयदूरदर्शकम्	१९२
द्विशत इञ्चीयदूरदर्शकम्	१९३
नक्षत्रमण्डलानि	१९५
उत्तरार्धे सदोदितनक्षत्राणि	२०४
शिशिरकालिकनक्षत्राणि	२०५
ग्रीष्मकालिकनक्षत्राणि	२०६
शरत्कालिकनक्षत्राणि	२०७
वसन्तकालिकनक्षत्राणि	२०८
दक्षिणार्धे सदोदितनक्षत्राणि	२०९
कृत्रिमतारामण्डलगृहम्	२१०
षड्विंशद्वीपानि	२१२
भासुरतरस्य नक्षत्रस्याधिको व्यासः	२१५
फोटोफलकस्य वर्णविदोषस्य ग्राहिता	२१५
फोटोमीटरयन्त्रम्	२१७
वार्षिकलम्बनम्	२२१
रेडियनमानम्—दूरत्वनिर्धारणम्	२२२

नाक्षत्रलम्बननिर्धारणम् २२४
वार्षिकलम्बनस्य प्रभावः २२५
प्रौक्तिसमा किन्नरनक्षत्रस्य प्रकृता गतिः २२७
प्रकृता-केन्द्रीया खगतिः २२८
वर्णच्छत्रतुलना २३०
वर्गीयनक्षत्रस्य वर्णच्छत्रम् २३०
वार्षिकपरिवर्तनम् २३१
सूर्यस्य खगतिव्याख्या २३२
सूर्यस्य गतिः २३३
भुवोऽन्तर्लाकाद्रौ स्थितिः २३३
पिण्डमात्रा यथार्थकोटिः २३५
द्विकद्वितययोर्भेदः २३९
द्विकस्य परस्परसम्बन्धः २४०
माइक्रोमीटरम् २४१
माइक्रोमीटरस्य वृत्तालंपटलम् २४१
क्यूर ६० द्विकनक्षत्रस्य भास्वरत्वम् २४२
द्विकपरिक्रमणम् २४२
वसिष्ठस्य वर्णच्छत्रम् २४३
वेगरेखाचित्राणि २४४
चित्रानक्षत्रस्य वेगरेखाचित्रम् २४६
गरुडस्य प्रकाशरेखाचित्रम् २४७
गोलस्तर्कीयगर्भपर्वस्य प्रकाशरेखाचित्रम् २४८
आवृत्तिकाल्ययार्धभास्वरत्वरेखाचित्रम् २४९
वृषनक्षत्रस्य प्रकाशरेखाचित्रम् २४९
हंसनक्षत्रस्य प्रकाशरेखाचित्रम् २५०
नव्यगरुडनक्षत्रस्य भास्वरत्वम् २५१
नव्यनक्षत्रवस्य प्रकाशरेखाचित्रम् २५२
नवगरुड १९१८-स्य परिवेष्टनम् २५२
ऽऽहंसनक्षत्रस्य प्रकाशरेखाचित्रम् २५३
ऽऽर्थिनक्षत्रस्य ग्रहणशीलविकारित्वम् २५४
अलगूनक्षत्रस्य प्रकाशरेखापरिक्रमणमार्गश्च २५५
वृषराशौ चलनक्षत्रकुलम् २५७
यमातिनक्षत्रमण्डले द्वावब्दनक्षत्रसङ्घौ २५८
शौरिनक्षत्रमण्डले गोलीयनक्षत्रसङ्घः २५९
किन्नरनक्षत्रमण्डले गोलीयनक्षत्रसङ्घः २६०
मृगनक्षत्रमण्डले प्रसृता नीहारिका २६२
महुलाया नीहारिकात्वम् २६२
द्वे ग्रहीय नीहारिके २६३
वीणानक्षत्रमण्डले वलयाकारनीहारीका २६३
किन्नरस्वस्तिकामध्ये आकाशगङ्गा २६४
आकाशगङ्गाया महाविवरम् २६५
धनुर्नक्षत्रमण्डल आकाशगङ्गा २६७
चर्मवृश्चिकमध्य आकाशगङ्गा २६८
हंसनक्षत्रमण्डल आकाशगङ्गा २६९
वृश्चिकनक्षत्रमण्डले श्यामानीहारिका २७०
नक्षत्राणा स्थितिविभागः २७१
आकाशगङ्गासंस्थानस्य रूपम् २७२
आकाशगङ्गासंस्थानस्याक्षभ्रमणम् २७३
द्वे दीर्घवृत्ताकारसंस्थाने २७४
मेसिये ३२-सर्पिलसंस्थानम् २७५
मेसिये ३१ सर्पिलसंस्थानम् २७६
सर्पिलसंस्थानम् २७७
वेशनक्षत्रमण्डलेऽनरुद्धसर्पिलसंस्थानम् २७७
नियतरूपसंस्थानाना क्रम २७८
बृहद्मैगल्यनिकमेघ २७९
उत्तर आकाशगङ्गीयार्धे संस्थानाना स्थितिविभाग २८०
उत्तरकिरीटमण्डले संस्थानसमवः २८२
नीहारिकासिद्धान्त २८३
ग्रहाणामुत्पत्ति २८६
,, २८७
नाक्षत्रजोमेघसिद्धान्त २८९
नीहारिकाणामुत्पत्ति २९०
दक्षयानी संस्थाने नक्षत्राणामुपस्थिति २९१
द्विकस्योत्पत्ति. २९२

सारिणीसूची

उन्नतांश वर्तनान्तर सारिणी ३०
ग्रहणना सारिणी ९१
ग्रहकक्षातत्त्वाना सारिणी १२७
गुरोरूपग्रहणां सारिणी १५२
शनेरूपग्रहणा सारिणी १५६
ग्रहणा सारिणी १६०
नक्षत्रमण्डलाना सारिणी ११७
याम्योत्तरोल्लङ्घनकालस्य ज्ञानार्थं सारिणी २००
नक्षत्राणा दिनार्धमानस्य सारिणी २०१
याम्योत्तरोल्लङ्घनकालिकनतमाना सारिणी २०२
ध्रुवभ्रमाना नक्षत्राणा सारिणी २२०
प्रमुखशीघ्रगतिकनक्षत्राणा सारिणी २२१
वर्षान्तरतापक्रमसम्बन्धसूचकसारिणी २३७
मुख्यनक्षत्राणां तापक्रमव्यासादयः २३८
प्रमुखद्विकाना कक्षातत्त्वानि २४३
प्रकाशमानग्रहणगोलनक्षत्राणि २५५
स्थानीयसंस्थानसमूहः २८१,२८३

अर्वाचीनं ज्योतिर्विज्ञानम्

प्रथमोऽध्यायः

[ज्योतिर्विज्ञानाध्ययनविषयाणि सकलान्येव पृथिव्यादीनि खगोलसम्बन्धेनैव मनुष्येण निरीक्ष्यन्ते, तस्मिन्नेव च तेषां स्थितयः प्रतीयन्ते; अस्मादेव खलु तस्य विवेचनं प्रथमं करिष्यामः]

खगोलः

१.१ खगोलः

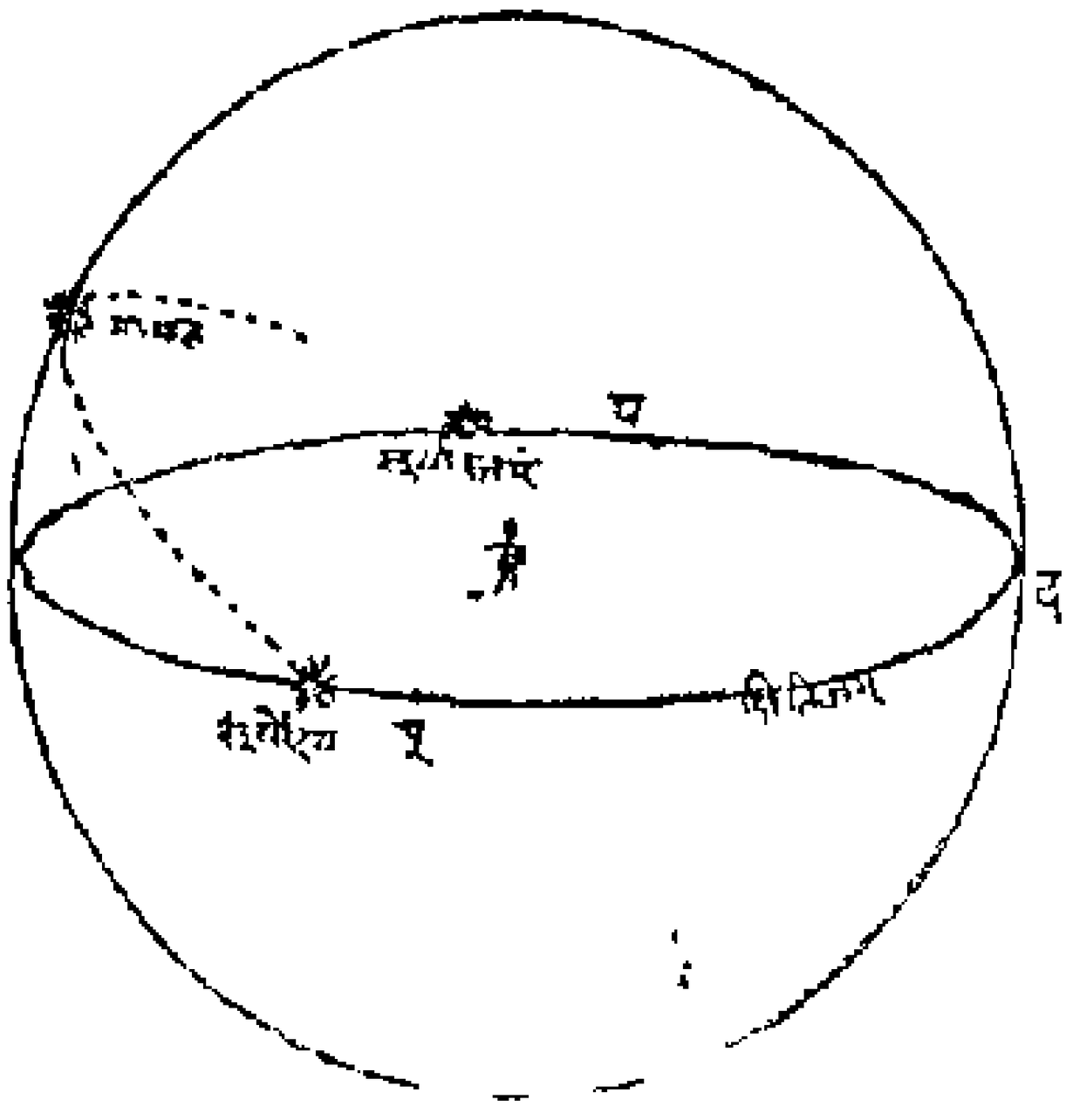
नगराद् बहिर्गत्वा यदि कोऽपि जनदत्तचन्द्रविहीनशर्वर्यां निरभ्रमाकाशमवलोकयेत्तर्हि नूनं पश्येत् स नीलाम्बरे रत्नानीव देदीप्यमानान् प्रकाशबिन्दून् नक्षत्राख्यान्। तदा नक्षत्रपूर्णं-नीलाम्बरमेवं प्रतीयते यत् क्षितिजस्य उपरि कोऽपि गोलार्धः स्थापितोऽस्ति, तस्मिंश्च नक्षत्राणि संलग्नानि सन्ति। परन्तु होरैकालाधिक निरीक्षणं विभिन्ननक्षत्रमण्डलानां दर्शनेनैतत् गोलार्धस्याचलत्वं निराकरोति। गोलार्धोऽयं पूर्वतः पश्चिमदिशं प्रति गच्छन् दृश्यते। अत एव खं गोलार्धो नास्ति, इदं गोल एव। अस्य केवलमर्धभागः कालविशेषे जनैर्दृश्यते, अर्थादाकाशस्य दृश्यगोलार्धं उपरि, अदृश्यगोलार्धो दर्शकानामधो वर्तते। आकाशविषयकगोलोऽयं खगोलः कथ्यते।



खगोलः

खगोलोऽयं यद्यपि काल्पनिको गोलो यस्य मध्यकेन्द्रे दर्शकस्तिष्ठति, तथापि ज्योतिर्विद्यायां खगोलस्य कल्पनातिमदत्वपूर्णं। खगोले प्रत्येकस्य नक्षत्रस्य प्रतीयमाना स्थितिरेव

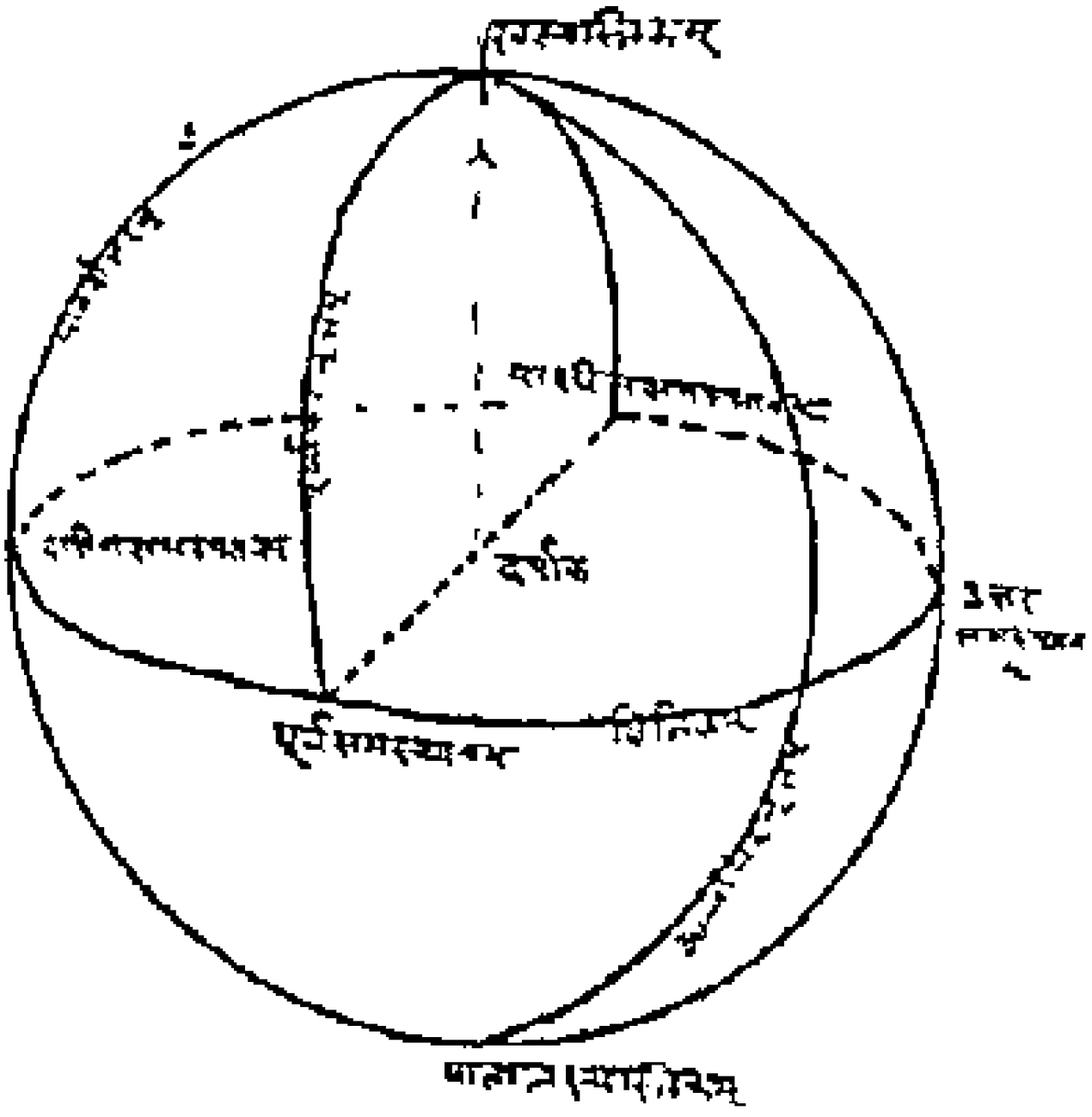
माप्यते। खगोलीयपिण्डानां परस्परदूरत्वादीनां मानं भौलिकप्रमापकेऽसम्भवमस्ति, अत एव तत् कोणीयप्रमापके माप्यते। कोणीयान्तराणि गोले एव मापनीयानि, अत एव खगोलकल्पनया इदं सर्वं सम्भवं भवति। एवं नक्षत्राणां ग्रहाणाञ्च स्थितयः परस्परदूरत्वानि च खगोले कोणीयप्रमापके व्यक्तीक्रियन्ते। (इदमग्रे स्पष्टतरं भविष्यति—द्रष्टव्यम् §§१ ३—१-६)।



१.२ खगोलीयक्षितिजं खस्वस्तिकञ्च

खस्वस्तिकम्—खगोले ऊर्ध्वाधरदिशायां दर्शकस्य शीर्षस्य यथार्यंत उपरि वर्तमानो बिन्दुः खस्वस्तिकं कथ्यते।

पातालस्वस्तिकम्—खगोले ऊर्ध्वाधरदिशायां दर्शकस्य चरणयोर्यथार्थतोऽधो वर्तमानो बिन्दुः पातालस्वस्तिकमुच्यते।



क्षितिजम्, खस्वस्तिकम्, पूर्वापराद्वृत्तानि

खगोलीयक्षितिजम्—खस्वस्तिकात् पातालस्वस्तिकाद्वा नवत्यंशमितविन्यया खगोले पतितं महद् वृत्तं खगोलीयक्षितिजं प्रोच्यते। इदं प्रायेण दर्शकस्य भूपृष्ठीयक्षितिजादभिन्नमेव।

ऊर्ध्वाधरमहद्वृत्तानि—खस्वस्तिकात् पातालस्वस्तिकात् प्रोतानि महद्वृत्तानि 'ऊर्ध्वाधरमहद्वृत्तानि' कथ्यन्ते। एतानि सर्वाणि खगोलीयक्षितिजं नवत्यंशकोणेन छिनत्ति।

दिशः—खगोलीयक्षितिजस्य चतसृषु दिक्षु

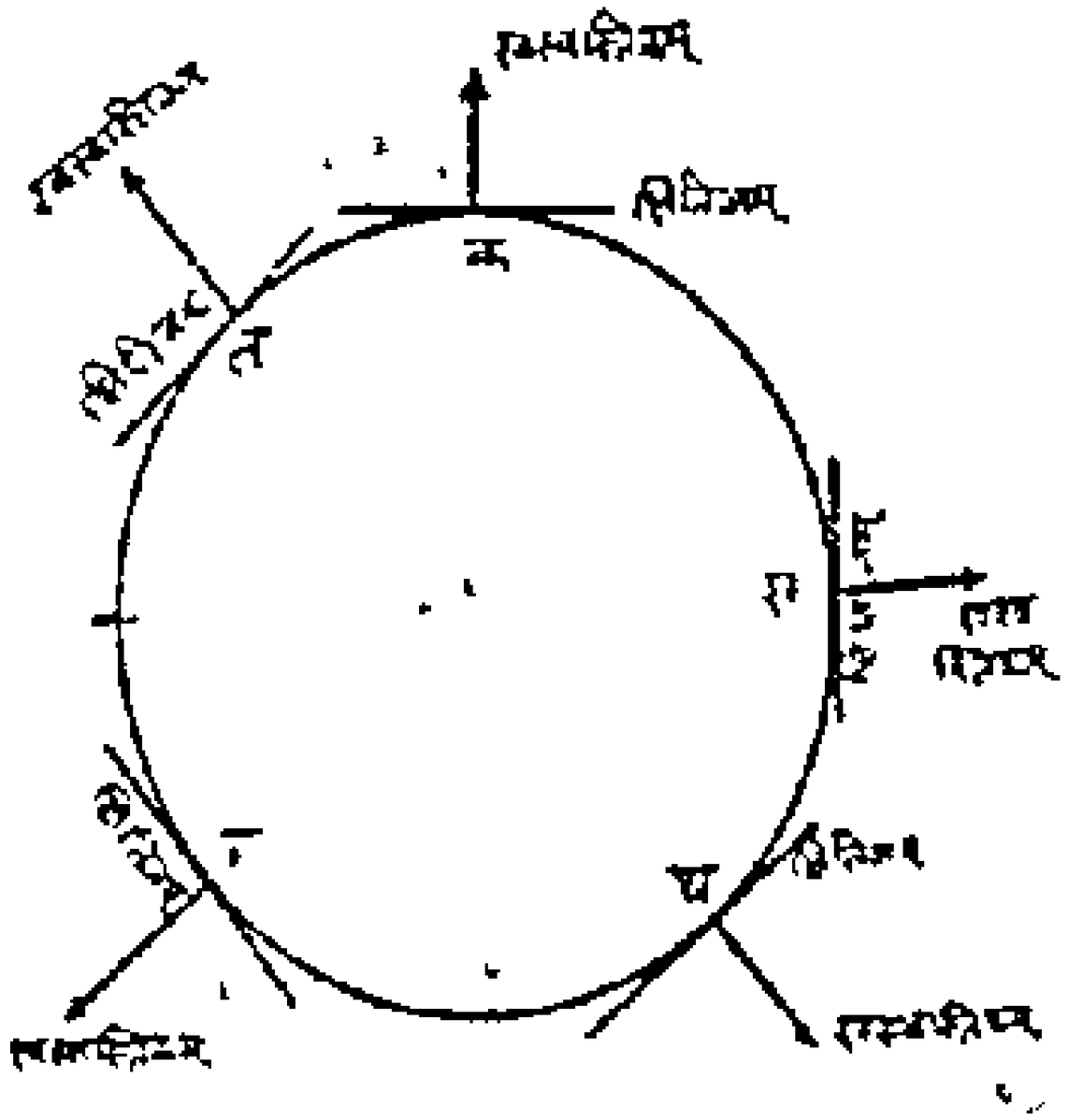
चत्वारि समस्थानानि वर्तन्ते—पूर्वसमस्थानम्, दक्षिणसमस्थानम्, पश्चिमसमस्थानम्, उत्तरसमस्थानञ्च। क्रमिकसमस्थानद्वयमध्ये नवत्यंशमितश्चापो वर्तते।

याम्योत्तरवृत्तम्—दक्षिणसमस्थान उत्तरसमस्थान प्रोतम् ऊर्ध्वाधरमद्वृत्तं याम्योत्तरमुच्यते।

पूर्वापरवृत्तम्—पूर्वसमस्थान पश्चिमसमस्थान प्रोतम् ऊर्ध्वाधरमद्वृत्तं पूर्वापरवृत्तं समण्डलं वा प्रोच्यते।

१.२१ दर्शकस्थित्यनुसारं खगोलीयक्षितिजं परिवर्तते

खगोलीयक्षितिज खत्रस्तिकं वा दर्शकस्थित्यनुसारं परिवर्तते। निम्नचित्रेणेदं स्पष्टं भविष्यति। चित्रे त स्थानस्य ख स्वस्तिकं ध स्थानस्य पाताल स्वस्तिकं भवति।



खत्रस्तिक दर्शकस्थानापेक्षि

१.२ खगोलीयनियामकाः—

(१) दिगंशोन्नतांशपद्धतिः

नियामकाः—लोकव्यवहारेऽपि क्वचित् स्थानस्य निर्देशनार्थं नियामकाः प्रयुज्यन्ते। यदि कस्मिंश्चिन्नगरे समकोणाः पन्थानः सन्ति, अस्थाने कोऽपि नवागतो जनः क स्थानगमनाय मार्गं पृच्छति तर्हि तन्नगरवासी तमेवं वदति, "भवान् पूर्वदिशायामितो हस्तानां शतद्वयं गच्छतु, ततः उत्तरदिशायां हस्तशतमितमग्रे गच्छतु, तदा तत्र क स्थानं प्राप्तो" इति। अत्र समकोणाश्चनियामकपद्धतिरवलम्बितास्ति। पूर्वापरदिशा याम्योत्तरदिशा, अत एतौ नियामकाभौ; द्विशतहस्तमितदूरत्वं शतहस्तमितदूरत्वञ्चात्र नियामकौ—एतौ नियामकाभ्यां अनुनिर्दिश्येते। अ स्थानस्यात्र मूलबिन्दुः। एवं समकोणाश्चनियामकपद्धत्यां सति।

(१) एको मूलबिन्दुः (यथा अ स्थानम्)।

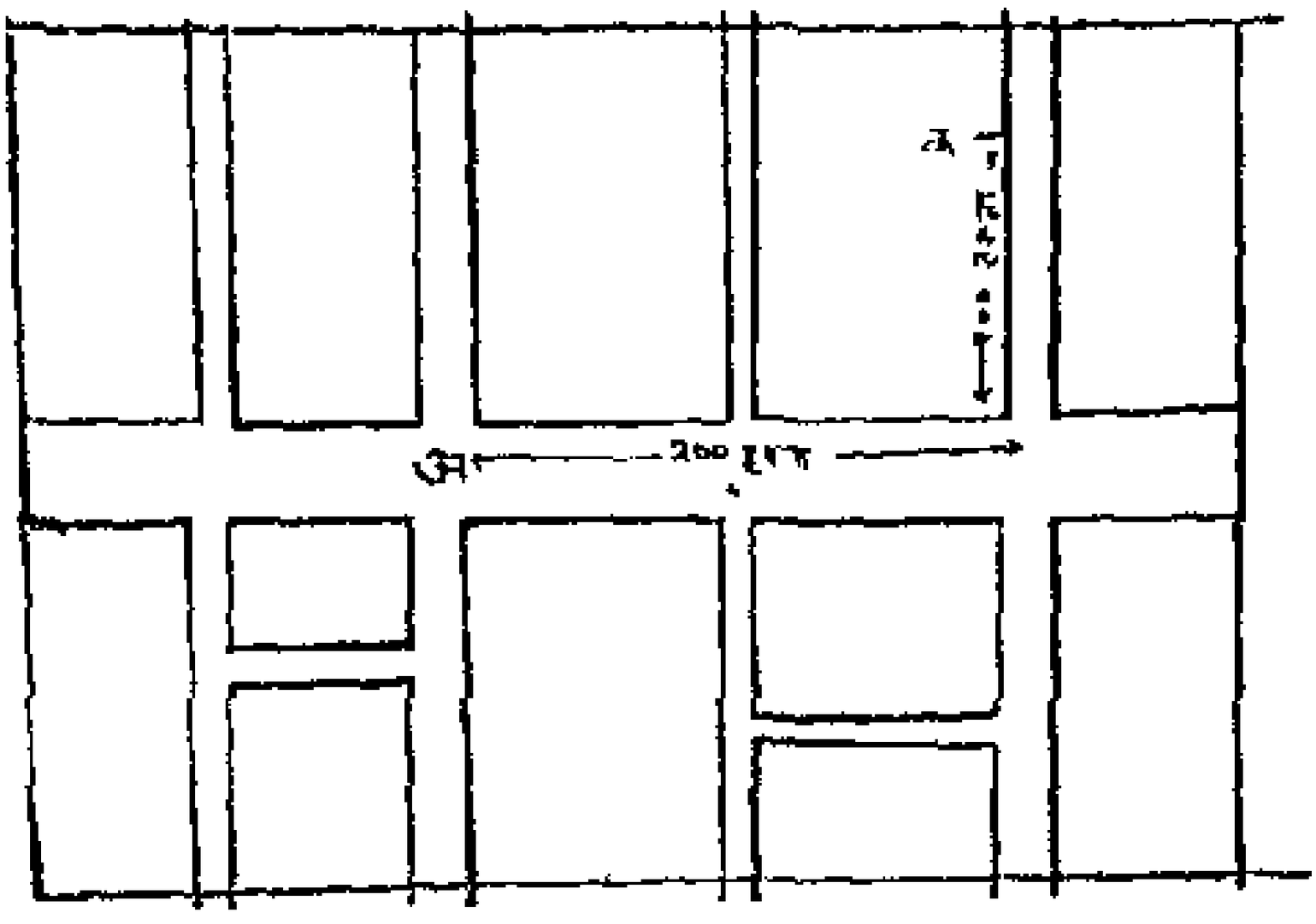
(२) एकः प्रथमोऽक्षः (यथा पूर्वापरदिशा)।

(३) एको याम्योऽक्षः (मूलबिन्दुगामी प्रथमाक्षसमकोणकः) यथा याम्योत्तरदिशा।

(४) प्रथमो नियामकः (यथा—द्विशतहस्तमितदूरत्वम्)।

(५) द्वितीयो नियामकः (यथा—शतहस्तमितदूरत्वम्)।

गोलीयनियामका'—एवमेव भूगोले अक्षांशा देशान्तररेखाश्च नियामकरूपेण प्रयुज्यन्ते। कस्यचित् स्थानस्य निर्देशन भूगोलविद् नियामकक्रमेन करोति। यथा काशीनगरस्य



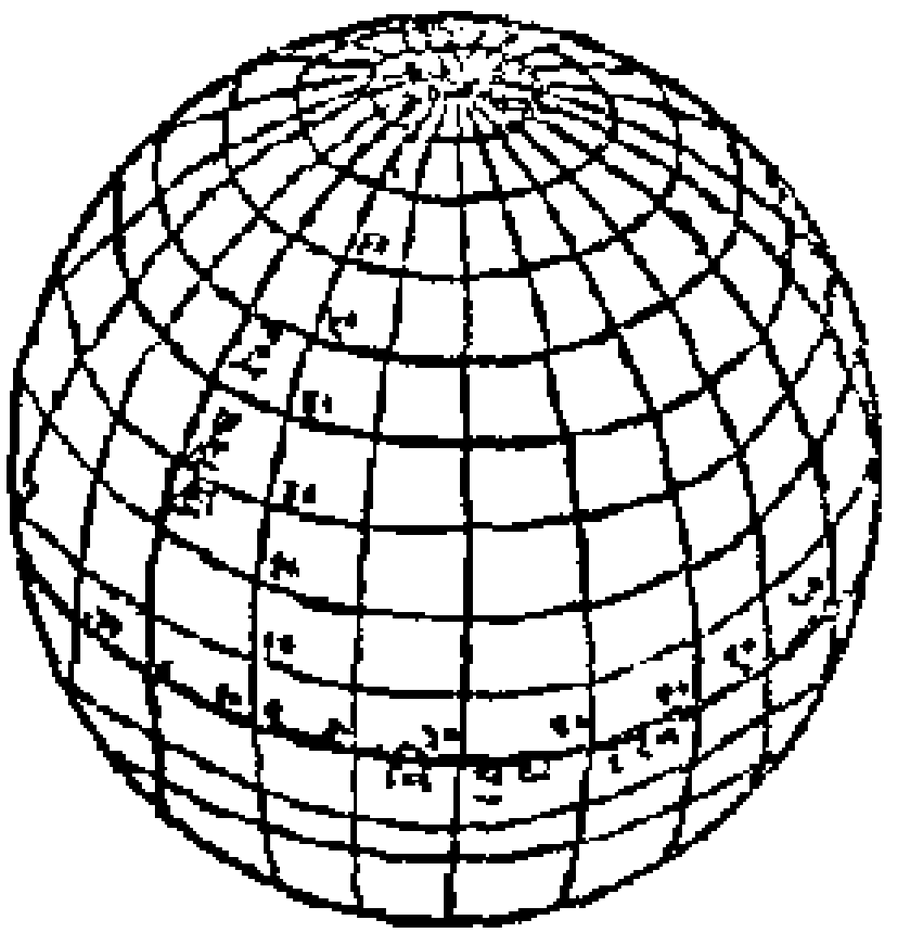
समकोणाक्षनियामकम्.

निर्देशनमेव क्रियते—अक्षांशा २५°।२०' देशान्तररेखांशा ८३°। अत्र गोलीयनियामक-पद्धतिरवलम्बितास्ति। तत्र सन्ति—

(१) एक प्रधानमहद्वृत्तम् (यथा भूगोले विषुवरेखा)।

(२) गौणानि महद्वृत्तानि—एतानि सर्वाणि प्रधानमहद्वृत्तस्य ध्रुवयोर्लग्नानि। प्रधानमहद्वृत्तं समकोणैश्छादयन्ति। (यथा भूगोले देशान्तररेखाश्च)

(३) एक प्रमुख गौणमहद्वृत्तम्—गौणेषु महद्वृत्तेषु एक प्रमुखरूपेण निर्धार्यते यतो रेखांशानां प्रवृत्तिर्भवति। (यथा 'ग्रिनिच' रेखा)



भूगोले नियामका

(४) प्रथमो नियामक—प्रधानवृत्तमनु मापित प्रमुखगौणवृत्तात् स्थानविशेषस्य कोणीयान्तरम्। (यथा रेखांशा.)

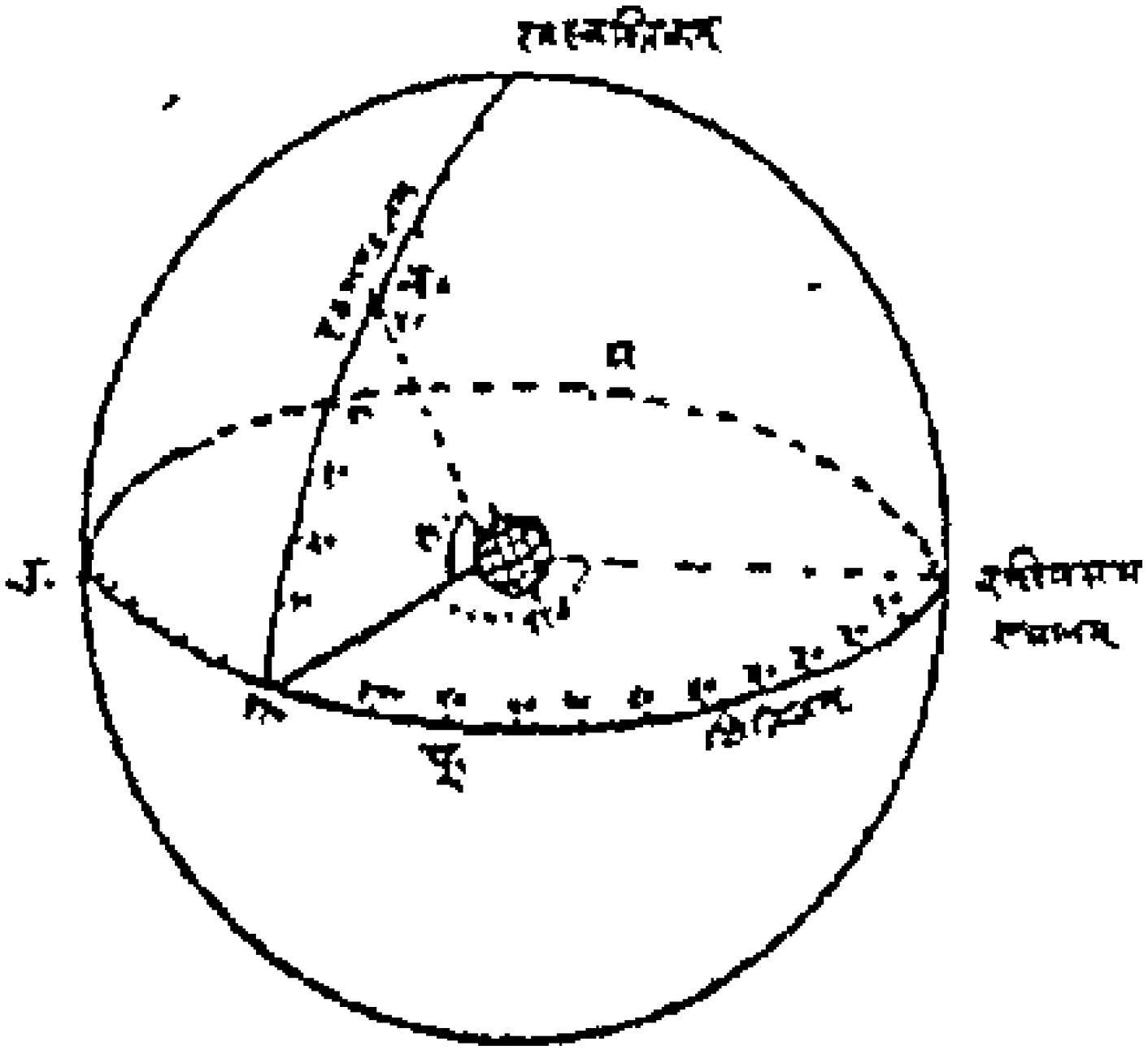
(५) द्वितीयो नियामक—गौणवृत्तमनु मापित प्रधानवृत्तात् स्थानविशेषस्य कोणीयान्तरम्। (यथा अक्षांशा)।

१.३१ दिगंशकोटि-उन्नतांशाः (दिगंशोन्नतांशपद्धतिः)

अस्यां पद्धत्यां प्रधानं महद्वृत्तं क्षितिजमस्ति । गौणानि महद्वृत्तानि नैकानि एतत्सिद्धान्तोपयोगिवृत्तानि । प्रमुखगौणमहद्वृत्तं प्रायेण दक्षिणोत्तरमस्थानप्रोतोर्ध्वाधरवृत्तं (याम्योत्तरवृत्तम्) अस्ति । [भारतीयपद्धत्यां पूर्वोत्तरमस्थानप्रोतोर्ध्वाधरवृत्तम्, अर्थात् पूर्वापरवृत्तं प्रमुखगौण-महद्वृत्तमस्ति] । प्रथमो नियामको दिगंशाः, द्वितीयो नियामक उन्नतांशाः कथ्यन्ते । नक्षत्रप्रोतम् ऊर्ध्वाधरवृत्तं नक्षत्रस्य दृङ्मण्डलं कथ्यते ।

दिगंशा.—क्षितिजमनु मापितं दक्षिणोत्तरमस्थानाद् नक्षत्रविशेषस्य कोणीयान्तरं दिगंशाः । अर्थात् क्षितिजस्य दृङ्मण्डल-याम्योत्तरमस्थान-मध्यवर्तिनो वृत्तांशा दिगंशाः ।

उन्नतांशाः—दृङ्मण्डलमनु मापितं क्षितिजाद् नक्षत्रस्य ऊर्ध्वं निम्नं कोणीयप्रमाणं



अत्र नक्षत्रस्य दिगंशाः ११° उन्नतांशा ५°
नक्षत्रस्य स्थाननिर्देशनम्

नक्षत्राणाः । अर्थात् दृङ्मण्डलस्य नाम क्षितिजदृङ्मण्डलयोर्मध्यवर्तिनो वृत्तांशा उन्नतांशाः ।

यद्यप्येतद्ग्रन्थानुसारा—यद्यपि सिद्धान्तग्रन्था । यदि कोऽपि जनो कथयति यद् नक्षत्रदिगंशो दक्षिणोत्तरवृत्तस्य एवास्ति पूर्वम्, क्षितिजदिङ्मण्डलयोर्मध्ये (अर्थात् क्षितिजस्योन्नतांशस्य दिशायाः) यदि न प्रदर्शो दक्षिणमिवृत्तो भवति, तदा आकाशे आकाशिनां दृङ् क्षितिजस्य अभिलम्बे भवेत्, सर्वाः दिशो दिङ्मण्डलगाः, नक्षत्रस्य भवेयुः ।

परन्तु प्रत्येक स्थानस्य विभिन्नानि क्षितिजानि खस्वस्तिकस्थानानि च भवन्ति। अत एव स्थानविशेषे प्राप्ता नियामका स्थानान्तराय अनुपयुक्ता। नक्षत्राणि काले काले परिवर्तनं भजन्ते। अत एव स्थानविशेषे विदिता अपि नियामका काले भिन्ना भवन्ति। अत एव देशकाल भेदादिय पद्धतिर्नाधिकमुपयुक्ता।

१.४ खगोलीयनियामकाः—(२) विषुवांशक्रान्त्यंशपद्धतिः

ध्रुवस्थानम्—प्रायेण नक्षत्राणि ये पूर्वतः पश्चिमदिशा प्रति गच्छन्ति दृश्यन्ते, तथा प्यासादागलोकयद्भिर्ज्योतिर्विद्भिर्दृष्टं यत् खगोले स्थानविशेषे स्थितमेकं नक्षत्रं परिभ्रमणं न भजते (द्रष्टव्यं फोटो चित्रम्)। अत एव तैर्निश्चितं यद् यदि नक्षत्राणां दूरत्वं ध्रुवस्थानाद् मापितं भवेत् तर्हि तल्लब्धा नियामकपद्धतिः स्थानकालपरिवर्तनैरप्रभावितत्वादत्यन्तमुपयुक्ता भवेत्। पद्धतिरियं विषुवांशक्रान्त्यंशपद्धतिरुच्यते।



उदीयमानानि नक्षत्राणि [यत्रक्षितिजवेधशाला]
ध्रुवस्थानसमीपवर्तिनक्षत्राणां छायाचित्रं प्रकाशोद्घातन होरैकमितम्।
मध्ये ध्रुवो ध्रुवस्थानञ्च।

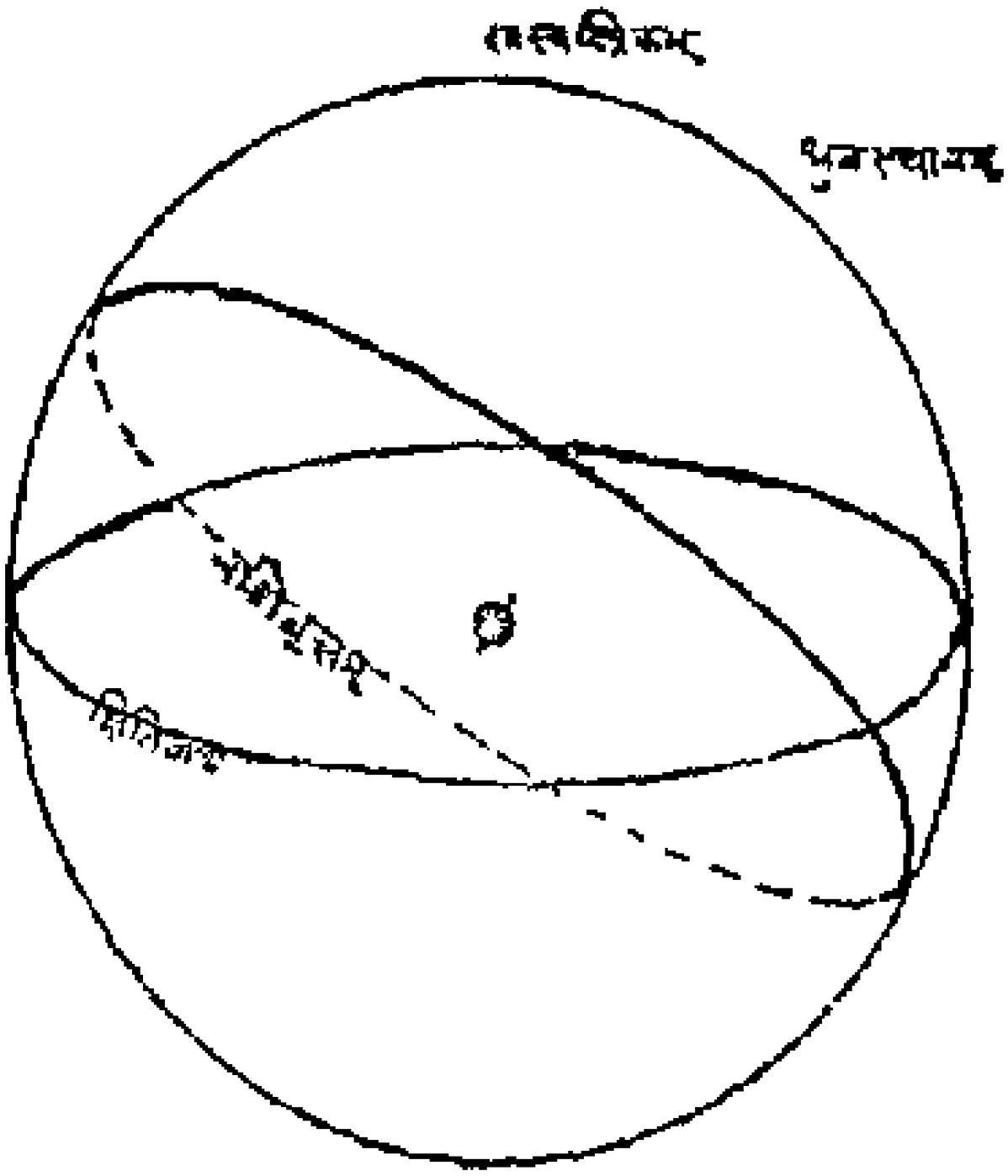
ध्रुवस्थानम्—खगोलस्य यो बिन्दुरचलोऽस्ति स ध्रुवस्थानं कथ्यते। खगोले द्वे ध्रुवस्थाने उत्तरध्रुवस्थानं दक्षिणध्रुवस्थानम्। उत्तरध्रुवस्थानादति समीपवर्ति नक्षत्रं 'ध्रुव' कथ्यते। ध्रुवनक्षत्रं परिवर्तनशीलमस्ति (द्रष्टव्यम् § १२.६१)।

नाडीवृत्तम्—ध्रुवस्थानाद् नवत्यंशमितान्तरिक्ष्यया खगोले कल्पितं वृत्तं नाडीवृत्तं विषुवद्वृत्तं कालवृत्तं वा कथ्यते।

१.४१ नियामकपद्धतिः

अस्यां पद्धत्यां प्रधानं महद्वृत्तं नाडीवृत्तमस्ति। गौणानि महद्वृत्तानि ध्रुवयोर्लंबानि महद्वृत्तानि। प्रथमगौणमहद्वृत्तं मेषसम्पातप्रोतं ध्रुवयोर्लंबं महद्वृत्तमस्ति। प्रथमा

नियामको विषुवांशा, द्वितीयो नियामक क्रान्त्यंशा कथ्यन्ते। नक्षत्रभोग ध्रुवयोर्मध्य गोलमद्वृत्त होरावृत्तनाम्ना प्रसिद्धम्।



विषुवांशा — नाडीवृत्तमनुमापित मेषसपातनक्षत्रविशेषस्य कोणीयान्तरं विषुवांशा। अर्थाद् नाडीवृत्तस्य होरावृत्तसपात मेषसम्पात मध्यवर्तिनो वृत्तांशा विषुवांशा। विषुवांशाना गणना मेषसपातात् पूर्वदिशाया भवति। विषुवांशा कोणप्रमापके ०° अश्वन्यारभ्य ३६० अश्वपर्यन्तम्, होरायमापके ० होरात आरभ्य २४ होरापर्यन्त गण्यन्ते।

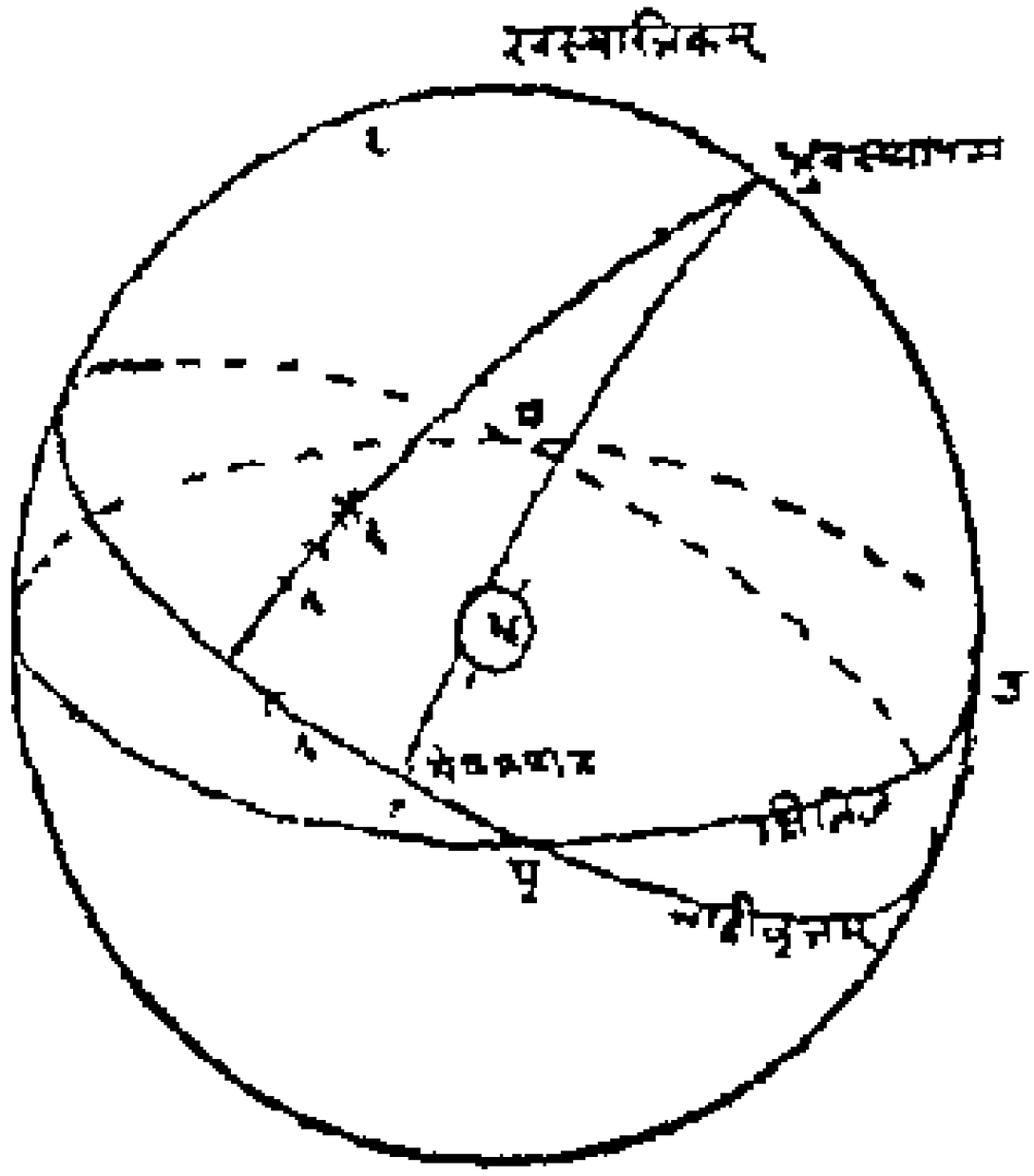
क्रान्त्यंशा — होरावृत्तमनुनाडीवृत्ताद् नक्षत्रविशेषस्य कोणीयान्तर क्रान्त्यंशा कथ्यते। अर्थाद् होरावृत्तस्य नक्षत्र होरावृत्तनाडीवृत्तसम्पात मध्यवर्तिनो वृत्तांशा क्रान्त्यंशा।

१ ५. खगोलीयनियमाका —(३)

होराकोणक्रान्त्यंशपद्धति.

पद्धतिरियं पूर्ववत्। केवलं प्रमुखगोलवृत्तमत्र दक्षिणस्थ याम्योत्तरवृत्तमस्ति। अत एव नाडीवृत्तमनुमापित याम्योत्तरवृत्त नाडीवृत्त सम्पातात् नक्षत्रविशेषस्य कोणीयान्तर होराकोण। याम्योत्तरवृत्तस्य द्वे शाखे—प्रथमाया शाखाया खस्वस्तिकयुक्त याम्योत्तरवृत्तार्ध, द्वितीयायाश्च पातांस्वस्तिकयुक्त याम्योत्तरवृत्तार्ध।

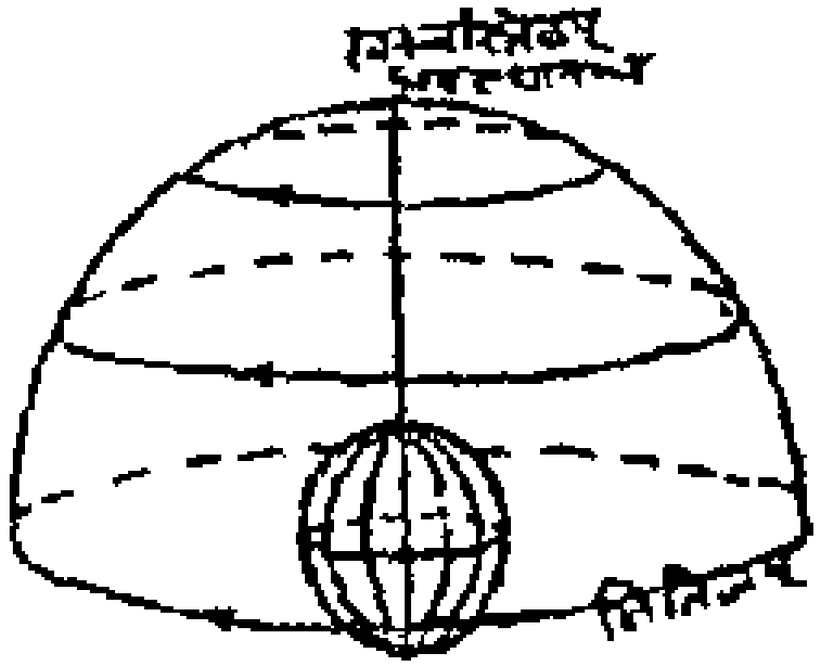
होराकोणा याम्योत्तरवृत्तापेक्षिस्वात् स्थानपरिवर्तनात् परिवर्तन्ते। भूगोलीयविषयकरेखाद्वयदेया गणना 'ग्रिनिचमध्यहोराकोणेन' क्रियते।



नक्षत्रस्य स्थाननिर्धारण (विषुवांश क्रान्त्यंशपद्धत्याम्)
इष्टनक्षत्रस्य विषुवांशा २०° क्रान्त्यंशा २०°

१.५१ अहोरात्रवृत्तानि

नक्षत्राणि प्रतिदिनं पूर्वतः पश्चिमदिशायां गच्छन्ति। गतिरियं तेषां दैनन्दिनी गतिः कथ्यते। तेषां मार्गाश्च अहोरात्रवृत्तानि कथ्यन्ते ध्रुवसमीपवर्तिनक्षत्राणि मन्दगत्या अहोरात्रवृत्तेषु भ्रमन्ति। नाडीवृत्तसमीपवर्तिनक्षत्राणि तीव्रगत्या निजेष्वहोरात्रवृत्तेषु भ्रमन्ति।



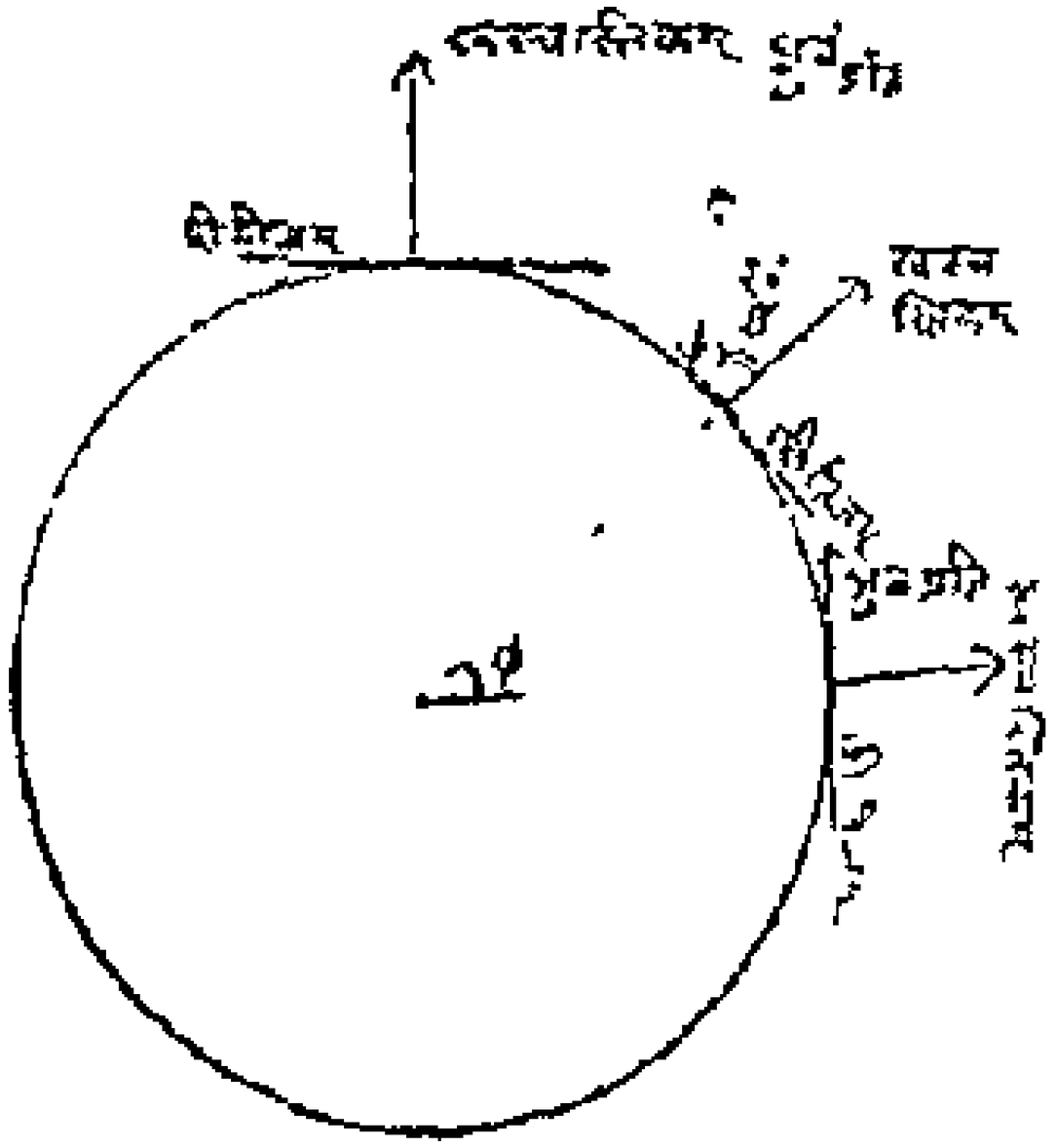
याम्यिमध्यगे अहोरात्रवृत्ते

सदोदितनक्षत्राणि भवन्ति।

ध्रुवस्य उन्नतांशाः स्थानापेक्षिणः सन्ति। चित्रे इदं स्पष्टीभविष्यति।

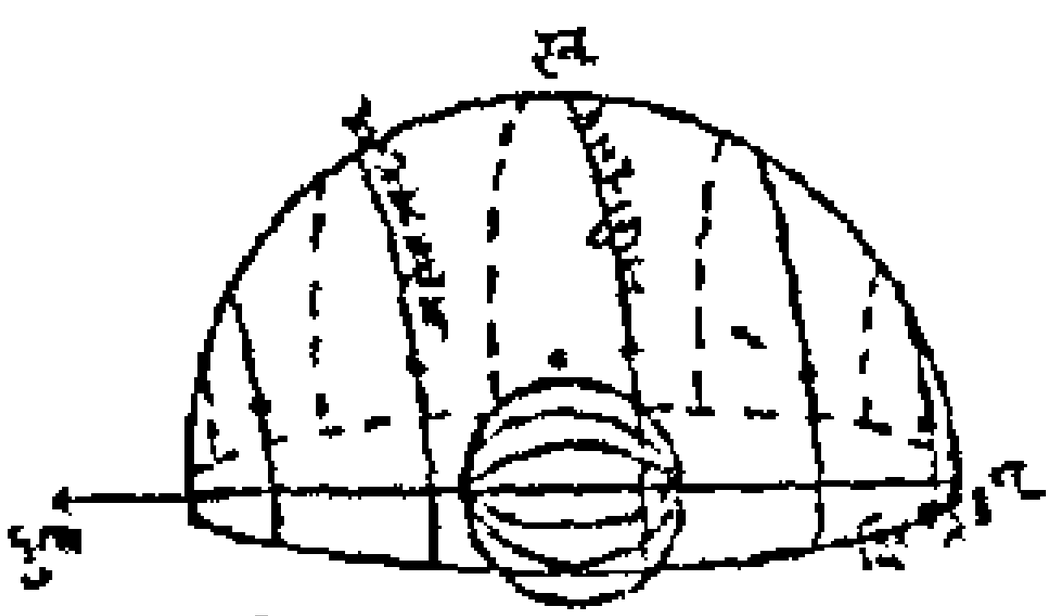
अत्र ध्रुवसुमेरौ ध्रुवस्य उन्नतांशाः शून्यमितः। निरक्षप्रदेशे ९०° मितः। अन्यस्थाने (९०° अधीन) मितः।

पार्थिवविषुवरेखावर्तिप्रदेशेषु ध्रुवः खानं क्षितिलग्नं दृश्यते। नाडीवृत्तञ्च खस्वस्तिकलग्नं भवति। अत एव नाडीवृत्तसमानान्तराणि अहोरात्रवृत्तानि ऊर्ध्वाधराणि भवन्ति। अत एव प्रत्येकं नक्षत्रं (उत्तरार्धवर्ति दक्षिणार्धवर्ति वा) लग्नं दृश्यते।



ध्रुवस्योन्नतांशा दर्शकस्थानापेक्षिणः

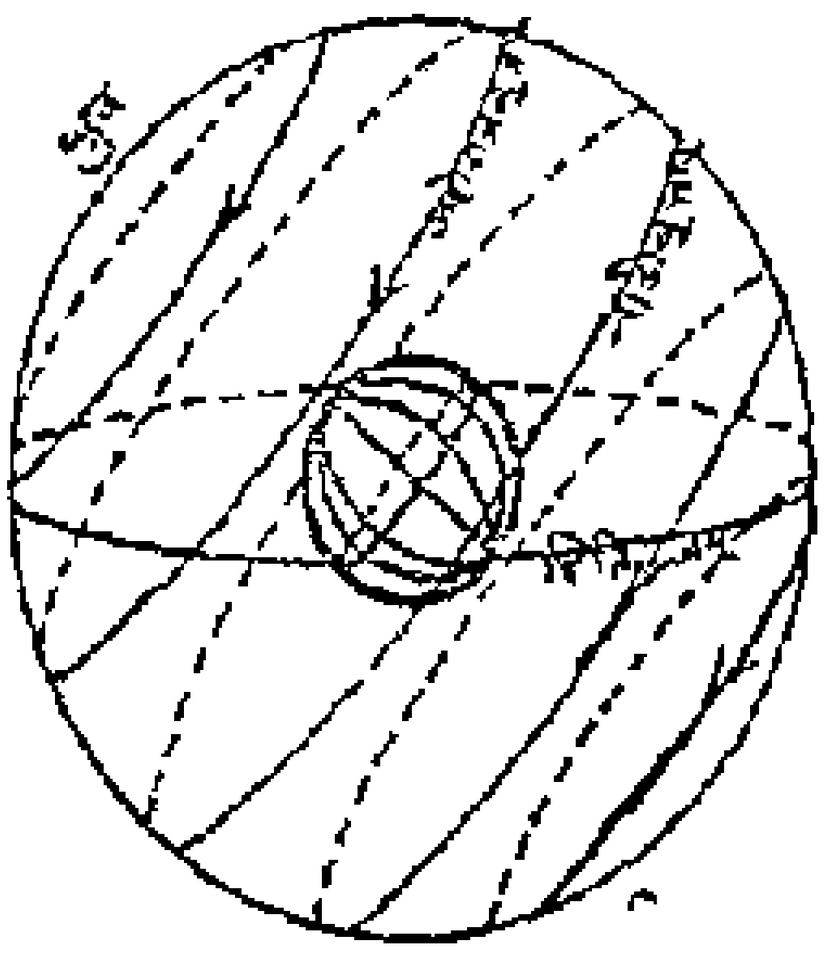
सुमेरु विषुवरेखामध्यवर्तिस्थानेषु ध्रुवस्य खस्वस्तिगतत्वात् क्षितिजस्थ कश्चित् प्रमाणो गच्छते। अत एव अहोरात्रवृत्तानि निर्वृत् भवन्ति। खगोलस्य कश्चिद् भागः क्षितिजस्य सदैव अधः, कश्चिद् भागः सदैव उपरि वर्तते। खगोलस्य यो भागः सदैव क्षितिजस्य अधो वर्तते, तद्वर्तीनि



पार्थिवविषुवरेखायामहोरात्रवृत्तानि

नक्षत्राणि कदापि न दृश्यन्ते। यो भागः सदैव उपरि वर्तते तद्वर्तीनि नक्षत्राणि सदैव दृश्यन्ते। मध्यवर्तिभागस्य नक्षत्राणि वयं कदाचिद् दृश्यन्ते, कदाचिन्न दृश्यन्ते।

सदोदितानि नक्षत्राणि—उपर्युक्तं यत् खस्य यो भागः सदैव उपरि वर्तते तद्वर्तीनि नक्षत्राणि सदैव दृश्यन्ते। एतानि नक्षत्राणि सदोदितानि नक्षत्राणि कथ्यन्ते।



यदि नक्षत्रस्य क्रान्त्यंशाः स्थानविशेषाक्षांशहीननवत्यंशेभ्योऽल्पा न (यदि क्रान्त्यंशाः > ९०—अक्षांशाः) तर्हि स्थानविशेषे तन्नक्षत्रं सदा दृश्यते।

उदाहरणम् — देहरादूनस्य अक्षांशाः + ३०°, अत एवात्र तानि नक्षत्राणि सदोदितानि। येषां क्रान्त्यंशाः (९०−३०=) ६०° अक्षतुल्याः ६०° अंशेभ्योऽधिकाः।

१.६ खगोलीयनियामकाः—(४) खगोलीयाक्षांशरेखांशपद्धतिः

क्रान्तिवृत्तम्—सूर्यस्य प्रतीयमानो वार्षिकमार्गः क्रान्तिवृत्त कथ्यते। अस्य नाडीवृत्ताद् २३½° मिता प्रवणता विद्यते।

उत्तरायणम्, दक्षिणायनम्, मेषसपात, तुलासपातः—क्रान्तिवृत्त ययो. स्थानयोर्नाडीवृत्तमुल्लङ्घयति, तत्र सपातौ विद्येते। प्रतीयमान. सूर्य उत्तर गच्छन् यत्र नाडीवृत्तमुल्लङ्घयति तत्र मेषसपातः, यत्र च दक्षिण गच्छन् नाडीवृत्तमुल्लङ्घयति तत्र तुलासपात.।

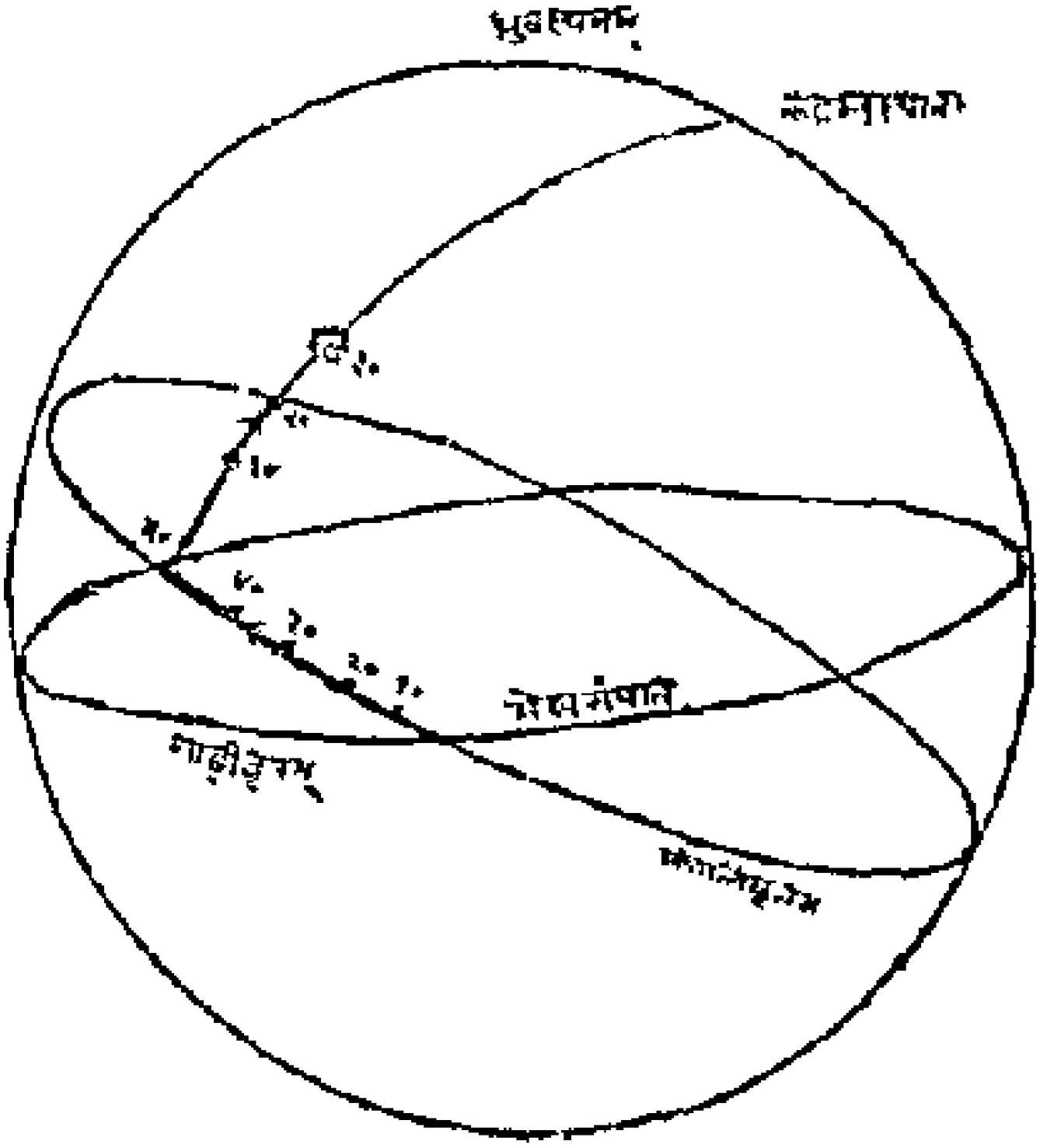
उत्तरायण दक्षिणायन च क्रान्तिवृत्ते नाडीवृत्ताद् दूरतमस्थाने। उत्तरायण उत्तरार्धे, दक्षिणायन दक्षिणगोलार्धे वर्तते।

कदम्बस्थानम्—क्रान्तिवृत्तस्य ध्रुवस्थाने उत्तरकदम्बस्थान दक्षिणकदम्बस्थान कथ्येते।

१.६१ नियामकपद्धतिः

यत. प्राचीनज्योतिर्विद्भि. प्रायेण सूर्यचन्द्रयोर्ग्रहणा या स्थितिर्गणिता, एते सर्वे च क्रान्तिवृत्तेऽथवा क्रान्तिवृत्तस्य सामीप्ये वर्तन्ते, अत एव ते खगोलीयाक्षांशाः खगोलीयरेखाशाः प्रायुज्यन्त।

अस्या पद्धत्या प्रधान महद्वृत्त क्रान्तिवृत्तमस्ति। नैसर्गानि कदम्बयोर्लम्बानि महद्वृत्तानि



भोगायनपद्धति.

गौण महद्वृत्तानि। प्रमुखगोलवृत्त मेषसंपातयोर्लं कदम्बयोर्लम्बन गौणमहद्वृत्तम्। प्रथमो नियामक. खगोलीयरेखांशा (मार्गस्थपदार्थानां भोगांशाः क्षेत्रांशा वा), द्वितीयो नियामकश्च खगोलीया

पांशाः (भारतीयपद्धत्यां शराः) सन्ति । नक्षत्रगोलं कदम्बगोलंवन गौणमहद्वृत्तं नक्षत्र-कदम्ब-प्रोतमण्डलं कथ्यते ।

खगोलीयरेखांशाः—क्रान्तिवृत्तमनु मापितं मेषादेपातात् नक्षत्रविशेषस्य कोणीयान्तरं खगोलीयरेखाशाः ।

खगोलीयाक्षांशाः—नक्षत्रकदम्बप्रोतमण्डलमनु मापितं क्रान्तिवृत्ताद् ऊर्ध्वत्व निम्नत्वं कोणप्रमापके खगोलीयाक्षाशाः ।

१.७ विभिन्ननियामकानां प्रयोगस्थलानि

दिगयोन्नताद्यपद्धतिः प्रायेण नौचालने प्रयुज्यते । विषुवच्चक्रान्त्यंशपद्धत्या नक्षत्राणा सूची निर्मीयते । नाडिकलपञ्चाङ्गेषु ग्रहाणा नियामका होराक्रोणक्रान्त्यंशपद्धत्यापि दीयन्ते । सूर्यचन्द्रयोः खगोलीयरेखाशा खगोलीयाक्षाना यदा कदा प्रयुज्यन्ते ।

विशेषद्रष्टव्यानि

खगोलस्य खगोलज्ञानस्य च भारतीयज्यौतिषग्रन्थेष्वतिमहत्त्वमिति प्रमुखग्रन्थान्तर्गत 'गोलाध्याय'विरचनेनैव प्रत्यक्षम् । गोलाध्याया ग्रन्थस्य प्रमुखभागा आसन्, गोलज्ञान विना ज्योतिर्विद् इन्दुरहितशर्वरीतुल्यो ज्यौतिषग्रन्थश्च सारहीन एव—

शशधरकिरणैर्विना प्रदोषः कुचरहित लवणाजनस्य वक्त्रः ।
मधुरसविरजित च भोज्यं न किमपि गोलविवर्जितं च तन्त्रम् ॥

खगोलस्य वास्तविकी सत्ता न काऽपि, तस्य कल्पना ग्रहाणा स्थानमानप्राप्तये कृता (§ १.१) इति भास्कराचार्यस्याप्यभिमता ।

दृष्टान्त एवात्रनिमग्रहाणा सस्थानमानप्रतिपादनार्थम् ।
गोलः स्मृतः क्षेत्रविशेष एष प्राज्ञैरतः स्याद् गणितेन गम्यः ॥

अस्मिन्नध्याये व्यवहृताना खस्वस्तिक क्षितिज ध्रुव कदम्बादीना सुखा आसन् भारतीय ज्यौतिषाचार्याः । प्रत्येक प्रमुखग्रन्थे 'त्रिप्रश्नाधिकार' अवश्य वर्तते । अत्र तत्सम्बन्धिगोलाध्याये च प्रायः सर्वेषाम् अत्र प्रयुक्ताना पारिभाषिकशब्दानां परिभाषा दत्ताः सन्ति । अत्र निदर्शनार्थं भास्कराचार्यपठिताः कतिपयाः परिभाषा दीयन्ते—

याम्योत्तरवृत्तं ध्रुवस्थानं सममण्डलञ्च

पूर्वापर विरचयेत् सममण्डलाख्य याम्योत्तरञ्च विदिशोर्नलवद्वयञ्च ।
ऊर्ध्वाध एवमिह वृत्तचतुष्कमेतदावेष्टय तिर्यगपरं क्षितिजं तदर्धं ॥

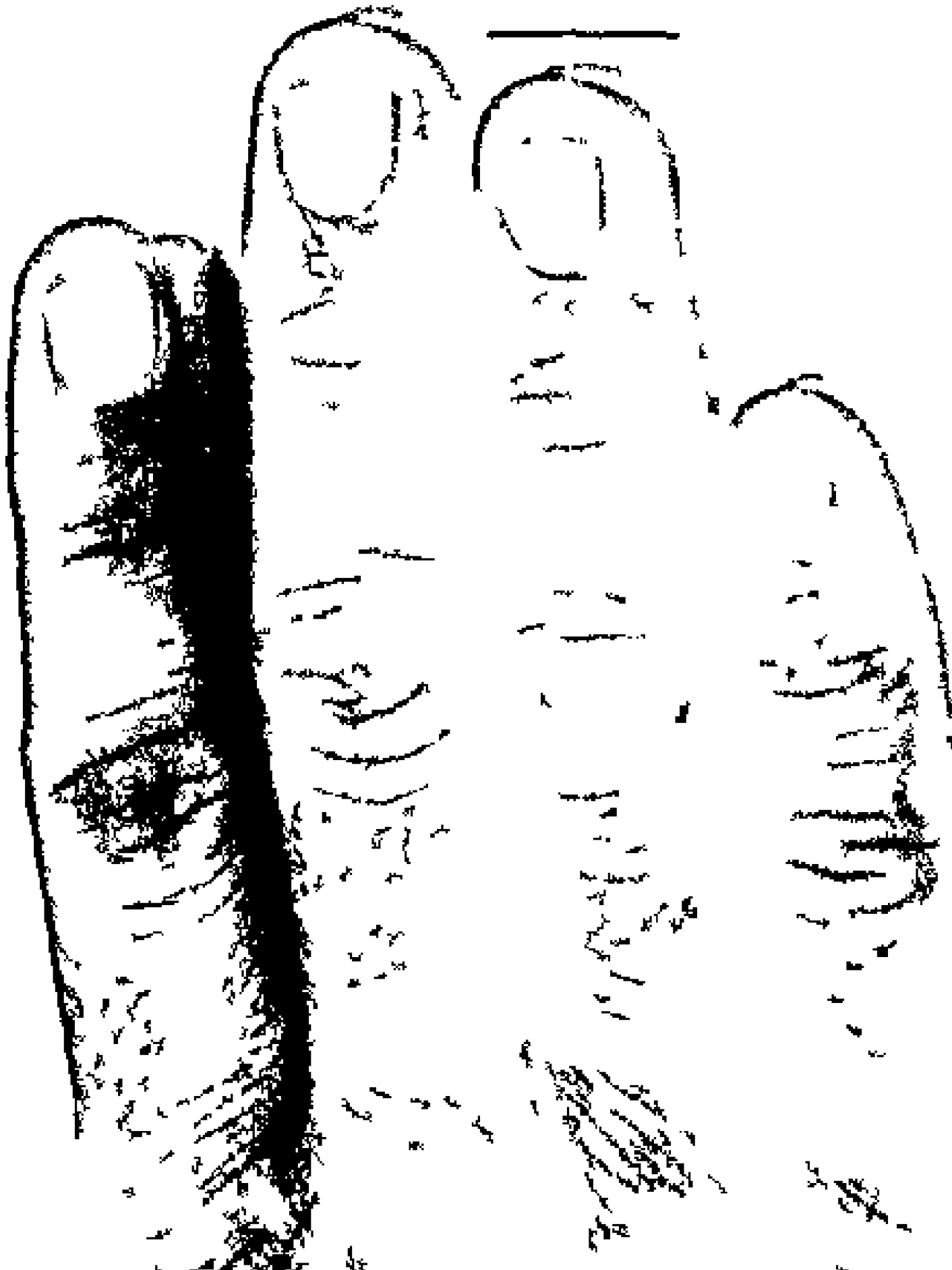
एक पूर्वापरमन्यद् याम्योत्तर तथा कोणवृत्तद्वयमेव वृत्तचतुष्टयमूर्ध्वाधोरूपमावेष्टय तदर्धं वृत्त क्षितिजाख्यं निवेशयेत् । अत्र याम्योत्तरवृत्त उत्तरक्षितिजादुपरि पलभान्तर एक ध्रुवचिह्न कार्यम् । दक्षिणक्षितिजादधोऽन्यत् । (द्रष्टव्या चित्रसंख्या २)

विषुवन्मण्डलम्—तयोरेव पूर्वापरसंपातयोर्विघ्न तथा याम्योत्तरवृत्ते खस्वस्तिकाद् दक्षिणतोऽथ स्वस्तिकादुत्तरतोऽक्षांशान्तरे यद् वृत्त निबध्येत तद् विषुवद्वृत्तम्।

वेधनार्थेषु नियामकाना प्रथमा पद्धति स्वीकृतासीत्। कालादिज्ञानाय (उदयास्तज्ञानाय) द्वितीया पद्धति प्रचलितासीत्। ग्रहाणा स्थानज्ञानाय चतुर्थी पद्धति प्रतिष्ठासीत्। पद्धतय एता. सर्वथा सुविदिता एव, अत एव विस्तरेण न दीयन्ते।

§. १.५१—तमे यथा वर्णित तथैव श्रीपतिनोक्तम्—

याम्योत्तरस्थौ क्षितिजाश्रितौ ध्रुवौ सदैव पश्यन्ति निरक्षदेशजाः।
स्वमूर्धग मेरुगतास्तमुत्तर तथेतर वाडवपार्श्वगो जनाः॥
भूमस्तकाद् भूमितश्च नरा ये निरक्षदेशाभिमुख प्रयान्ति।
तैरीक्ष्यतेऽभ्युन्नतमृक्षचक्रमिद ध्रुवश्चापि नत क्रमेण॥



द्वितीयोऽध्यायः

"द्यौर्मे पिता जनिता नाभिरत्र बन्धुर्मे माता पृथिवी महीयम्"

(ऋ० म० १ १६४ ३३)

[पृथिवी सर्वेषामस्माक धारयित्री पालयित्री सहजपरिचिता च। अत्र तस्या आधारा भ्रमणादीनि वर्ण्यन्ते। तदधिभ्रमणपरिभ्रमणापेक्षित्वात् कालविभागोऽप्यत्रैव दीयते।]

पृथिवी

२१ पृथिव्या आकारः

पृथिवी गोलाकारेति सिद्धान्तोऽतिप्राचीन। भारतवर्षे ग्रीसादिदेशेषु वा सर्वत्र ज्योतिर्विद्भिर्गोलाकारत्वस्य प्रमाणानि प्रस्तुतान्यनेकधा। मध्ययुगादागतानि प्रमाणान्येतान्येव—

(अ) यदा कस्मिंश्चित्पोत समुद्रतटमुपसरति तदा प्रथम समुद्रतटवर्तिजनैस्तस्य कूपाग्रमेव दृश्यते, तदनन्तर तस्य मध्यभागो दृष्टिगोचरता याति, अन्ततः पूर्णः पोतो नेत्रपथे आपतति। घटनाक्रमोऽयं तदैव सम्भवो यदा पृथिवी समतला न भवेत्। चेत् पृथिवी समतलाऽभविष्यत्तर्हि पोत सम्पूर्णत्वेनैव प्रथमतो द्रष्टव्योऽभविष्यत्।

इत्थमेव यदा पोत पर्वतीयसमुद्रतटमुपगच्छति तदा पोतस्थजन प्रथम पर्वतशिखरमात्र पश्यति, पुनश्च पर्वतमध्यभाग पश्यति, अन्ततश्च पर्वतमूलवर्तिप्रदेशानीक्षते। अयमपि घटनाक्रम पृथिव्या समतलत्व निराकरोति।

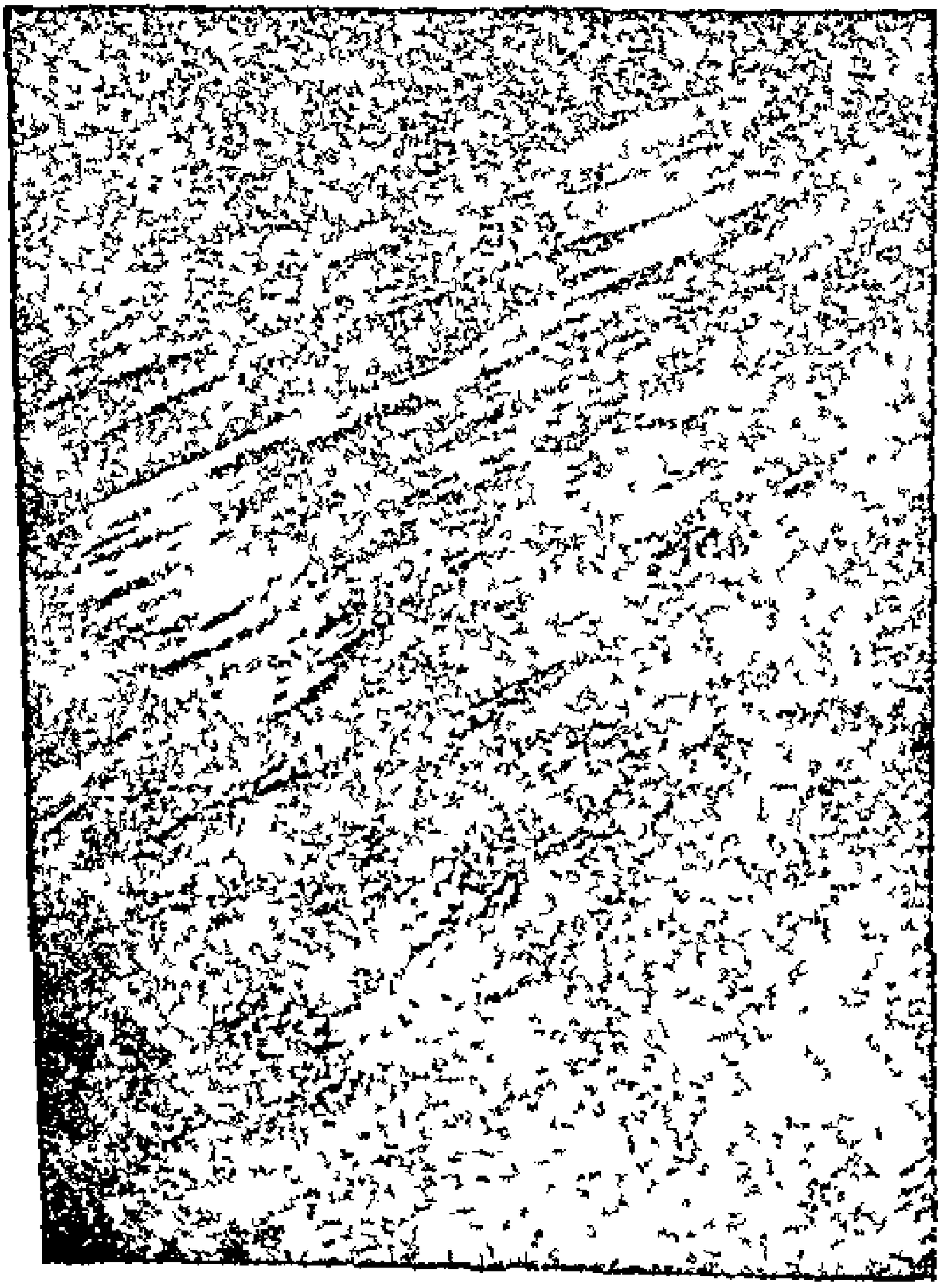
(आ) सूर्योदय सर्वत्र एकस्मिन्नेव समये न भवति, पूर्ववर्तिदेशेषु सूर्योदय पूर्वं भवति, पश्चिमवर्तिदेशेषु च पश्चात्। अत एव पृथिवी समतला न, अन्यथा सर्वत्र समकाल्मेव सूर्योदयो भवेत्।

(इ) चन्द्रग्रहणे चन्द्रस्य तिरोहितभागो गोलाकारः। चन्द्रग्रहण तदैव सम्भवति यदा चन्द्रसूर्ययोर्मध्ये पृथिवी आगच्छति। चन्द्रे पतिता भूमा एव प्रावकारणम्। यदि पृथिव्या आकारो गोलेतरो (यथा त्रिकोणाकार) भवेच्छाया प्रतिबिम्बमपि गोलेतर (यथा त्रिकोणाकार) भवेत्। गोलवस्तुन एव प्रतिबिम्ब सर्वदा गोलम्, नान्याकारवस्तुन।

(ई) कश्चिज्जनो यथा यथा स्वस्थानाद् उत्तरदिशि दक्षिणदिशि वा गच्छति तथा तथा स खलौ नवीन नक्षत्रमण्डलमवलोकते। नूतननक्षत्रमण्डलानामालोकन क्षितिजाना भिन्नत्वाच्च सम्भवम्। क्षितिजाना भिन्नत्व गोलाकारे एव सम्भवम् (द्रष्टव्य § १.५१) (क्षितिजवस्तुनो भूगोलस्य भूपृष्ठवर्तिनी स्पर्शरेखा, स्पर्शरेखाया भिन्नत्व गोलाकारवस्तुन एव, समतलवस्तुन एवैव स्पर्शरेखा)। अत एव पृथिवी यदि समतलचक्राकाराऽभविष्यत् स्थानपरिवर्तनेन न नूतननक्षत्रचयन नयनपथमागमिष्यत्। एवमपरिचितनक्षत्रमण्डलस्य दर्शन समर्थयति पृथिव्या गोलाकारत्वम्।

(उ) यथा यथा नरो निरक्षदेशाद् उत्तरदिशि गच्छति तथा तथा ध्रुवस्योन्नतांशा अधिका भवन्ति। निरक्षदेशे तु ध्रुव क्षितिजलग्न, अर्थाद् उन्नतांशास्तस्य शून्यमिता। यथा यथा नर उत्तरदिशि चलति, ध्रुवस्योन्नतांशा उत्तरोत्तरा वृद्धि प्राप्नुवन्ति। अन्ततो ध्रुवप्रदेशे ध्रुव खस्वस्तिके वर्तते, अर्थात्तस्योन्नतांशा नवतिमिता भवन्ति। पृथिवी यदि गोलाकारा ना भविष्यद् ध्रुवस्योन्नतांशा सर्वत्र सममिता अभविष्यन्।

(ऊ) यूरोपीयदेशेषु मध्ययुगात् प्राक्ष्य नाविका विशालजलपोतमारुह्य सुदूरदेशानपि अगच्छन्, तेषामनुभवोऽप्येष यत् पृथिवी समतला न। एकस्मात् स्थानात् प्रस्थितास्ते



पृथिव्या गोलाकारत्व स्पष्टमत्र दृश्यते।

ऊर्ध्वादधोगतिम्, ऊर्ध्वारोहणञ्चान्यभवत्। यदा रामलक्ष्मणौ एव गच्छन्तः पुनः प्रस्थानस्थलमागच्छन्। अतः पृथिवी गोलाकारैव।

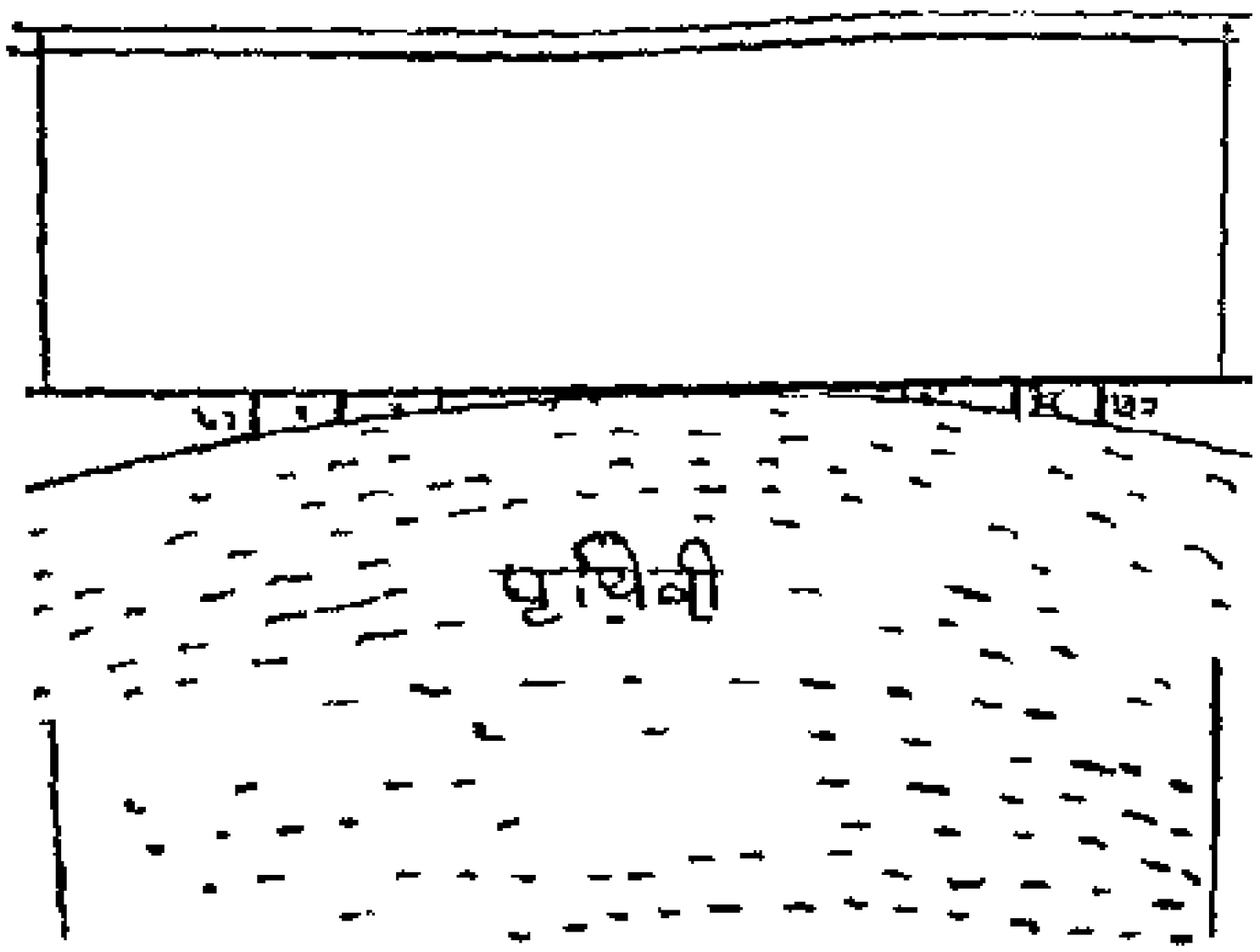
आधुनिककाले उपर्युक्तान्येव प्रमाणानि वेधोपलब्धसूक्ष्मगणनया नवीनतमयन्त्रोपलब्धनिरीक्षणैर्वैज्ञानिकपद्धत्या च परिपुष्टतां लभन्ते। नवीनतमं प्रमाणमग्निबाण द्वारा भूव फोटो चित्रम्। नातिपूर्वस्मिन्वर्षे १९४७ तमे वत्सरे मार्चमासस्य ७ तमे दिनाङ्के 'न्यूमेक्सिको' स्थान एकोऽग्निबाण आकाशे प्रक्षिप्तः। १०१ क्रोशार्धोच्चं यं आकाशयानस्थं 'कैमरा' यन्त्रेण पृथिव्या यद् फोटोचित्रं गृहीतं तदत्र दत्तम्। १४ पृष्ठस्थेन चित्रेण पृथिव्या गोलाकारत्वं सुस्पष्टमेव दृश्यते।

पृथिव्या गोलाकारत्वमेव न केवलमाधुनिकज्योतिर्विद्भिः सुप्रमाणितम्, गोलत्वपरिमाणमपि सुनिर्रूपितम्। गोलत्वमानं (वक्ष्यमाणम्) एव क्रियते। एकं सुदृढं क्रोशमितदीर्घं लौहदण्डं पोतात् समुद्रमध्ये सुदृढयन्त्रेण मध्यभागाद् लम्ब्यते। यतः पृथिवी गोलाकारा, अतः समुद्रपृष्ठं यानं निम्नतामधिगच्छति, लौहदण्डस्य च उभौ कोणौ समुद्रपृष्ठात् किञ्चिदूर्ध्वे तिष्ठतः। सूक्ष्मनिरीक्षणेनेदम् ऊर्ध्वत्वम् अष्ट इञ्च मितम्, अर्थात् पृथिवी क्रोशार्धे अष्ट इञ्च मित निम्नत्वं भजते। निम्नत्वमिदमन्तरयोगेण च भिद्यते, अर्थात्

२ क्रोशार्धान्तरेण $२^२ \times ८ = ३२$ इञ्चतुल्यम्।

३ क्रोशार्धान्तरेण $३^२ \times ८ = ७२$ इञ्चतुल्यं भवति।

निम्नचित्रमिदं प्रदर्शयति—



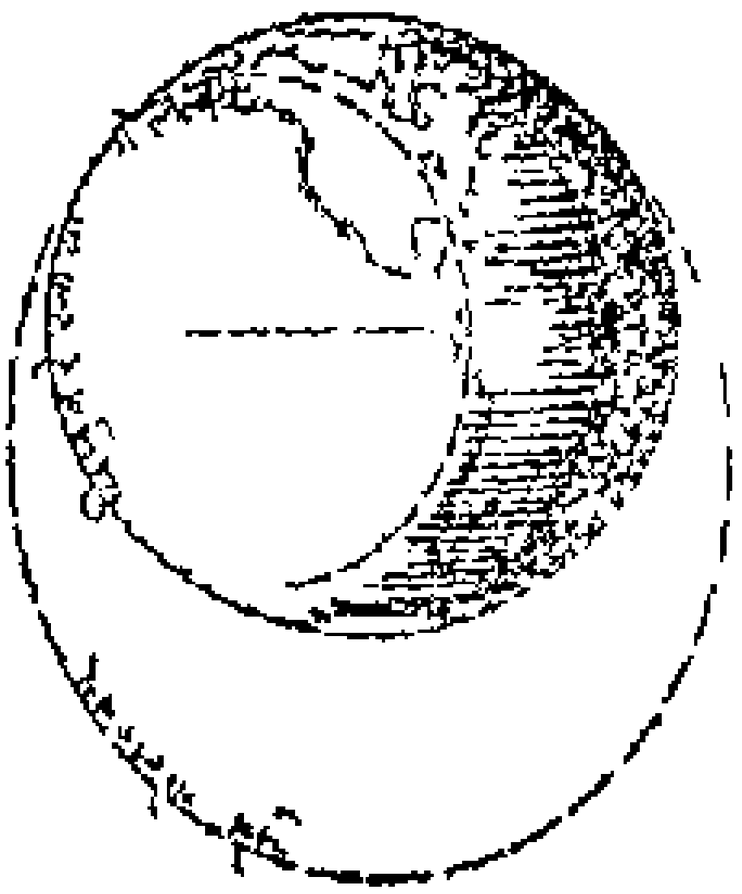
गोलत्वमापनयनम्

२.११ पृथिव्या ध्रुवनिम्नता

पूर्वानुच्छेदे पृथिव्या गोलाकारत्वं प्रमाणपुरस्सरं व्याख्यातम्। परन्तु पृथिवी सर्वथा गोलाकारा न, तस्या ध्रुवप्रदेशौ किञ्चिद् निम्नावेव। यदि पृथिवी साकल्येन गोलाकाराऽभविष्यत्

तर्हि देशान्तरवृत्तानि सर्वथा वृत्ताकाराणि, देशान्तरवर्तिनः कस्यचिद्देशस्य दीर्घत्वं सर्वत्र समानमेवभवेत्। परन्तु देशान्तरवृत्तानि दीर्घवृत्ताकाराणि, अक्षांशस्य दीर्घत्वञ्चासमम्। निम्नलिखितसारिण्यामक्षांशस्य दैर्घ्यं सूक्ष्मतया परिमाप्य लिखितम्—

निरक्षप्रदेशे	एकस्याक्षांशस्य	दीर्घत्वम्—	६८.७०८	क्रोशार्धमितम्।	
२०° अक्षांशप्रदेशे	,, ,,	,,	६८.७८६	,,	,, ।
४०° ,,	,, ,,	,,	६८.९९३	,,	,, ।
६०° ,,	,, ,,	,,	६९.२३०	,,	,, ।
८०° ,,	,, ,,	,,	६९.३८६	,,	,, ।



उपरिलिखितसारिण्या सुस्पष्टं यद् ध्रुवप्रदेशे एकस्याक्षांशस्य दीर्घत्वमधिकम्, अर्थाद् देशान्तरवृत्तानि ध्रुवप्रदेशे किञ्चिन्न्यूनमानयो वलन्ति लक्ष्यन्ते, अर्थात्तानि किञ्चिन्मानदीर्घवृत्ताकाराणि। पार्श्वलिखितचित्रेण कथं देशान्तरवृत्तस्य दीर्घवृत्तत्वाद् अक्षांशदीर्घत्वेऽन्तरमापततीति प्रदर्श्यते।

२.१२ ध्रुवनिम्नतायाः मानम्।

पृथिव्या गोलत्वम्—विषुवरेखायां सुमेरौ च। पृथिव्या व्यासश्च

निरक्षप्रदेशे पृथिव्या व्यासस्य परिमाणं ७९२६.६८ क्रोशार्धमितम्, परन्तु ध्रुवप्रोतव्याप्ते (ध्रुवयो. एनां सूत्रं या) ७८९९.८८ क्रोशार्धमित.। विशोधनाद् द्विलब्धात् १३.३५ क्रोशार्धमिता प्रत्येकस्य ध्रुवस्य निम्नता।

$$\text{ध्रुवनिम्नतायाः मानम्} = \frac{\text{महत्तमो व्यास.} - \text{अल्पतमो व्यास.}}{\text{महत्तमो व्यास.}}$$

$$= \frac{२६·७}{७९२६.६८} = \frac{१}{२९७}$$

पृथिव्या ध्रुवनिम्नतामानम् $\frac{१}{३००}$ अन्यूनमेव, अर्थाद् व्यावहारिदृष्ट्या पृथिवी गोलाकारैव। महाप्रयत्नेन रचित सर्वथा गोलं कन्दुकमपि पृथिव्या अधिक ध्रुवनिम्नत्वं भजते। पुनश्च यदि पृथिवी इमामितव्यासार्धेन कन्दुकेन निरूप्यते तर्हि ध्रुवप्रदेशयोः $\frac{१}{३००}$ इयमितं निम्नत्वम्। उच्चतमस्य पर्वतशिखरस्याप्यस्मिन् कन्दुके $\frac{१}{३००}$ इयमित उन्नयो भविष्यति, अगाधसमुद्रस्यच नेतास्यो न लभ्यते।

ध्रुवनिम्नतायाः हेतुरुक्षभ्रमणमस्ति। § तमे सुस्पष्टतया स दाम्यते, द्रष्टव्यमेव।

२.२ पृथिव्या अक्षभ्रमणम्

सर्वे मर्त्या (पृथिवी एषो ग्रहः) यमे पतितो भ्रमन्ति, भ्रमणमिदं परिलक्षयन्ति

निगद्यते। परन्त्वेते ग्रहाः स्वार्क्षं (याम्योदग्मुक्तप्रोतयष्टिं वा) परितोऽपि भ्रमन्ति, भ्रमणमिद-मक्षभ्रमणं कथ्यते। अक्षोऽयं तेषां पिण्डानामन्तर्विद्यते। परिक्रमणे पिण्डो यस्मिन् कक्षावृत्ते परिभ्रमति तस्य वास्तविकी सत्ता, परन्त्वक्षः केवलं काल्पनिकं भ्रुवयोर्लग्नं सूत्रम्।

२.२१ अक्षभ्रमणस्य प्रमाणानि

प्राचीनकाले ग्रीसनिवासिनां मतेन पृथिवी अचलासीत्। 'कापर्निकस'-महोदयस्य पूर्व-मिदमेव मतं सर्वेश्वरीकृतमासीत्। दिनरात्रिविभागस्य विद्यते द्वौ विकल्पौ—(क) पृथिवी पश्चिमदिशः पूर्वदिशं भ्रमति, (ख) समोल एव गदूपः प्रतिदिनं पूर्वस्मात् पश्चिमदिशं भ्रमति। प्राचीनानां विचारे प्रथमो विकल्पो न सम्मतः, परन्तु 'कापर्निकस' महोदयस्य मतेन प्रथम-विकल्प एव सम्मतः। अधुना तु कापर्निकसमहोदयस्यैव मतं सर्वैः स्वीक्रियते। अर्थात् पृथिव्येव प्रतिदिनं पश्चिमदिशः पूर्वदिशं भ्रमति, अथवा अक्षभ्रमणं करोति।

अधो दीयन्ते मुख्यानि प्रमाणानि। एषा 'फूको' महोदयस्य दोलनप्रयोग एव सर्व-प्रथममप्रत्याख्येयमौतिकप्रमाणम्।

(१) दिनरात्रिविभागस्य व्याख्यायामेकस्मिन्याः पृथिव्याः पश्चिमदिशः पूर्वदिशि भ्रमणं सकलखगोलस्य प्रतिदिनं पूर्वदिशः पश्चिमदिशि भ्रमणस्यापेक्षया स्वाभाविकं सरलतरञ्च।

(२) सूर्यचन्द्रोऽन्ये ग्रहाश्च दूरदर्शकयन्त्रेणाक्षभ्रमणं कुर्वन्तो दृश्यन्ते, अतएव पृथिव्या अक्षभ्रमणं युक्तियुक्तम्।

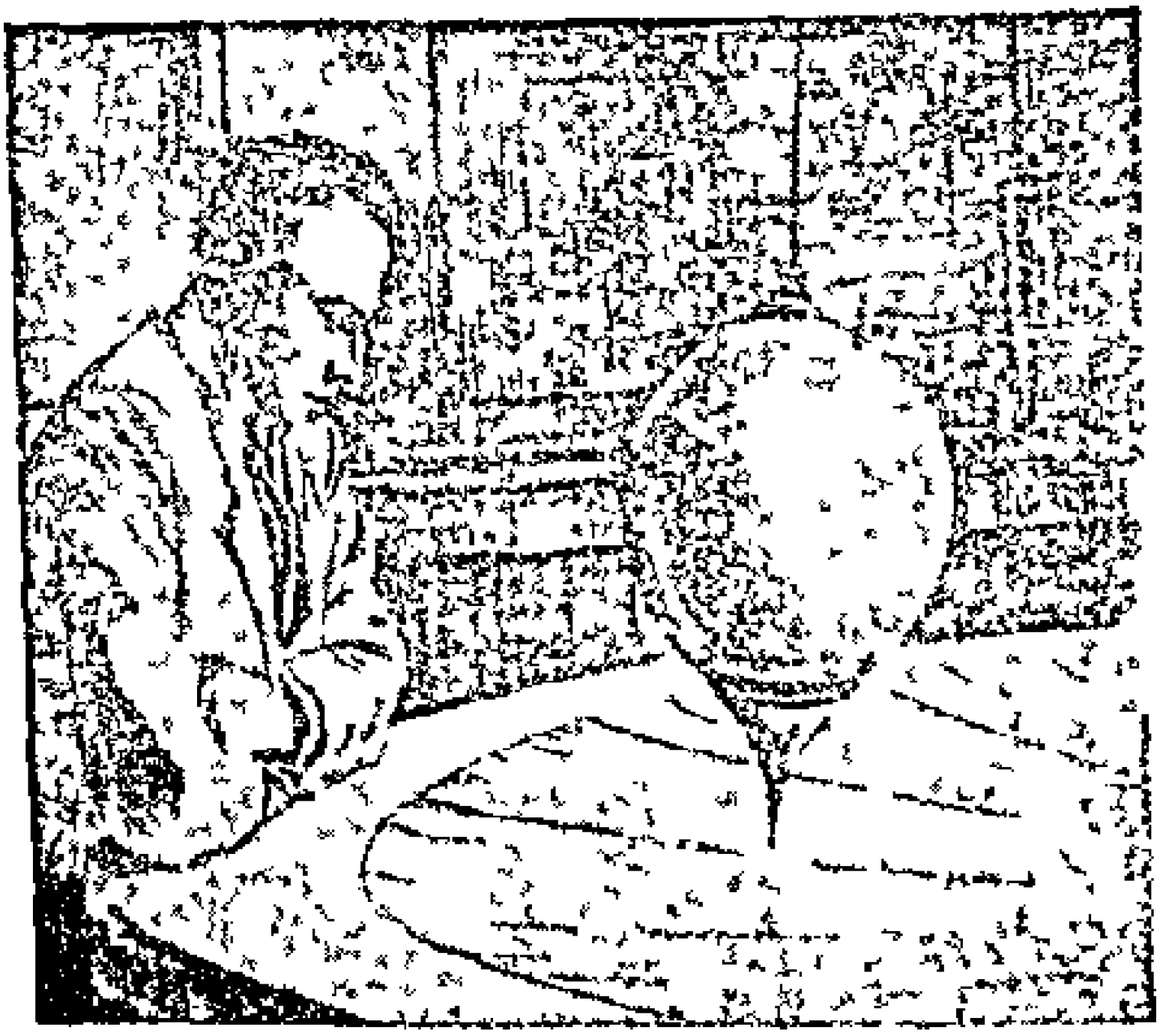
(३) यदि सूर्योऽन्ये ग्रहाश्च सुदूरवर्तिनक्षत्रसमूहश्च (संक्षेपेण सम्पूर्णः खगोलः) प्रतिदिनं पूर्वस्मात् पश्चिमदिशं भ्रमेयुः, तर्हि तेषां मध्योत्सारिणी शक्तिः खलु महती भवेत्। इदन्तु न तथा। अत एव पृथिवी एव अक्षभ्रमणं करोति।

(४) 'भ्यूरन' महोदयेन १६७९-तमे खिस्ताब्दे एकः प्रयोगः कृतः। एकस्मादत्युच्च-हर्म्यशिखरात् सोऽपातयदेकं लौहपिण्डम्। स लौहपिण्डो यथार्थाधोबिन्दोः किञ्चित्पूर्वमपतत्। किञ्चित्पूर्वपतनमिदं पृथिव्या अक्षभ्रमणादेव।

(५) रणक्षेत्रे उत्तरदिक्स्थलक्ष्याभिमुखमक्षितः शरो यथार्थलक्ष्यात् किञ्चित् पूर्वेण पतति, लक्ष्यात् किञ्चित् पश्चिम साक्षितः शर एव लक्ष्ये पतति। एवमेव दक्षिणदिक्स्थलक्ष्ये साधितः शरो यथार्थलक्ष्यस्य किञ्चित् पश्चिमेन पतति। अत एव सिद्धं यत् भूपृष्ठमनु वस्तु पृथिव्या अक्षभ्रमणात् सव्य व्यावर्त्तते। भूगोले अधीतो बालानां क्रमोऽपीदमेव समर्थयति।

(६) १८५१ तमे खिस्ताब्दे फ्रान्सदेशवासी 'फूको'-महोदय एकं लोलकं ('पेण्डु-लमा'ख्ययन्त्रम्) परिभ्रमय्य अक्षभ्रमणस्य समर्थनमकरोत्। एकस्मादत्युच्चहर्म्यशिखरस्य पटलस्य मध्यभागाद् एकेन २०० फिटमितलौहरज्ज्वा एको बृहदय-पिण्डोऽवलम्बितः। अय-पिण्ड-स्याधोभागे एका लौहसूचिका आसक्तासीत्। सा च बालुकापूर्णसमतलभाजनं स्पृशत्येव। तत्पर्शेन बालुकोपरि रेखा कृष्यते। तत्र सर्वाणि प्रयोगवस्तूनि निरन्तराणि संघर्षविहीनानि। प्रयोगे दृष्टं यद् बालुकोपरि कृष्टाया रेखाया दिशा शनैः शनैर्भिन्ना भवति। प्रतिहोरं दिग्भिन्नत्वं पञ्चदशगुणितायाक्षाक्षज्यामितांशाः। अर्थाद् ध्रुवप्रदेशे कृते प्रयोगे दिग्भिन्नत्वं प्रतिहोरं

१५° भवेत्, निरक्षप्रदेशे च न भिमणि दिग्भिन्नत्वमागच्छेत् । 'पेरिस'नगरस्य अक्षांशाः ४८°५०' मिताः, अक्षांशज्या '७५, अत एव प्रतिहोरं दिग्भिन्नत्व ११½° भवेत् । प्रयोगे (फूकोकृते प्रयोगे) दिग्भिन्नत्व ११½° एव आसीत् । यतो लोलकस्य सैव दिशा वर्तते (प्रयोगवस्तूनामतिदलक्ष्यत्वात्), रेखाया दिग्भिन्नता वर्तते, अतः स्वाभाविकोऽयं निष्कर्षो यद् वालुकापूर्णसमतलभाजनमेव परिभ्रमति, अर्थात् पृथिवी परिभ्रमति ।[1] 'फूको'लोलनप्रयोगस्य एक कलाचित्रमधो दीयते ।



फूकोमहोदयस्य प्रयोग·

(७) पृथिव्या ध्रुवनिम्नतापि भ्रमोऽक्षभ्रमण प्रमाणीकरोति । यदा कोऽपि पिण्डोऽक्षभ्रमण करोति तदा तस्मिन् मध्योत्सर्पिणी प्रवृत्तिर्जागर्ति । यथा यथाक्षभ्रमण द्रुततरं भवति तथा तथा मध्योर्ध्वगिनी शक्ति प्रबला भवति । मध्योत्सर्पिशक्तेः पिण्डस्य सर्वेषा कणानामक्षत्वाद् दूरगमनप्रवृत्तिर्भवति । परन्त्वियं दूरगमनप्रवृत्तिर्निरक्षप्रदेशे सर्वाधिका, ध्रुवप्रदेशे न्यूनतमा शून्यसमा, अक्षसमीपत्वात् । अत एव पिण्डस्य निरक्षप्रदेशे किञ्चिद् बहिर्गमी स्फूर्तो वा भवति । यत पृथिव्या एतादृशी स्थिति, अत एव पृथिवी अक्षभ्रमण करोति । ध्रुवोः शनैरेव अतिशीघ्रतराक्षभ्रमणाद् ध्रुवनिम्नताया ज्ञानमधिकलग्नम् ।

२.२२ अक्षभ्रमणवेगः, अक्षभ्रमणकालश्च

पृथिवी प्राय ६० घटिकायां निजाक्ष परित एकं भ्रमण करोति, अर्थात् पृथिव्या अक्षभ्रमणकाल हो २३ मि ५६ से ४·०९ । यत पृथिव्या परिधेरायन्नमान २·०० प्रोन्नार्धानि,

१ लोलकवत् 'आइरेकोव'यन्त्रमपि स्वदिशां न विन्दति । अत एतेन यन्त्रेणापि सरलतया अक्षभ्रमणं सिद्धयति ।

अनस्या प्रतिसेकिण्डं $\frac{२५०००}{२४\times६०\times६०}=\frac{३}{१०}=०.३$ मितं कोणार्धभागं भ्रमति, अथवा प्रतिपत्रं सप्तकोणार्धानि भ्रमति।

२.२३ अक्षभ्रमणवेगे अक्षभ्रमणकाले वा परिवर्तनानि

इह जगति सर्वेषु कार्येषु कालनिश्चयस्यावश्यकता वर्तते। अधुना प्रायः सर्वेषु गण्यवित्त-पुरुषाणां गृहेषु दृश्यन्ते घटिकायन्त्राणि, परन्तु सर्वाणि घटिकायन्त्राणि सर्वदा समकाले सममेव समयं न प्रकटयन्तीति सामान्योऽनुभवः। प्रायस्तेषां भिन्नता जायते। भिन्नता चेयमादर्शघटिकाभिः 'रेडियो'कालसंकेतादिभिर्दूरीक्रियते यदा कदा जनैः। रेडियोसंकेताश्च वेधशालास्थसूक्ष्मसमय-मापकयन्त्रैः संशोध्यन्ते (वेधशालास्थसूक्ष्मघटिकायन्त्राणां विवरणं § दास्यते)। तानि वेधशाला-स्थयन्त्राणि च महता प्रयत्नेन सर्वथा दोषपरिवर्जितानि निर्मितानि, तथापि सम्भवत्येषु सूक्ष्मातिसूक्ष्मकालभेदः। इदमपि परिहर्तुं ज्योतिर्विदो नक्षत्राणां याम्योत्तरवेधैरेव प्रतिदिनं दैनन्दिनयाम्योत्तरोल्लङ्घनसमयस्य पूर्वज्ञानात् कालं संशोधयन्ति। एवं कालसंशोधने याम्यो-त्तरोल्लङ्घनवेधः परमोपयोगी।

परन्तु याम्योत्तरोल्लङ्घनं नक्षत्राणां पृथिव्या अक्षभ्रमणादेव। यदि पृथिव्या अक्षभ्रमण-काले आगच्छेत् कश्चिद् भेदः, सर्वा कालसंशोधनव्यवस्था सदोषा भवेत्, अत एव अक्षभ्रमण-कालविकारः सर्वथा सूक्ष्मातिसूक्ष्मतया निश्चेतव्यः। विकारोऽयं निश्चीयतेऽन्यग्रहाणां वेधैः। चन्द्रकृतनक्षत्राच्छादनसमयः, गुरोरुपग्रहाणां परिभ्रमणसमयः, सूर्यबिम्बे शुक्रस्योल्लङ्घनसमयः— सर्वे एते गणनया गण्यन्ते पूर्वम् (एतेषां सर्वेषां पृथिव्या अक्षभ्रमणकालेन न कोऽपि सम्बन्धः, अत एव पृथिव्याः सत्यपि अक्षभ्रमणकालविकारे न दृश्यते एतेषां वेधेषु कश्चिद् भेदः), ततो वेधेन निश्चीयन्ते, ततो गणनागतसमय-वेधसमययोरन्तरे पृथिव्या अक्षभ्रमणकालविकार इति निर्धार्यते। एवमत्यल्पमितोऽपि कालभेदो निश्चीयते। अत एव ज्योतिर्विद्भिः साधितं यत् पृथिवी अचलत्वेन अक्षभ्रमणं न करोति, काले काले अक्षभ्रमणकाले परिवर्तनं लक्ष्यते, परि-वर्तननियमास्त्वेते—

(१) पृथिवी शनैः शनैरक्षभ्रमणगतिं मन्दीकरोति। फलस्वरूपं दिनस्य मानं

ह्रो मि से

प्रतिशतकं ०.००१६ सेकिण्डभागादधिकं भवति, अर्थात् यदि अद्य दिनमानं २३ ५६ ४.०९०५-

ह्रो मि से

मितं तर्हि संवत्सरानां शतकस्य अनन्तरं दिनं २३ ५६ ४.०९२१-मितं भविष्यति।

(२) अक्षभ्रमणगतौ अनियमितानि परिवर्तनानि दृश्यन्ते। अनियमितकालभेदस्य महत्तममानं ३० सेकिण्डमितं सम्भवत्। १७८९-तमे खिस्ताब्दे पृथिव्या अक्षभ्रमणगतिरकस्मात् मन्दाभवत्, १८९०-तमे खिस्ताब्दे साऽकस्माद् द्रुता जाता।

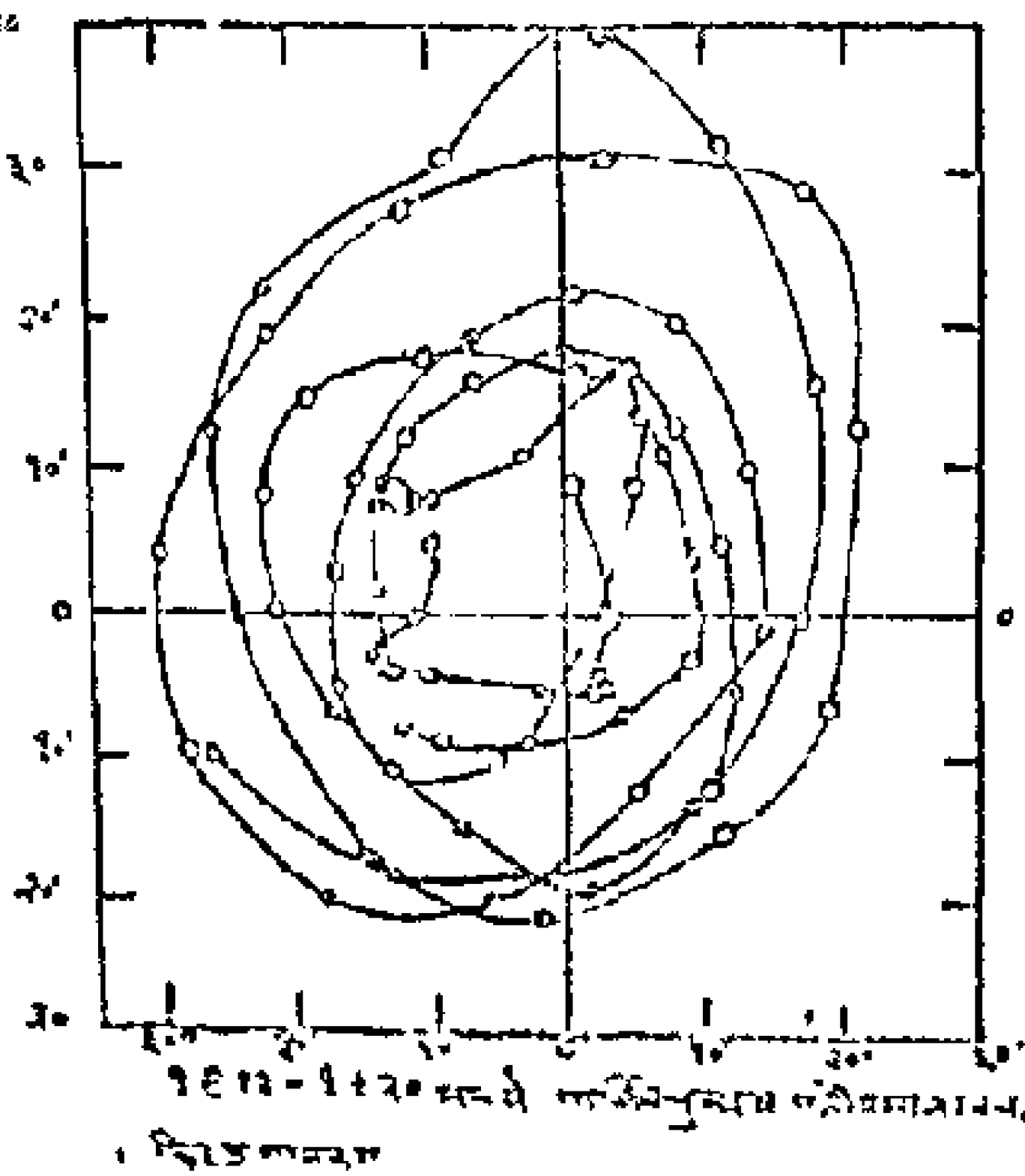
(३) वार्षिकपरिवर्तनमपि गतौ दृश्यते। वसन्ते पृथिव्या गतिर्मन्दा भवति, शरदि द्रुता भवति। अस्मात् कारणाद् दिनमाने महत्तमकालभेदः ०.०००२५ सेकिण्डमितः।

२.२४ परिवर्तनकारणानि

समुद्रमध्ये समुद्राधस्तले आघातानां सङ्घर्षणम्, नदीभिः पृथिवीपृष्ठस्य एकस्माद् भागाद् भागान्तरं जलप्रस्तरकणकानां वहनम्, वायोः ऋतुसम्बन्धि प्रवाहाः, समुद्राधस्तलस्योद्गमनमधोगमनञ्च, सर्वाण्येतानि कालभेदस्य मूले वर्तन्ते।

२.२५ पार्थिवध्रुवयोः (सुमेरुकुमेर्वोः) प्रतीयमानविचलनम्

इष्टस्थानस्य अक्षांशनिर्णयो ध्रुवप्रदेशस्य वेधेनोन्नतांशानधिगम्य भवति, अत एव ज्योतिर्विदः काले काले ध्रुवोन्नतांशानां वेधान् कुर्वन्ति। अद्भुतं दृष्टं तैर्यद् उन्नतांशानां किञ्चिदतिसूक्ष्मातिसूक्ष्मान्तरं दृश्यते काले काले। बहुकालपर्यन्तं वेधान् विधाय तैर्निश्चितं यद् ध्रुवस्य विचलनं पार्थिवध्रुव (सुमेरुकुमेरु)-विचलनाच्जायते। पार्थिवध्रुवयोर्विचलनमिदं अतिसूक्ष्मातिसूक्ष्मम्, अर्थात् प्रत्येको ध्रुवः ४० फिटपर्यन्तमेव विचलति। सर्वाधिकं विचलनमप्येतस्या विकलाया न्यूनमेव। निम्नचित्रे विचलनं प्रदर्श्यते—



ध्रुवविचलनं सर्वप्रथमं 'अल्कर'-महोदयेन गणितेन सूचितम्, पश्चाद् वेधेन निर्णीतम्। ध्रुवो निजमध्यमस्थानाद् द्विप्रकारेण गच्छति। प्रथमप्रकारेणोन्नतांशः ०".१८, आवृत्तिकालः ४१२ दिनानि; द्वितीयप्रकारेणोन्नतांशः ०".०९, आवृत्तिकालश्च १६५ दिनानि।

२.३ पृथिव्याः परिक्रमणम्

प्राचीनकाले ज्योतिर्विदो भूस्थितावादिन आसन्, अर्थात् पृथिवी स्थिरा, सर्वे ग्रहाः ससूर्यचन्द्राः पृथिवीं परितो भ्रमन्ति, सूर्यश्च भगोले एकेन वर्षेण भुव एका पूर्णां प्रदक्षिणां करोतीति तेषां कथनमासीत्। अधुना तु सर्वमेतद् मतं निरस्तम्। हेतुप्रमाणपुरस्सरं सुनिश्चितं यत् पृथिवी एव सूर्यस्य परिक्रमां करोति, न तु सूर्यः पृथिव्या।

२.३१ प्रमाणानि

(१) प्रथमं तु दूरदर्शकयन्त्रैरिदं दृश्यते यत् सर्वे भौमादिग्रहाः सूर्यस्य प्रदक्षिणां कुर्वन्ति। पृथिवी अपि प्रदक्षिणां करोतीति निर्णयः स्वाभाविकः।

(२) अस्य गणितक प्रमाणं केप्लर नियमेन लभ्यते। केप्लरनियमेन $\frac{(\text{ग्रहाणां मध्यमदूरत्वम्})^3}{(\text{प्रदक्षिणाकालः})^2}$ —निष्पत्तिः सदैव स्थिरो राशिः। अत बुधस्य भौमस्य शुक्रस्य शनेश्च $\frac{(\text{मध्यमदूरत्वम्})^3}{(\text{परिक्रमणकालः})^2} = १$ समानो राशिरेव। अत आकर्षणसिद्धान्तेन अनुमानद्वयस्य सम्भावना (क) प्रथम सर्वे ग्रहाः सूर्यं परितो भ्रमन्ति, (ख) द्वितीय सर्वमहान् परितो सूर्यो भ्रमति। द्वितीयस्यायुक्तत्वात् प्रथमानुमानमेव युक्तियुक्तम्। यतो भुवः $\frac{(\text{मध्यमदूरत्वम्})^3}{(\text{परिक्रमणकालः})^2} = १$ अन्यग्रहपरिक्रमणगतस्थिरो राशिः, अत एव भूरपि सूर्यं परितो भ्रमति।

भुवमितो भ्रमतश्चन्द्रस्य $\frac{(\text{मध्यमदूरत्वम्})^3}{(\text{परिक्रमणकालः})^2}$ = अन्यग्रहाणां परिक्रमणगतस्थिरराशेर्भिन्नः, अत एव चन्द्रभुवोराकर्षणशक्तिर्भिन्ना। यदि सूर्यो भूगोलपरिक्रमणकालो भवेत्, तदा तस्यापि चन्द्रतुल्यः स्थिरराशिर्भवेत्। न स तथा, अत एव सूर्यः पृथिव्याः प्रदक्षिणां न करोति। एवमन्वयव्यतिरेकाभ्यां गणितविधया भुवः सूर्यपरिक्रमणं सिद्धम्।

(३) नक्षत्राणां वार्षिकं लम्बनं दृश्यते (विशेषेण द्रष्टव्यः §११.३३) नक्षत्राणां भगोले प्रतीयमाना स्थितिः षण्मासानन्तरं किञ्चिद् भिन्ना भवति, पुनः षण्मासानन्तरं (अर्थात् प्रथमस्थितेर्वर्षानन्तरं) नक्षत्राणि तत्रैव दृश्यन्ते। अनेन भुवः परिक्रमणं सूच्यते।

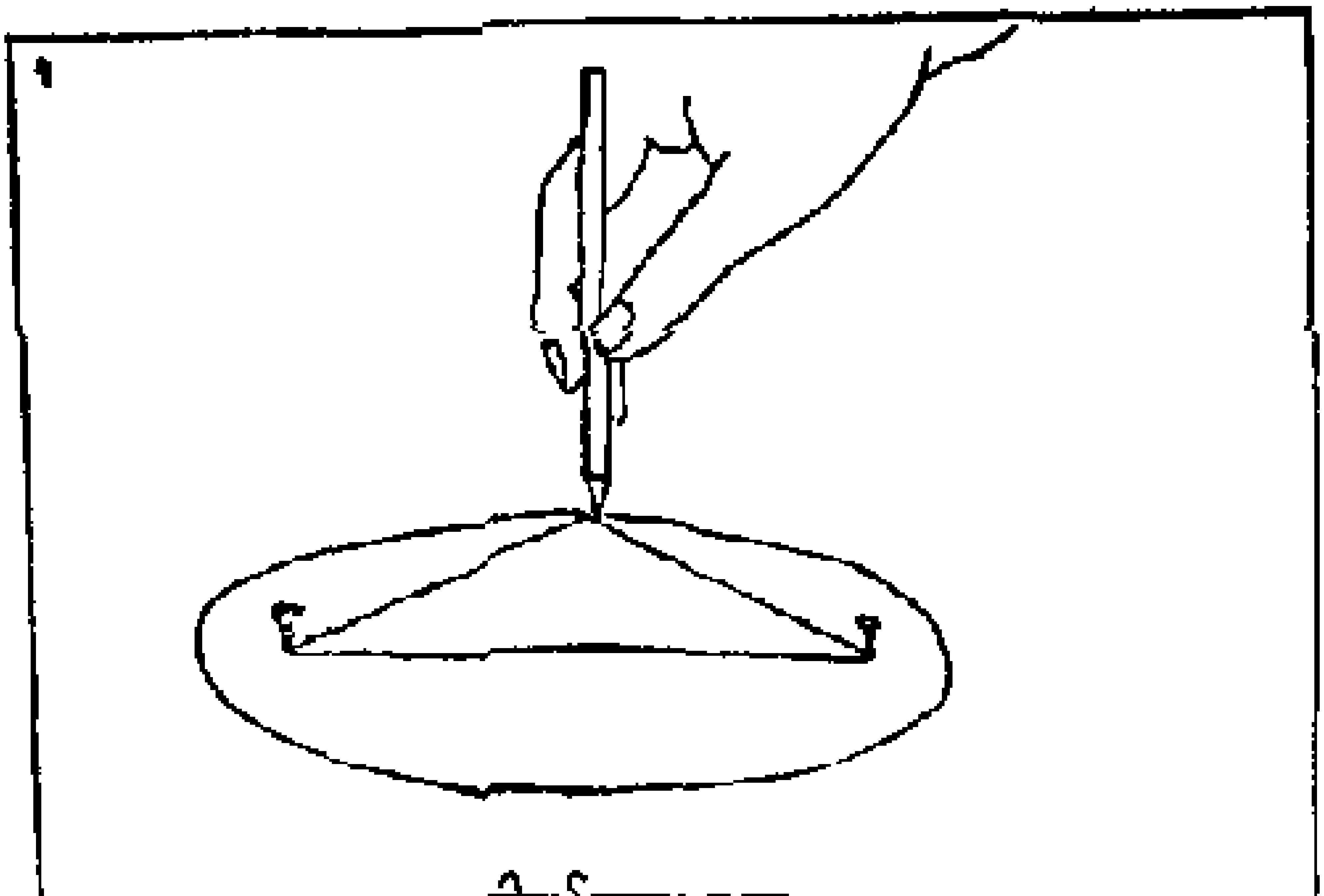
(४) नक्षत्राणां प्रकाशस्य किञ्चिद् मार्गव्युतिर्लभ्यते (विशेषेण द्रष्टव्यः § २.६५)। अनेन प्रकाशस्य सीमितगतित्वं भुवः परिक्रमणञ्च सिद्ध्यति।

२.३२ परिक्रमणमार्गः (भूकक्षा)

पृथिव्याः परिक्रमणकक्षा दीर्घवृत्ताकारा। अस्य दीर्घवृत्तस्य दलैकेन्द्रितात्यल्पमिता। अन्यैकस्मिन्नाभौ तिष्ठति सूर्यः, अन्यो नाभी रिक्त एव। दीर्घवृत्तरचना एवं विधते—

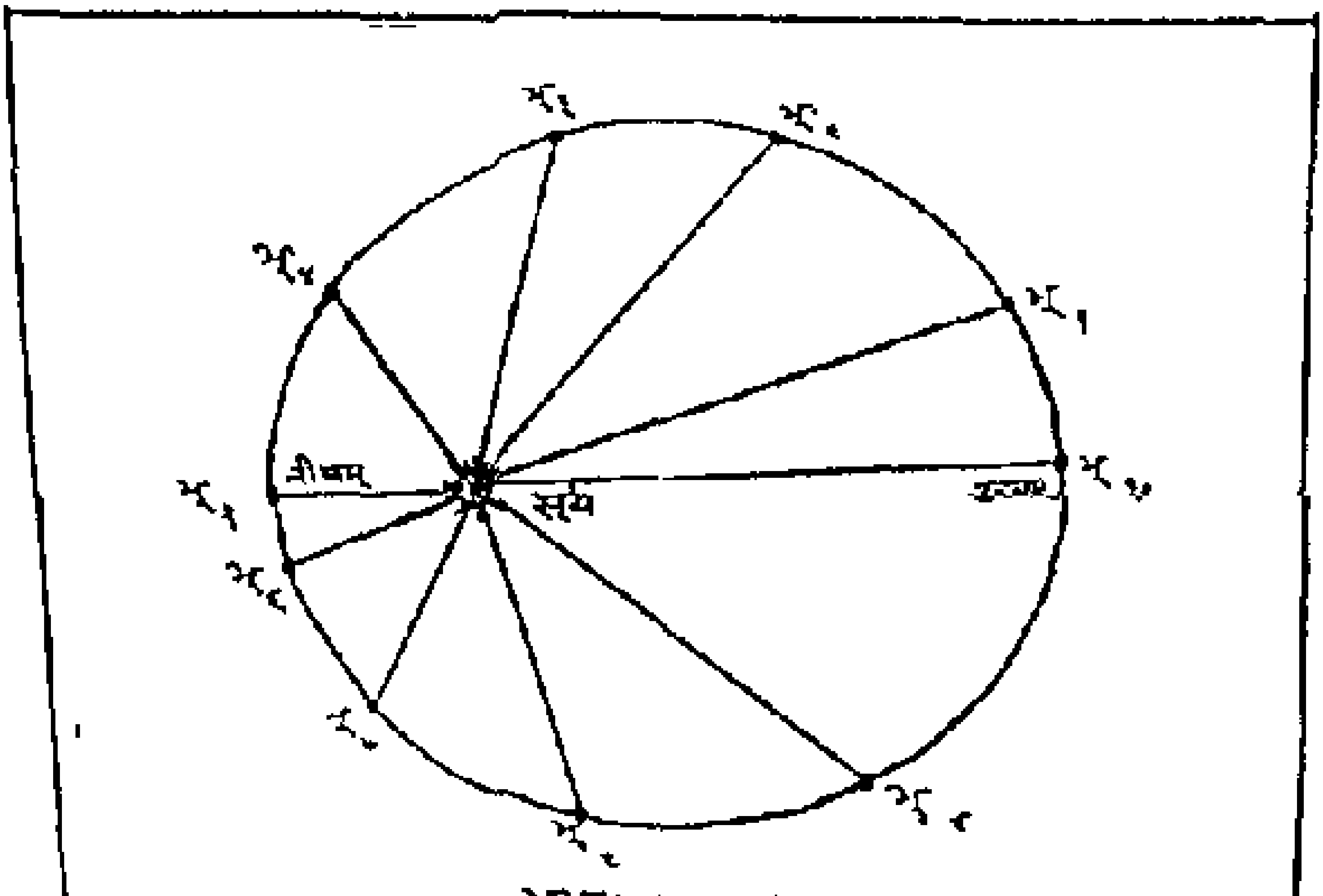
द्वे शलाके किञ्चिदन्तरे दृढं स्थापेते, एकं सूत्रञ्च गृहीत्वा तस्य द्वे कोटी ग्रन्थिना प्रतिबद्धवे, ततो यदि एषा सूत्रमा (अथवा लेखिनीं) गृहीत्वा, तया घनीकृतं सूत्रं तद्

आततत्या समन्ताद् भ्राम्येत्तदा सूत्रभ्रमणेन कल्पित आकारो दीर्घवृत्तं कथ्यते । अत्र द्वे शङ्कवे दीर्घवृत्तस्य द्वौ नाभी, सूत्रदीर्घत्वं = बृहदक्षव्यासः × (१ + उत्केन्द्रता) ।



दीर्घवृत्त रचना

परिक्रमणकक्षाया एव निश्चयः कृतः । सूर्यस्य प्रतीयमानबिम्बव्यासः पृथिव्या दूरत्वापेक्षी, अर्थाद् यथा यथा पृथिवी सूर्याद् दूरं गच्छति तथा तथा सूर्यबिम्बं लघुतरं प्रतीयते, यथा यथा च सूर्यस्य समीपं गच्छति तथा तथा सूर्यबिम्बं दीर्घतरं प्रतीयते । सूर्य-



भूकक्षाभ्रमणम्

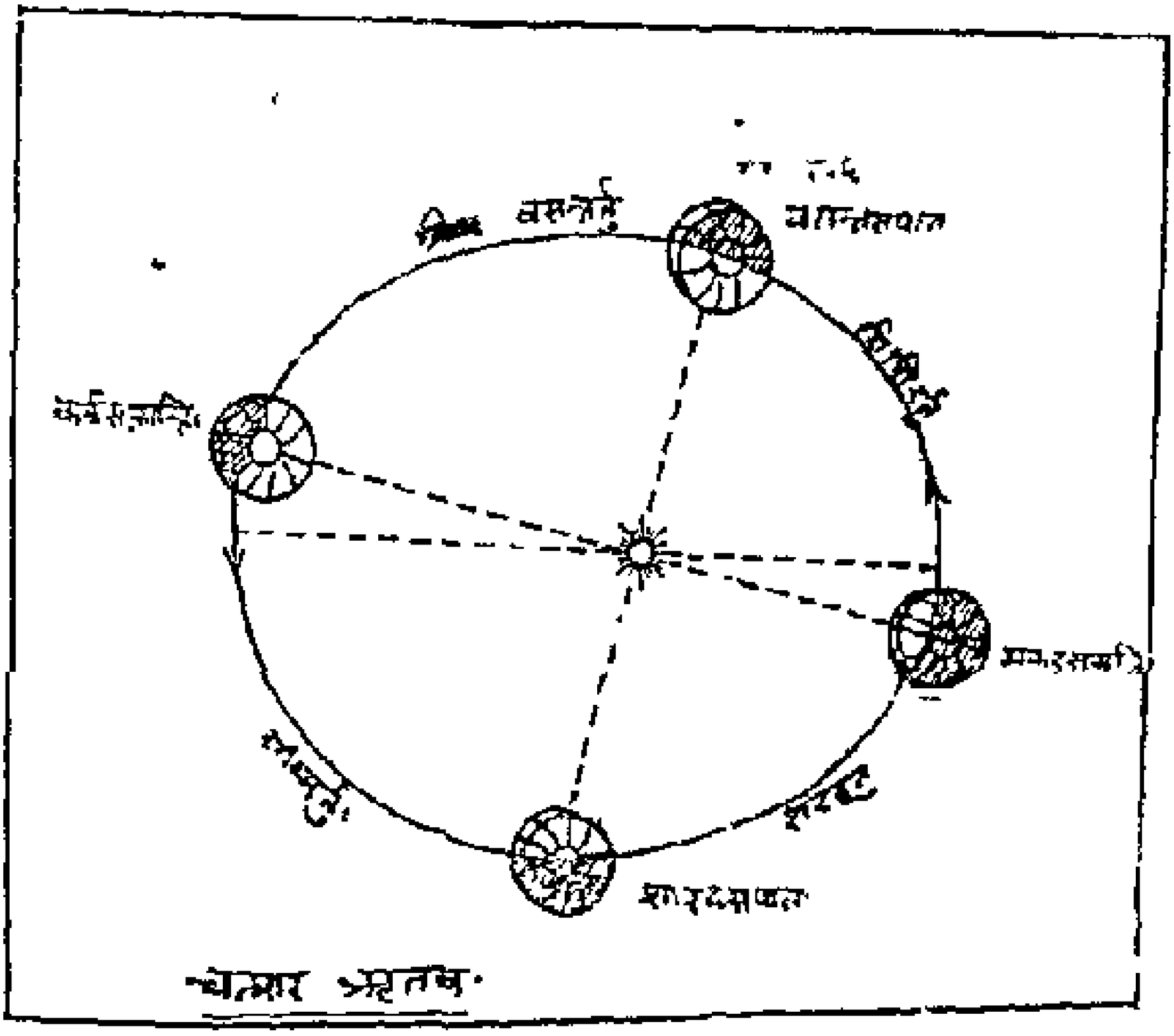
बिम्बस्य प्रतीयमानव्यासस्य च वेधेनोपलब्धिः, दूरदर्शकेनैव सुकरा। अतः प्रतिदिनं सूर्यस्य दूरत्वमपि गणनयक्यम्। दैनिकदूरत्वानां चित्रे आलेखनेन दीर्घवृत्ताकारं क्षेत्रं लभ्यते।

अस्य दीर्घवृत्तस्य उत्केन्द्रितात्यल्पमितैव। तस्य मानं केवलं $\frac{1}{60}$ मितम् (सूक्ष्ममानं ०१६७४)। अनया उत्केन्द्रितया लिखित दीर्घवृत्तं केवलं नेत्राभ्यां वृत्तमिव दृश्यते।

दीर्घवृत्ते यो बिन्दुः सूर्यस्य समीपतमः स नीचबिन्दुः कथ्यते। दीर्घवृत्ते यो बिन्दुः सूर्यात् परमदूरत्वे स्थितः स उच्चबिन्दुः (उन्नं वा) प्रोच्यते। नीचबिन्दुः जनवरी-मासस्य प्रथमदिने, उच्चबिन्दुश्च जुलाई मासस्य प्रथमदिने भवति। नीचस्थपृथिव्याः सूर्याद् दूरत्वं ९,१४,००,००० क्रोशार्धमितम्। उच्चस्थपृथिव्याः सूर्याद् दूरत्वञ्च ९,४४,००,००० क्रोशार्धमितम्। सूर्यस्य प्रतीयमानबिम्बव्यासश्च क्रमशः ३२′ ३६″ कलादिकमितः, ३१″ ३१″ कलादिकमितश्च। सूर्यस्य मध्यमदूरत्वं ९,२९,००,००० क्रोशार्धानि।

२.४ ऋतवः

वर्षे पारचात्यमतेन चत्वार ऋतवः—वसन्तो ग्रीष्मः शरत् शिशिरश्च। वसन्तो वसन्तसंपातात् कर्कसंक्रान्तिपर्यन्तकालः, ग्रीष्मः कर्कसंक्रान्ति-शारद सम्पातमध्यवर्तिकालः, एवं शारदतुः



शारदसंपातात् मकरसंक्रान्तिपर्यन्तकालः, शिशिरर्तुश्च मकरसंक्रान्ति-वसन्तसंपातमध्यवर्तिकालः।

२.४१ ऋतूनां कालावधयः

यत पृथिव्या मन्दकर्ण समकाले समक्षेत्राण्यतिक्रामति, अत एव पृथिवी सूर्यसमीपप्रदेशेषु तीव्रगत्या परिभ्रमति। दूरप्रदेशे अर्धाद्धे मन्दगत्या परिभ्रमति, अत एव सूर्यसमीपप्रदेशेषु ऋतवो ह्रस्वतरा, दूरप्रदेशेषु किञ्चिद्दीर्घतरा, शिशिरो ह्रस्वतम, शरद् किञ्चिद्दीर्घा, वसन्तो दीर्घतरो ग्रीष्मश्च दीर्घतम। सामान्यतया ऋतूना निम्नलिखितानि मानानि—

वसन्त	—	९२	दिनानि	२० २ होरा
ग्रीष्म	—	९३	दिनानि	१४ ४ होरा
शरद्	—	८९	दिनानि	१८ ७ होरा
शिशिर	—	८९	दिनानि	० ५ होरा
आर्तवषर्ममानम्		३६५	दिनानि	५ ८ होराश्च।

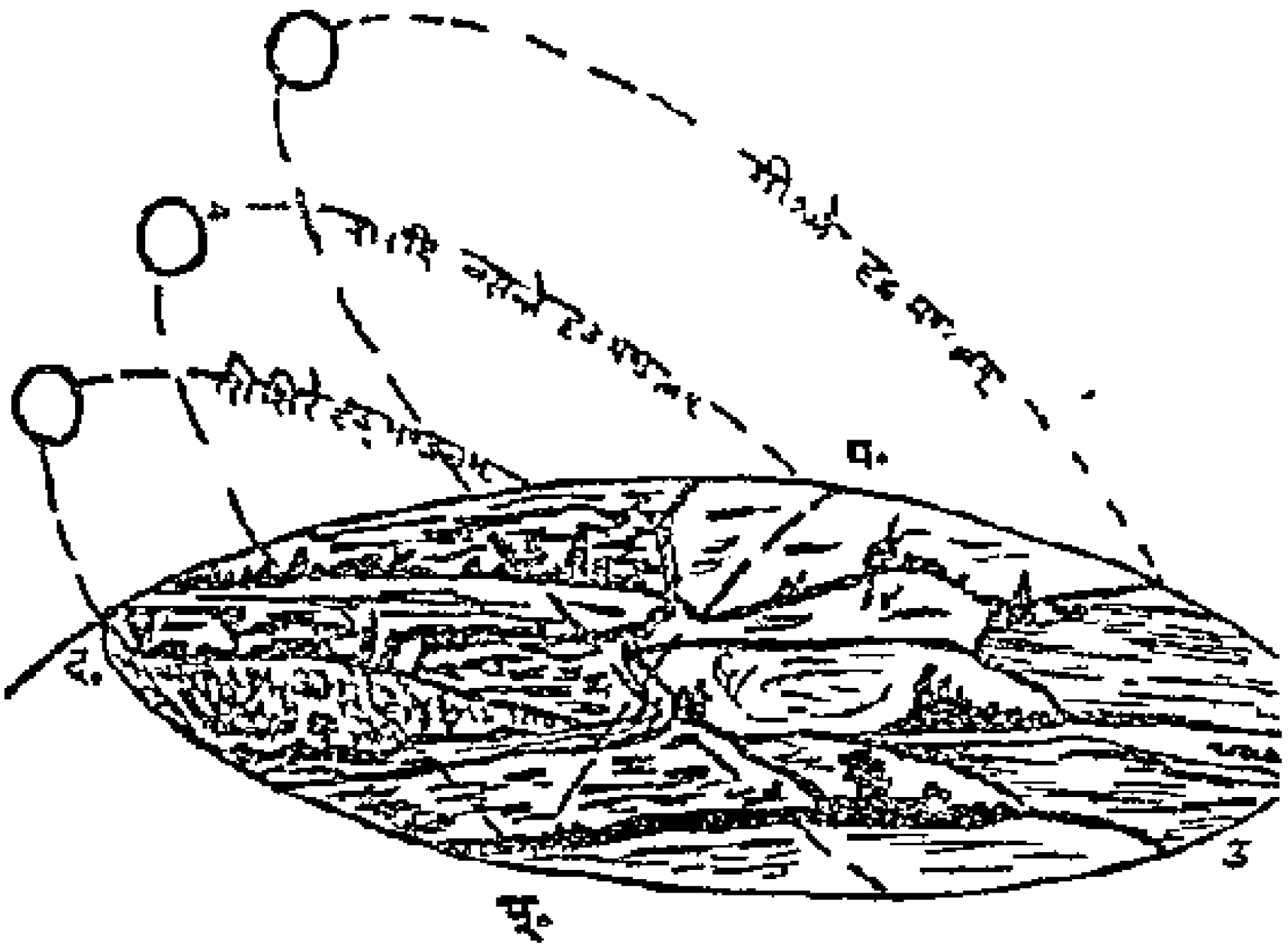
२.४२ ऋतुकारणम्

ऋतूनाम् औष्ण्यस्य शैत्यस्य च कारण सूर्यसन्निधिर्न, यत शिशिरर्तौ भू सूर्यस्य समीपतम वर्तते (भूनीचबिन्दु जनवरीमासस्य प्रथमदिनाङ्के)। तथापि स एव काल शैत्यातिरेकस्य। एव ग्रीष्मर्तौ भू सूर्यस्य दूरतम तिष्ठति (भुव उच्चबिन्दु जुलाईमासस्य प्रथमदिनाङ्के), तथापि न दूरत्वात् कापि न्यूनता औष्ण्यस्य।

तर्हि किं कारण ग्रीष्मे औष्ण्यस्य, शिशिरे च शैत्यस्य? अत्र पृथिव्या अक्षस्य प्रवणता मुख्यो हेतु। यदि पृथिवी स्थिरा भवेत् (अर्थात् भूपरिभ्रमण न स्यात्) तदा न स्याद् ऋतु वैभिन्न्यम्। एकस्मिन् स्थाने सर्वदैक एव तापक्रमो भवेत्। यदि पृथिव्या अक्ष ऊर्ध्वाधर स्यात्तर्हि कश्चित् स्थानविशेष सर्वदा सूर्यं प्रति एकामेव प्रवणता भजेत—निरक्षप्रदेशेषु सर्वदा त्यौष्ण्यम्, ध्रुवप्रदेशेषु सर्वदातिशैत्यम्, अर्थात् स्थानविशेषे सर्वदैक एव तापक्रम। परन्तु वस्तुतो नैवम्। ध्रुवयोर्लग्न सूत्र (अर्थात्, अक्ष) कान्तिवृत्ततलस्योर्ध्वाधरात् २३½° मिता प्रवणता भजते। अक्षोऽप्य भूकक्षाया सर्वदा समानान्तर एकबिन्दुभिमुखश्च, अर्थाद् महावृत्ते अक्षस्य दिशा न परिवर्तते। अक्ष एव स्थिरोऽस्ति यद् ग्रीष्मर्तौ पृथिव्या उत्तरार्ध सूर्याभिमुख, शिशिरर्तौ दक्षिणार्धश्च सूर्याभिमुखो भवति।

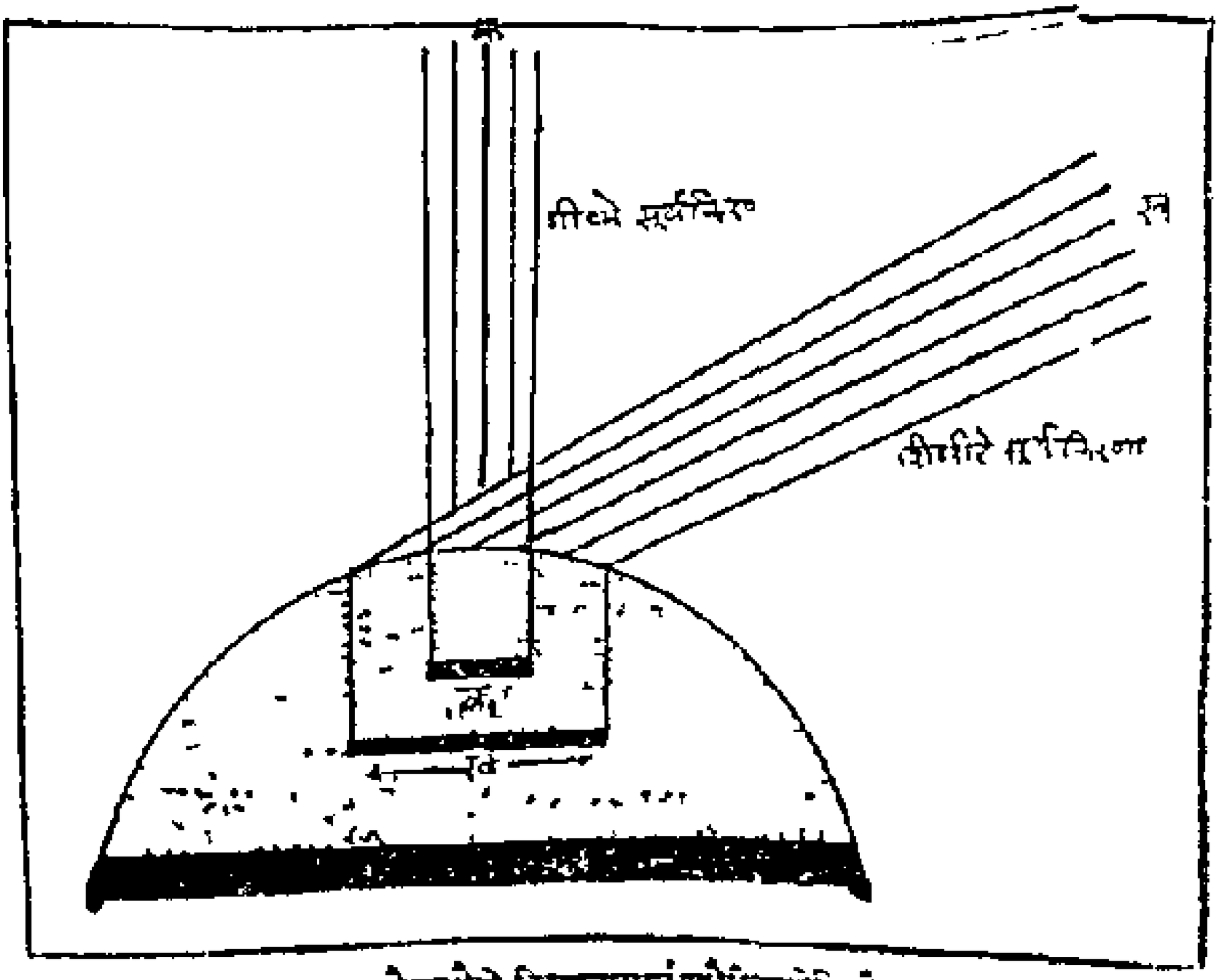
अक्षस्य प्रवणत्वात् सूर्यस्य क्रान्तयश्च विभिन्ना। मकरसक्रान्तौ सूर्य सुदूरदक्षिणे वर्तते, तस्य क्रान्त्यक्षाश्च—२३° ३०′ मिता। वसन्त शरदसपातयो सूर्यो नाडीवृत्ते दृश्यते। कर्कसक्रान्तौ सूर्य सुदूरोत्तरे, तस्य क्रान्त्यक्षाश्च + २३° ३०′ मिता। अत एव सूर्यस्य दृङ्मण्डल मसमम्। २५ पृ० प्रथमचित्रे सूर्यस्य विभिन्नदृङ्मण्डलानि प्रदर्शितानि।

यतो विविधर्तौ सूर्यस्य क्रान्त्यंशा विभिन्ना, अर्थात् भूमण्डले सूर्यकिरणाना विविधकोणेभ्य पातो दृश्यते, अतो विविधर्तौ सूर्यकिरणोपलब्धतापो विविध, सूर्यकिरणोपलब्धतापस्य सूर्यकिरण जनितकोणापेक्षित्वात्। यदि सूर्यकिरणा ऋजव, तर्हि सूर्यकिरणलब्धतापोऽधिक। यदि सूर्यकिरणा कुटिलास्तर्हि सूर्यकिरणलब्धतापो न्यून। इद २५ पृ० द्वितीयचित्रात् स्पष्ट भविष्यति—



भिन्नभिन्नेषु ऋतुषु भिन्नभिन्नानि सूर्यदृङ्मण्डलानि।

[क—अवस्थाया किरणा सृजन', भुवः क—स्थाने विस्तृता.। ख—अवस्थाया किरणाः



ओन्दोये विषुवन्नामदंशौ यदेतिगौ

कुटिला, स—स्थाने विततौ । स—स्थानस्य क्षेत्रफलम् क—स्थानस्य क्षेत्रफलात् महत्तरम् । यत्र किरणाना तापयोग सम, अर्थात् क—स्थाने या तापप्राप्ति सा एव स—स्थाने तापप्राप्ति, अत एव क—स्थानस्य भागविशेषस्य तापप्राप्ति स—स्थानस्य तत्तुल्यभागविशेषस्य तापप्राप्तेरधिका । अर्थात् क—स्थाने स—स्थानापेक्षया औष्ण्यमधिकतरम्]

ग्रीष्मे सूर्यकिरणा ऋजव, शिशिरे च सूर्यकिरणा. कुटिला भवन्ति, अत एव ग्रीष्मे औष्ण्य शिशिरे च शैत्य वर्तते । इदञ्च प्रथम कारणम् ।

पुनश्च शिशिरे सूर्यकिरणस्तिर्यक्त्वाद् वायुमण्डलस्य अधिकभागानुल्लङ्घयन्ति, वायुमण्डलोल्लङ्घने किरणाना तापो हीयते । इय हानिरुल्लङ्घनदैर्घ्याधीना । उल्लङ्घनदैर्घ्यञ्च शिशिरे अधिकम् । अत एव वायुमण्डलप्रतिरोधविनाशात् शिशिरे सूर्यकिरणा न्यूनमात्रया ताप ददति । इदञ्च द्वितीय कारणम् ।

अस्त्येकमपर यत् कारणम् । शिशिरे दिनमानमल्पम्, ग्रीष्मे दिनमानमधिकम् । अर्थात् क्षेत्र विशेष सूर्यात् शिशिरेऽल्पकालपर्यन्त ताप लभते, ग्रीष्मतौ चाधिककालपर्यन्तम् । अत एव तत्र शिशिरे तापस्य न्यूनता, ग्रीष्मे च बहुलता दृश्यते ।

एव किरणाना कुटिलापतनेऽप्य (१) अधिकक्षेत्रे तापप्रसरणम्, (२) वायुमण्डलस्य अधिकोल्लङ्घनम्, (३) दिनमानस्य अल्पतरत्वञ्च शिशिरे शैत्यहेतव ।

२.४३ कथ ऋतुश्चिरायते ?

यदि सूर्यकिरणोपलब्धताप एव औष्ण्यस्य मूले वर्तत तर्हि सर्वाधिकौष्ण्ययुक्त दिन जून मासस्य २२—तमदिनाङ्के भवेत्, सर्वाधिकशैत्ययुक्त दिनञ्च दिसम्बरमासस्य २२—तमदिनाङ्के भवेत् । परन्तु नैव दृश्यते । किमत्र कारणम् ? पृथिवी परितो वायुमण्डल वर्तते । वायुमण्डलमिद तत्पृथिव्यास्ताप बहिराकाशागमनात् प्रतिरुणद्धि । नूनं २२—तमे जूनमासस्य दिनाङ्के पृथिवी सर्वाधिक ताप गृह्णाति, परन्तु तदा तस्या कोणे तावन्मात्रस्तापसञ्चयो न विद्यते यावन्मात्रक प्राय पक्षानन्तरे । अनेनैव हेतुना महाशैत्यमनुभूयते जनवरीमासमध्ये ।

सिद्धान्तोऽय दैनिकशैत्यौष्ण्याना सम्बन्धेऽपि सत्यम् । सर्वाधिकौष्णकालोऽपराह्णो भवति न तु मध्याह्न, एवमेव सर्वाधिकशीतलकालो रात्र्यास्तृतुर्थप्रहरे भवति, न तु द्वितीयप्रहरान्ते ।

२.५ वायुमण्डलम्

अदृश्यरूपेण परमलघुभारवेण वायुना सर्वे प्राणिन प्राणयन्त इति सनातनोऽनुभव । वायुरय वस्तुतो बाष्पाणा मिश्रणमस्ति, पृथिवीमभितो द्विशतक्रोशार्धपर्यन्त मण्डलाकारवायुमण्डले च लभ्यते । वायुमण्डले निम्नलिखितबाष्पाणामुपस्थितिर्दृश्यते—

नाइट्रोजनम्	७७ १६%
आक्सीजनम्	२० ६%

जलीयवाष्पाणि	१·४ %
आरगान-हिलियम-नियम क्रेप्टन-जेननादयः	०·८ %
कार्बनडाइआक्साइडम्	० ०४ %
	१००·०० %

२.५१ वायुमण्डलस्य त्रयः स्तराः

वायुमण्डलं पृथिव्या उपरि ५०० क्रोशार्धपर्यन्तं विततमस्ति। अस्मिन् त्रयः स्तरा दृश्यन्ते—(१) दशक्रोशार्धपर्यन्तम् उष्णमण्डलम्, (२) दशक्रोशार्धात् पञ्चाशत्क्रोशार्धपर्यन्तं स्थिरमण्डलम्, (३) पञ्चाशत्क्रोशार्धात् पञ्चशतक्रोशार्धपर्यन्तञ्च 'आयण'मण्डलम्।

उष्णमण्डले विभिन्नोच्छ्रयेषु विभिन्नास्तापक्रमाः। पृथिवीपृष्ठस्य समीपे उच्चतमः, सर्वाधिकोच्छ्रये निम्नतमः केवलं—५५·६ सेन्टीग्रेडमितः। अत्रैव मेघा अवलोक्यन्ते, अत्रैव च वायुप्रवाहाः स्वोर्ध्वाधोगतिभिः संक्षोभान् उत्पाद्य दूरदर्शकपतितबिम्बे विच्छिद् धूमिलत्वं जनयन्ति।

स्थिरमण्डले मेघा न सन्ति। अत्र च जलीयवाष्पाण्यपि विरलतया विद्यन्ते। मेघहीनेऽस्मिन् स्तरे केवलमल्पघनैतिजवायुप्रवाहाः प्रवहन्ति। अत्र वाष्पाणि प्रायो मुक्तावस्थायैव लभ्यन्ते।

आयणमण्डले केवलं नाइट्रोजनम् आक्सीजनञ्च लभ्येते। अस्मात् स्थानाद् रेडियो तरङ्गाः पृथिवीं प्रति परावर्तन्ति। आयणमण्डलस्य विवरणं § ५.२१५ तमेऽपि दास्यते।

२.५२ प्रकाशकिरणानां वर्तनक्रिया

सर्वे खगोलीयपिण्डप्रक्षिप्तप्रकाशकिरणा वायुमण्डलं भित्त्वा पृथिवीपृष्ठस्थदूरदर्शकयन्त्रे पतन्ति। अत एव ज्योतिर्विद्भ्यो वायुमण्डलस्य प्रकाशकिरणानां विचारस्य चाध्ययनं परममहत्त्वपूर्णमस्ति।

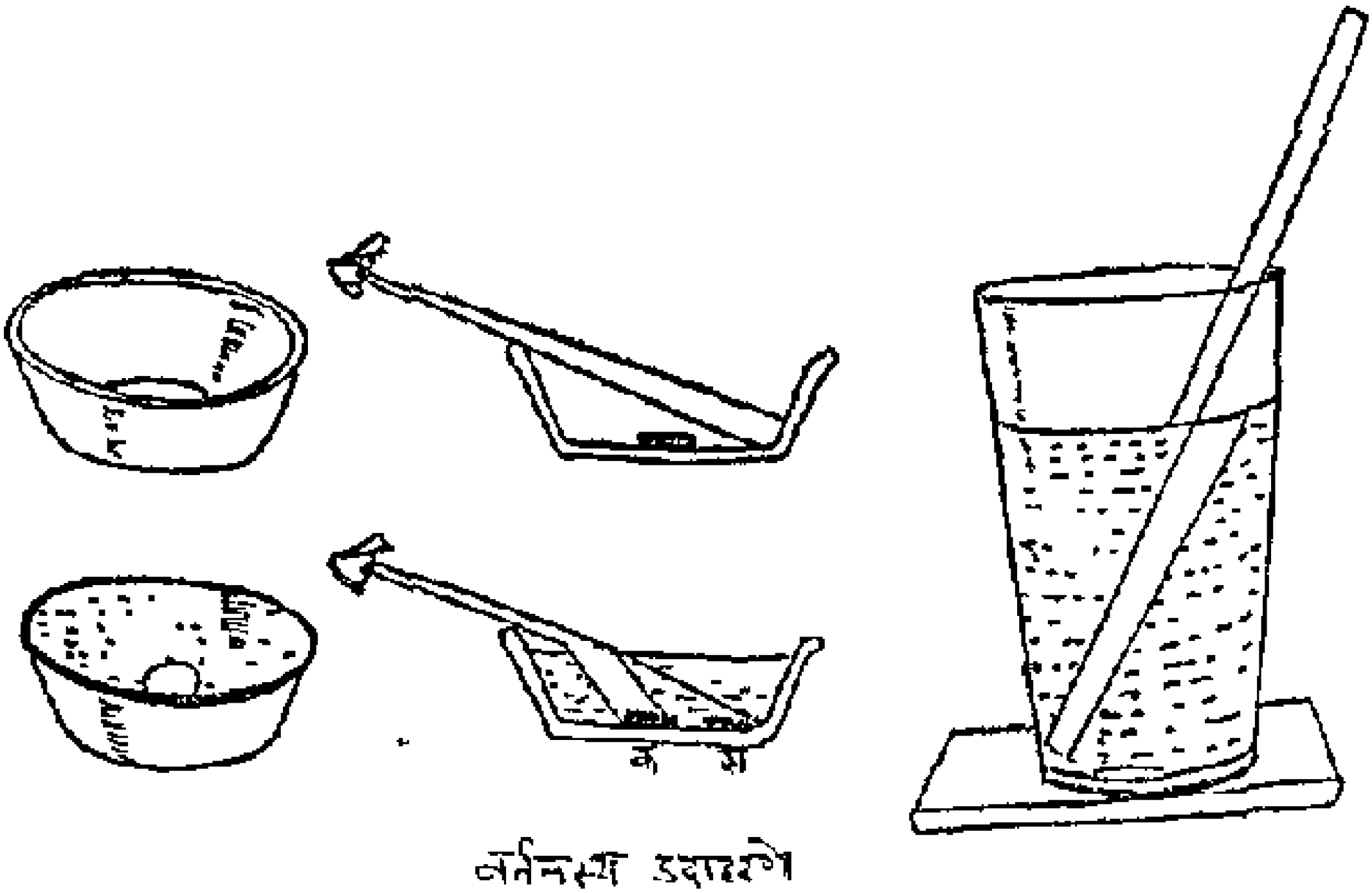
प्रकाशकिरणा विभिन्नघनत्ववतां वस्तूनां माध्यमेन निस्सृत्य काञ्चिद् वक्रां मुग्नां नतिं वा भजन्ते। इयं वक्रता, मुग्नता, नतिर्वा किरणवक्रीभवनं किरणवर्तनं वर्तनं वा कथ्यते।

अस्य वर्तनस्य नैकानि परिचितोदाहरणानि सन्ति।

(१) जलपात्रे अर्धनिमग्नस्य एकस्य सरलकाष्ठदण्डस्य जलमग्नभागो जलाद् बहिर्गतिभागश्च एकस्यां रेखायां न दृश्येते। जलात्ते दण्डः किञ्चिद् मुग्नो दृश्यते।

(२) एकस्मिन् जलविहीनपात्रे अधस्तले एकां रूप्यमुद्रां स्थापयेत्, पात्रस्य पार्श्वं एवं निध्येत् यत् मुद्रा न दृश्यते। यदि कोऽप्यन्यो जनस्तस्मिन् पात्रे जलं पातयति, मुद्रा दानैः दानैर्दृश्यतामेति (चित्रं २ द्रष्टव्यम्)।

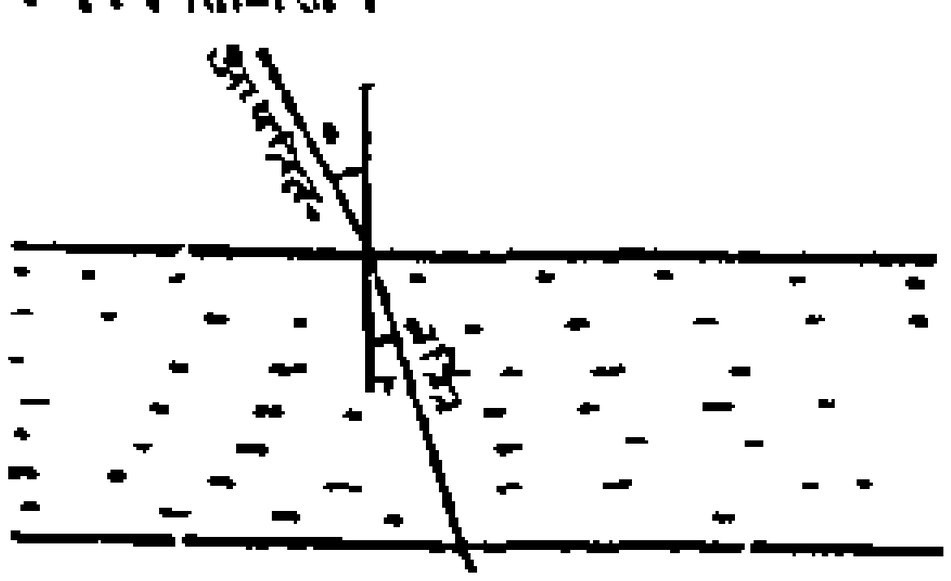
अत्र उभयोरुदाहरणयोर्जलस्य वर्तनशक्तिः प्रयुक्तास्ति। जले वर्तनशक्तिर्विद्यते, तया शक्त्या जलनिमग्नप्रकाशकिरणाः किञ्चिद् भुग्नता भजन्ते।



जलस्य उदाहरणे

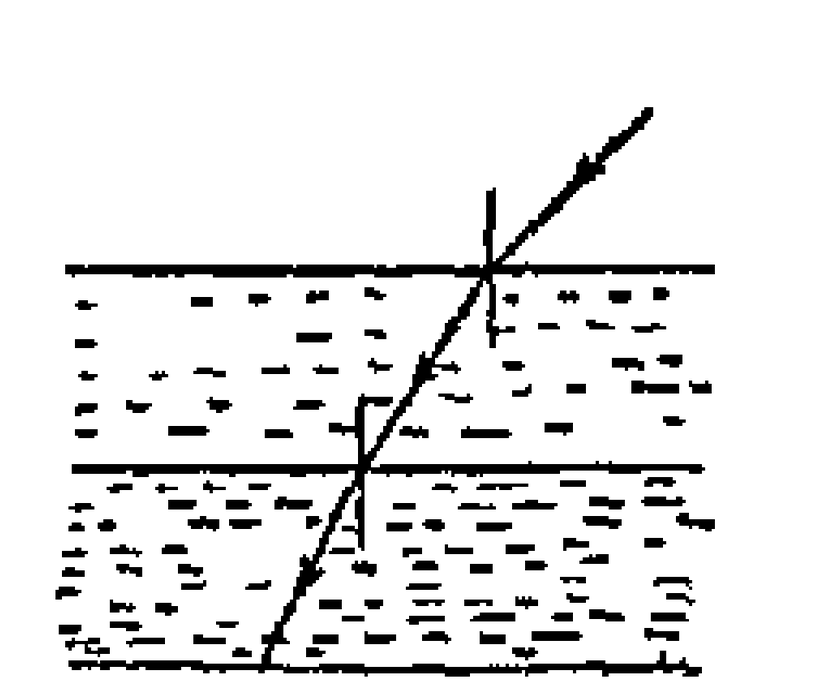
विवरणपूर्णविशेषाध्ययनाय भौतिकशास्त्रमन्था अवलोकनीया। अत्र दिग्दर्शनार्थमेव वर्तननियमाः संक्षेपेण दीयन्ते—

(१) प्रकाशकिरणा यदा जलम् अन्यपारदर्शकवस्तु वा भित्त्वा बहिर्गच्छन्ति तदा तेषां मार्गे किञ्चिद् भिन्नता आयाति, अर्थाद् आपतितकिरणानां दिशा वर्तितकिरणानां दिशया किञ्चिद् भिन्ना दृश्यते। भिन्नतैव वस्तुतत्त्वेषु निर्भरा। निष्पद्यते $\frac{\text{आपतितकोणज्या}}{\text{वर्तितकोणज्या}}$ वस्तुनो वर्तनाङ्कः कथ्यते। जलस्य वर्तनाङ्कः १·३३ मितोऽस्ति।

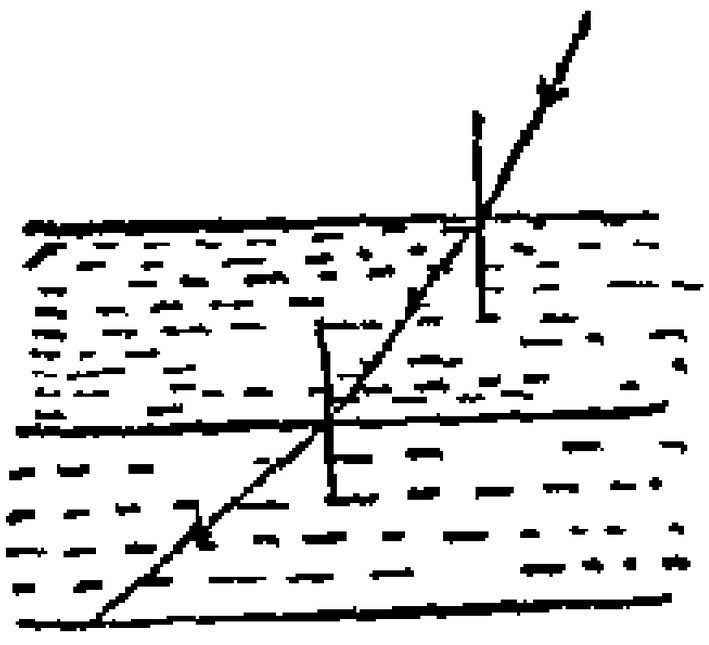


वर्तनम्

(२) यदि किरणा विरलमाध्यमात् सघनमाध्यम प्रविशन्ति, तर्हि तेऽभिलम्बानुकूल



विरलमाध्यमात् सघनमाध्यमम् प्रवेशः

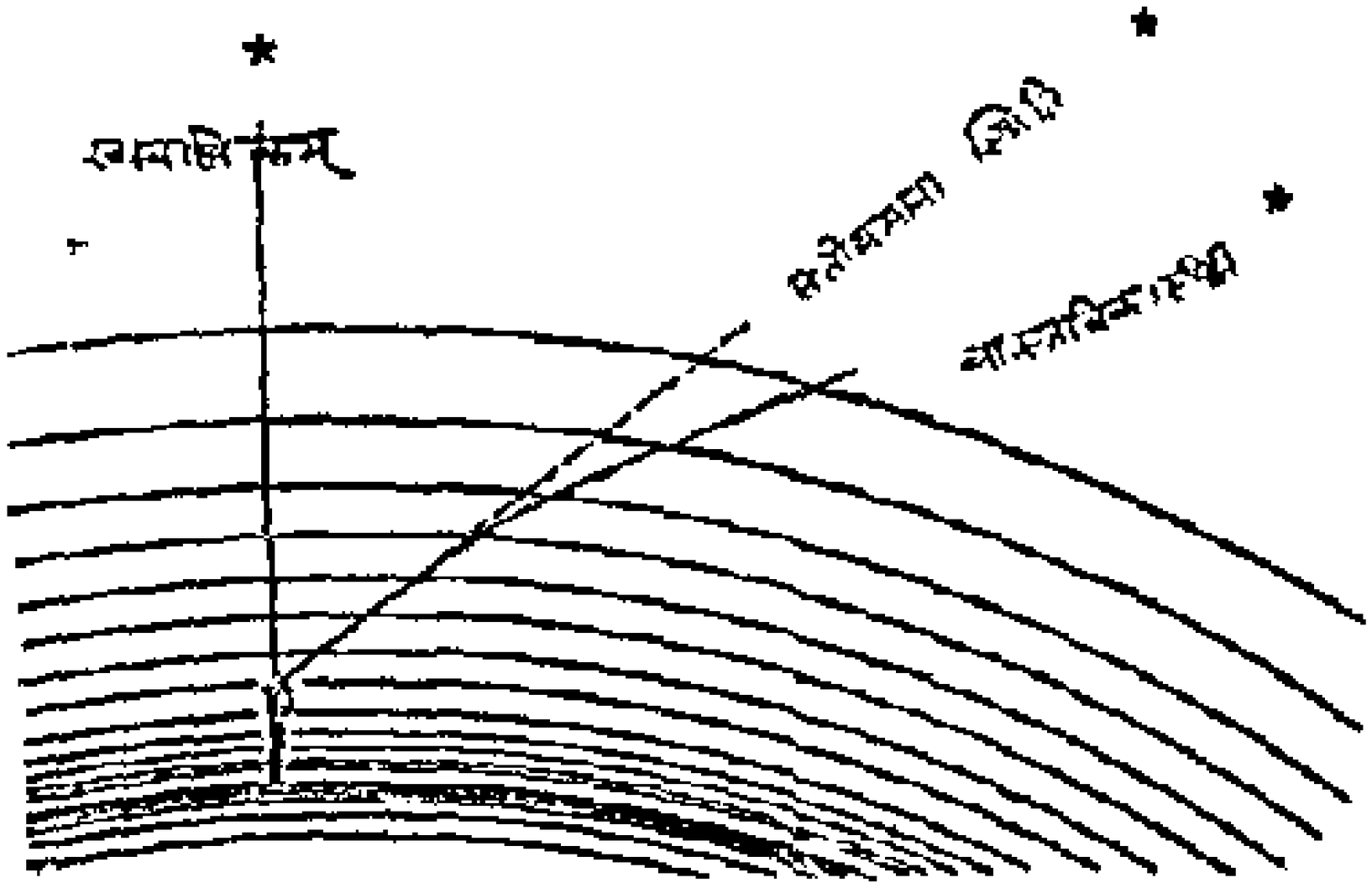


सघनमाध्यमाद् विरलमाध्यमम् प्रवेशः

दिशाया भुग्नता भजन्ते । यदि च सघनमाध्यमाद् विरलमाध्यम प्रविशन्ति, तर्हि तेऽभिलम्ब प्रतिकूलदिशाया भुग्नता भजन्ते ।

२५३ वेधेषु वर्तनजनितसंस्काराः

उपरि वर्णित यत् किरणा विरलमाध्यमात् सघनमाध्यम प्रविश्य अभिलम्बानुकूलदिशाया नतिं प्राप्नुवन्ति । वायुमण्डले उपरिभागे विरलवायवः सन्ति, निम्नभागे च सघनवायवः सन्ति,



वेधे वर्तनजनितसंस्काराः क्रियन्ते ।

अतएव किरणा निरन्तरमभिलम्बानुकूलदिशायां नमन्ति । एवं वस्तुतः क-स्थाने स्थित नक्षत्रं ख-स्थाने दृश्यते, यथा अस्माभिः क-स्थितमुद्रा ख-स्थाने अवलोक्यते । अत एव किरणवर्तनाद्

इष्टनक्षत्रस्य प्रतीयमाननतांशा वास्तविकनतांशेभ्योऽल्पाः, उन्नतांशेन प्रतीयमानोन्नतांशा वास्तविकोन्नतांशेभ्योऽधिका भवन्ति। वर्तनजनितमिदमंशान्तरं विभिन्नेषु उन्नतांशेषु नतांशेषु वा विभिन्नम्। खस्वस्तिकस्थनक्षत्रे किमप्यन्तरं न जायते; क्षितिजलग्ननक्षत्रे च सर्वाधिकमन्तरं जायते। निम्नलिखितसारिण्यां विभिन्नोन्नतांशेषु वर्तनजनितमंशान्तरं दीयते। वेधोपलब्धनतांशेष्विदं संकलय्य, वेधोपलब्धोन्नतांशेभ्यश्चेदं विकलय्य यथार्थनतांशाः प्राप्यन्ते। अर्थात्

यथार्थनतांशाः = वेधोपलब्धनतांशाः + वर्तनान्तरम्।

यथार्थोन्नतांशाः = वेधोपलब्धोन्नतांशाः — वर्तनान्तरम्।

२.५३ सारिणी

प्र. उ.	वर्तनान्तरं	प्र. उ.	वर्तनान्तर	प्र.उ.	वर्तनान्तर	प्र.उ.	वर्तनान्तर	प्र.उ.	वर्तनान्तरं	प्र.उ.	वर्तनान्तर	प्र.उ.	वर्तनान्तरं
०°०′	३३′०″	५°०	१′५४″	१०°	५′१५″	२०°	२′३५	३०°	१′३८″	४०°	१′०८″	५०°	०४८′
०°३०′	२८′२३″	५°३०′	१′०८′	११°	४′४७″	२१°	२′२७″	३१°	१′३५″	४१°	१′०५″	५५°	०४०″
१°०′	२४′२९″	६°००	८′२८	१२	४′२३	२२°	२′२०″	३२°	१′३१″	४२°	१ ०३″	६०°	०३३″
१°३०′	२१′१५″	६°३०′	७′५१″	१३°	४′०३″	२३°	२′१४″	३३°	१′२८″	४३°	१′०१″	६५°	०२६″
२°००′	१८′३५″	७°००	७′२०″	१४°	३′४५′	२४°	२′०८″	३४°	१′२४″	४४°	० ५९″	७०°	०२१″
२°३०	१६′२४″	७°३०′	६′५३″	१५°	३′३०″	२५°	२′०२″	३५°	१ २१″	४५°	० ५७″	७५°	०१५″
३°००	१४′३६″	८°००	६′२९″	१६°	३′१७″	२६°	१′५६″	३६°	१′१८″	४६°	० ५५″	८०°	०१०″
३°३०′	१३′०६′	८°३०′	६′०८″	१७	३′०४″	२७°	१′५१″	३७°	१′१६″	४७°	० ५३″	८५°	० ५″
४°००	११′५१″	९°००	५′४८″	१८°	२′५४″	२८°	१′४७″	३८°	१ १३″	४८°	० ५१″	८९°	० १″
४°३०	१०′४८″	९°३०′	५′३१″	१९°	२′४४″	२९°	१′४२″	३९°	१′१०″	४९°	० ४९″	९०°	० ०″

प्र. उ. = प्रतीयमानोन्नतांशाः तापमानं ५०° वायुपीडनम् २९″६

[चैम्बर्स मैथेमेटिकल टेबिल्स]

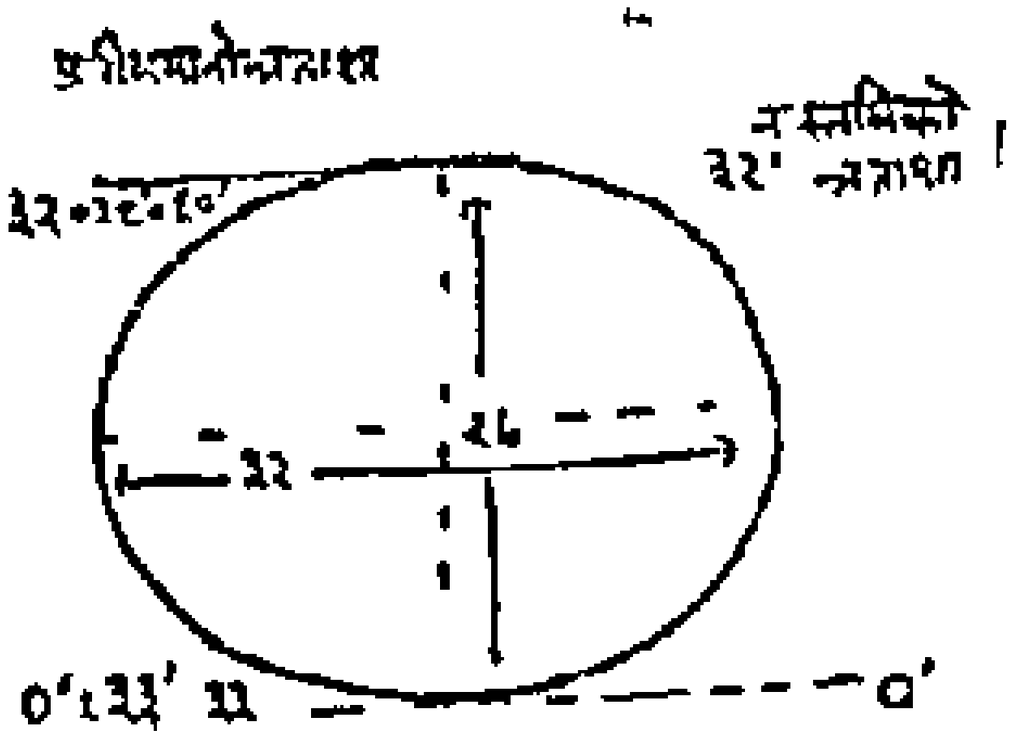
२.५४ वायुमण्डले किरणवर्तनस्य प्रभावः

(१) आकाशो नीलवर्णो दृश्यते—वायुमण्डले असंख्यरजःकणाः सन्ति। प्रकाशकिरणतरङ्गास्तैः समाहता विकीर्णा भवन्ति। विकरणे च ह्रस्वतरङ्गाः सरलतया, दीर्घतरङ्गाश्च कृच्छ्रेण प्रकाशकिरणेभ्यः पृथग् भवन्ति। श्यामवर्णस्य (नीलवर्णस्य) किरणतरङ्गा अतिह्रस्वकाः, झटिति च विकीर्णाः सन्तः आकाशं नीलवर्णेन रञ्जयन्ति।

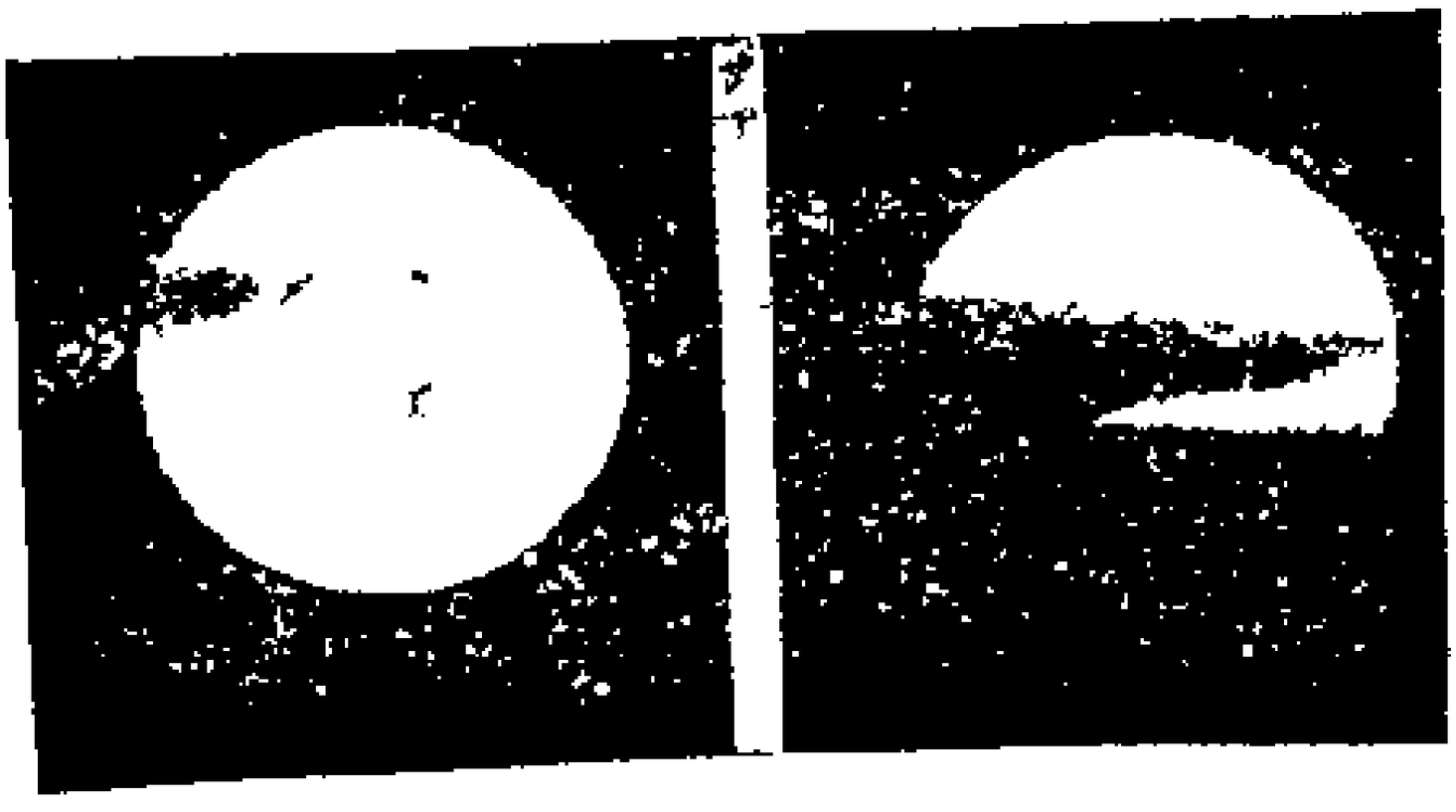
(२) सान्ध्यप्रकाशो रक्तवर्णो दृश्यते—सूर्यस्य क्षितिजलग्नस्य प्रकाशकिरणा वायुमण्डलस्य अधिकभागानुल्लङ्घ्यास्माकं समीपमागच्छन्ति। सुदीर्घमार्गोल्लङ्घनाद् ह्रस्वतरङ्गका नीलवर्णकिरणा विकीर्णा भूत्वा नश्यन्ति, रक्तवर्णस्य तरङ्गा अतिदैर्घ्यादस्माकं समीपमागमने समर्था भवन्ति, अत एव सूर्यचन्द्रौ वा रक्तवर्णौ दृश्येते, सान्ध्यप्रकाशोऽपि रक्तवर्णो भवति।

(३) रात्रावप्युष्णता वर्तते—दिवा दिवाकर पृथिवीं तपति, परन्तु दिवाप्राप्ततापो रात्रावपि वर्तते । अत्र वायुमण्डलस्यैव वय कृतज्ञा यतो वायुमण्डल कम्बलमिवाचरति पृथिवी लब्धतापनिरोधने । वायुमण्डलरज कणास्तापस्य बहिरनन्ताकाशे विल्यन न्धन्ति ।

(४) सान्ध्यमकाशो भवति—वायुमण्डलेपस्थिते प्रभातकाले सायकाले वा सान्ध्य प्रकाशो वर्तते । सूर्यो यथार्थसूर्यास्तानन्तर किमपि काल क्षितिजलग्नो दृश्यते, (अनावधारणीय जम्पानस्थापितमुद्रादर्शनम्—§ २५२ तमे दत्त चित्रम्) पुनश्च सूर्य वस्तुतोऽस्तगतेऽपि सूर्यकिरणा वायुमण्डले पतन्ति, यतो वायुमण्डल पृथिव्यपेक्षया उच्चवर्ति (सायङ्काले उच्चस्थाने निम्नस्थाना पेक्षया निम्बेन सूर्यकिरणा दृश्यन्ते)[1] । एव दिवारात्रिसगमकाले सान्ध्यप्रकाशो भवति ।



(५) सूर्यश्चन्द्रो वा उदयास्तकालयोर्दीर्घवृत्ताकारो दृश्यते—अत्रापि किरणवर्तन हेतु । चित्रे सूर्यबिम्बस्य निम्नतमो भाग क्षितिजलग्न, सूर्यबिम्बस्य उच्चतम भागस्य यथार्थोन्नताशा ३२-कलामिता, सूर्यबिम्बव्यासस्य ३२ कलावत्त्वात् । परन्तु प्रतीयमानोन्नताशा यथार्थोन्नताशेभ्यो भिन्ना । निम्नतमभागस्य उन्नताशा (यथार्थोन्नताशा + वर्णान्तरम्) = ०° + ३३ = ३३ कलामिता, उच्चतमभागस्य प्रतीयमानोन्नताशा (यथार्थोन्नताशा + वर्णान्तरम्) = ३२' + २८' = ६०' कलामिता । एवं प्रतीयमानसूर्यबिम्बस्य व्यास्य



१ 'विहाय सरसिजवनमुष्य कमलिनीवनानि शकुनय इव दिवसावसाने सलोभन सदसिलतासु पर्णशालासु च रचितरतिश्रमा स्थितिमकर्षन्'—कादम्बरी ।

ऊर्ध्वाधरमानं ६०′ — ३३ = २७′ परन्तु क्षैतिजमानं पूर्ववत् ३२′ मितम्। अत एव सूर्यबिम्बं दीर्घवृत्ताकारं दृश्यते, दीर्घवृत्तस्य महाक्षस्य मानं $\frac{1}{2}$३′ = १६′, अल्पाक्षस्य मानं $\frac{2}{3}$७′ = १३′·५ कलादिकम्। चन्द्रोऽप्येवमुदयास्तकालयोर्दीर्घवृत्ताकारो भवति।

(६) दूरदर्शके नक्षत्राणां बिम्बे कम्पप्रभात्वं दृश्यते

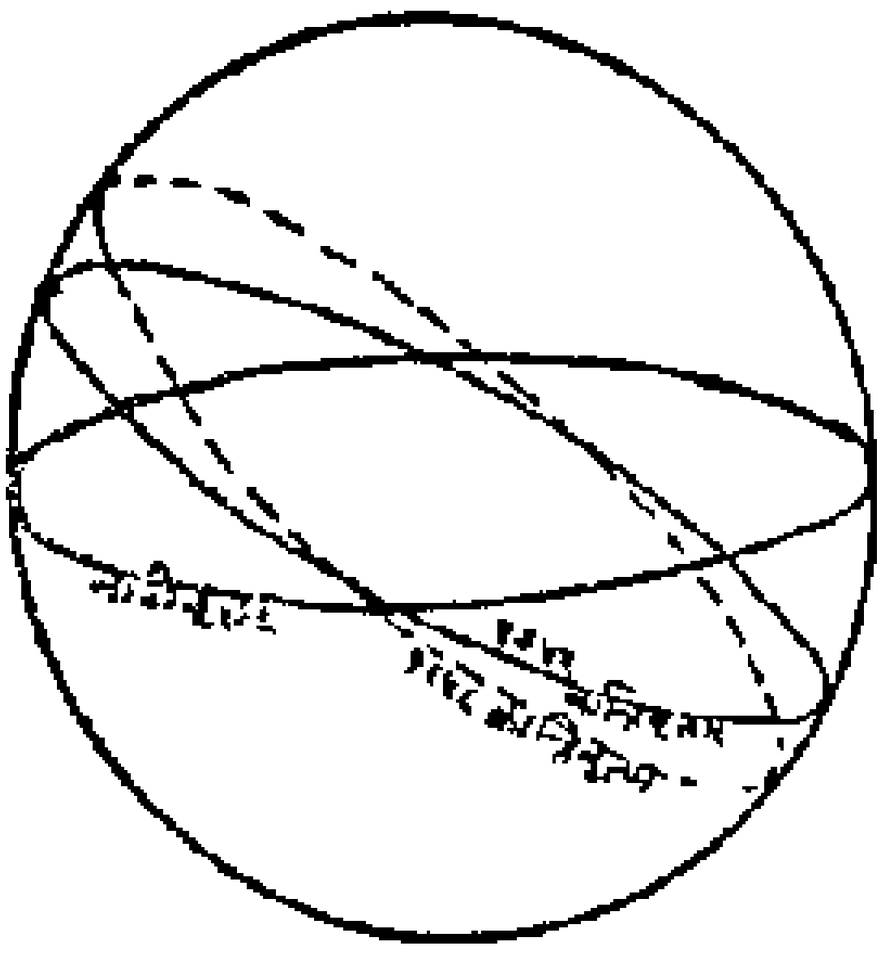
वायुमण्डले वायुविक्षोभा दृश्यन्ते। वायुविक्षोभेषु विभिन्नस्तरेषु विभिन्नतापक्रमा विद्यन्ते। विभिन्नेषु तापक्रमेषु विभिन्ना वर्तनाङ्का भवन्ति। नक्षत्राणां प्रकाशकिरणा विभिन्नैर्वर्तनाङ्कैर्विचलिता भवन्ति, किरणानां प्रभा कम्पमाना दृश्यते दूरदर्शकयन्त्रे। काले काले नक्षत्राणां स्थानच्युतिः नैकवर्णत्वञ्च लक्ष्येते।

(७) ध्वनिसृष्टिर्भवति

अस्य वायुमण्डलस्योपस्थितेरेव वयं परस्परं समर्पितुं समर्थाः। (वायुमण्डलविहीनचन्द्रे सदैव पूर्णा निःशब्दता वर्तते)। वायुर्मुखनिःसृतशब्दतरङ्गान् अपरजनस्य कर्णौ प्रापयति। वाय्वभावे ध्वनिसृष्टिरसम्भवा भवेत्।

२.६ अयनगतिः

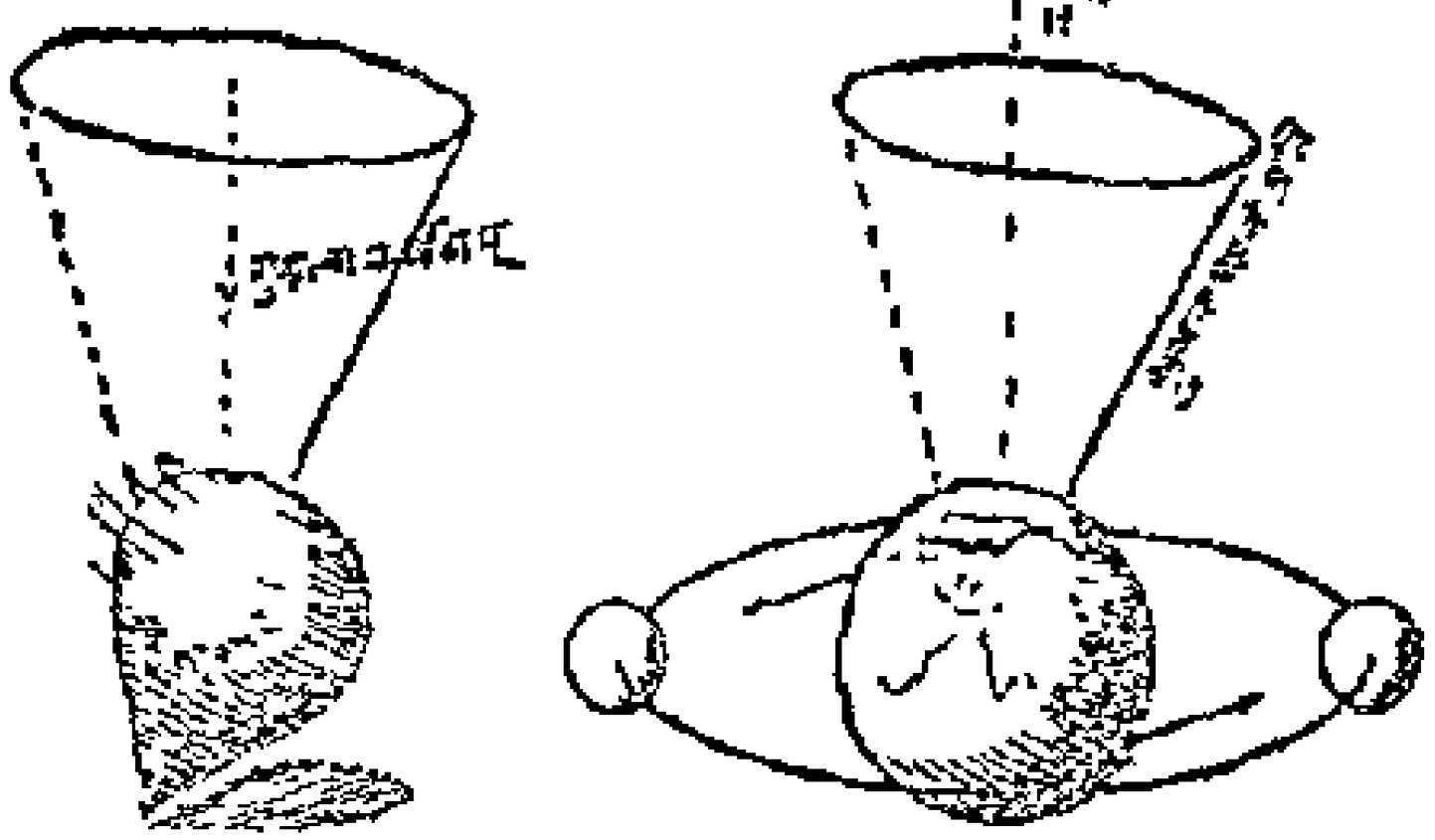
सूर्यो यदा मेषराशेः प्रथमं बिन्दुं स्पृशति तदा वर्षारम्भो भवति। मेषराशेः प्रथमबिन्दुर्मेषसम्पातनाम्ना प्रसिद्धः, यतोऽत्र नाडीचक्रस्य क्रान्तिवृत्तस्य च सपातो विद्यते। अयं वसन्तसम्पातनाम्नापि प्रसिद्धः, वसन्तस्य प्रारम्भे स्थितत्वात्। अस्य मेषसम्पातस्य विचित्रा गतिर्दृश्यते। यस्मिन् वर्षे मेषसम्पातो मेषराशिस्थस्य कस्यचिन्नक्षत्रस्य समीपं दृश्यते, तर्हि आगामिवर्षारम्भे मेषसम्पातः पूर्वनक्षत्रात् कञ्चित् पश्चिमदिशायां दृश्यते, अर्थाद् मेषसम्पातः प्रतिवर्षं किञ्चित् पश्चिमदिशां प्रति विचलति। विचलनमिदं प्राचीनैर्ज्योतिर्विद्भिरपि विदितम्। अस्य विचलनस्य हेतुः पृथिव्या अयनगतिरेव।



२.६१ पृथिव्या अयनगतिः

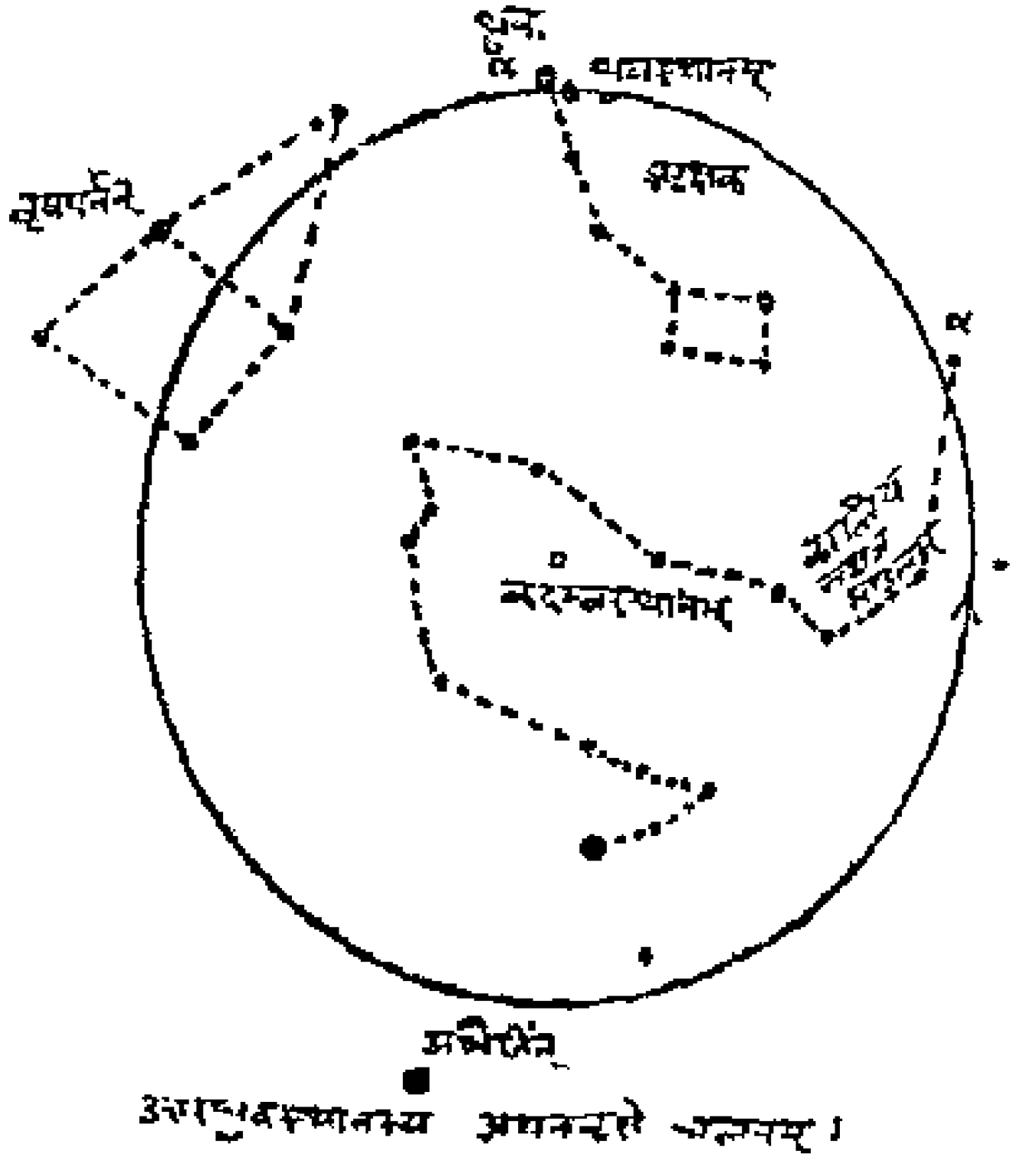
एकस्य घूर्ण्यमानस्य भ्रमरकस्य (क्रीडनकविशेषस्य) त्रिस्रो गतयो दृश्यन्ते—(१) तद् अक्षभ्रमणं करोति, (२) तस्य अक्षस्य भूस्थिता कोटिः (कीलस्य भूलग्नो बिन्दुः) काले काले भुवि ईषद्वृत्ताकारे मार्गे भ्रमति, (३) भ्रमरकाक्षस्य भूस्थिता कोटिस्तु भुवि वर्तते एतस्मिन्नेव बिन्दौ, परन्तु अग्रा ऊर्ध्वस्था कोटिरेकस्मिन् वृत्ते परिभ्रमति। पृथिव्या अपि

भ्रमरकल्येव तिस्रो गतयो वर्तन्ते—(१) प्रथमा गतिः पृथिव्या अक्षभ्रमणम्, (२) द्वितीया गतिर्भुवः सूर्यं परितो भ्रमणम्, (३) तृतीया च गतिरयनगतिरुच्यते। इयमेवात्र विचार्यते।



पृथिवी भ्रमरकन्द इव भ्रमति।

अस्यां गत्यां पृथिव्या अक्षस्तु सदैव ऊर्ध्वाधररेखातः २३½° मितां प्रवणतां भजते, परन्तु ऊर्ध्वस्था पार्थिवाक्षकोटिः (सुमेरुः) वृत्ताकारे भ्रमति। तदनुसारं भूमध्य सुमेरु लग्नरेखा खगोलं यत्र स्पृशति स काल्पनिकबिन्दुरपि परिभ्रमति। (अस्य काल्पनिकबिन्दोः समीपतमं नक्षत्रं



अयनवृत्तानां अयनवृत्ते भ्रमणम्।

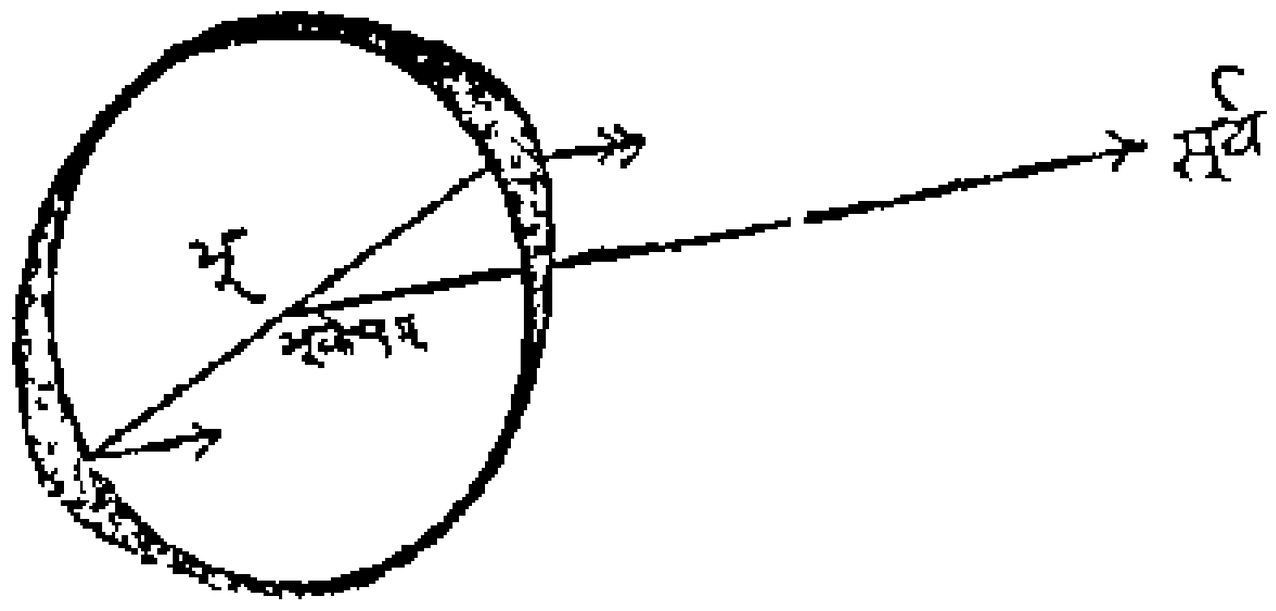
तत्कालीनो ध्रुवः प्रोच्यते)। ध्रुवस्य परिभ्रमणकालः २५,८०० वर्षमितोऽस्ति। यतो ध्रुवपरिभ्रमणाद् मेषसम्पातोऽपि भ्रमति, अतो मेषसंपातस्य नाडीवृत्ते पूर्णपरिक्रमणं २५,८०० वर्षं भवति। अर्थादस्मिन् वर्षे $\frac{३६०\times६०\times६०}{२५८००}=५०''$ २५६४ विकलामितं वलनिचलनं लभ्यते।

उपर्युक्त यद् भूमण्डलं मेरुलग्नरेखा यत्र स्पृशति तस्य काल्पनिकबिन्दोः समीपतमं नक्षत्रं तत्कालीनं ध्रुवस्थानं कथ्यते। ध्रुवस्थानं २५,८०० वर्षैरेकं परिक्रमणं करोति। अधुना ध्रुवस्थानं α—ऋक्षक नक्षत्रस्य (उत्तरध्रुवस्य) समीपे वर्तते, α—ऋक्षनक्षत्रमस्माकं ध्रुवः कथ्यते। ईसापूर्वम् ३००० अब्दे ध्रुवः α—वालिय-नक्षत्रस्य समीपमासीत्। खिस्ताब्दे ७,५०० तमे α वृषभं नक्षत्रम्, खिस्ताब्दे १४,००० तमे अभिजिद् (α—वीणा) नक्षत्रं ध्रुवो भविष्यति।

२.६२ अयनगतेः कारणम्

अयनचलनगत्या सरलक्रियो नास्ति, तथापि सक्षेपेण किञ्चिद् व्याख्यायते। भ्रमरवस्य तृतीयावा गत्याः हेतुर्गुरुत्वाकर्षणशक्तिरेव। गुरुत्वाकर्षणशक्तिर्निरन्तरं भ्रमरवमध्यभागं पृथिवीकेन्द्रं प्रति आकर्षति, पूर्णनद्य भ्रमरवस्य भूमिपतनं निवारयति। परन्तु सदृशेऽस्मिन् सगतुलितगतिस्तदैव भ्रमति यदा भ्रमरवस्य अक्षः ऊर्ध्वाधरस्थितिं विहाय काञ्चित् प्रवणतां भजते। अत एव अक्षस्य ऊर्ध्वस्था कोटिः परिभ्रमणं करोति।

पृथिवीगतिक्रियायै गुरुत्वाकर्षणशक्तिस्तु न विद्यते। केवलं चन्द्रसूर्यग्रहणमाकर्षणशक्तेः प्रयुज्यते। अक्षभ्रमणात् पृथिव्या विषुवप्रदेशा स्फीता (बहिर्लम्बिनः) भवन्ति। चित्रे शारदसम्पातरेखा पृथिवीं प्रदर्शयते। सूर्यः पृथिवीमाकर्षति, परन्तु अ १ स्थाने सूर्याकर्षणं अ २-



अयनचलनस्य कारणं सूर्यसन्निकर्षम्।

स्थानापेक्षया अधिकम्, अत एव विषुवरेखायां क्रान्तिवृत्तलेखोभूते प्रवृत्तिर्दृश्यते। यदि पृथिव्या

अश्वभ्रमण नाभविष्यत्, विद्युल्लेखा क्रान्तिवृत्ततः वर्तिनी अभविष्यत्। परन्तु एव न। अत एव भ्रमरकक्षस्येव पृथिव्या अक्षस्य ऊर्ध्वस्था कोटिर्वृत्ते परिभ्रमति।

चन्द्रोऽपि पृथिव्या विद्युल्लेखा निजकक्षातल प्रति आकर्षति। सूर्यचन्द्रजनिताकर्षण सूर्यचन्द्रविषयकायनं कथ्यते। एवमेव ग्रहविषयकायनमपि वर्तते। सर्वेषामयनाना समूहेन जनिता गति पृथिव्या अयनगति कथ्यते।

२६३ अयनगते परिणाम।

मूलमेषसम्पात प्रातिवर्षिकमेषसम्पातयोरन्तर वर्तते। सर्वप्रथम मेषसम्पातोऽश्विनी नक्षत्रेऽदृश्यत, परन्तु गणनारम्भाद् द्वितीये वर्षेऽश्विनीनक्षत्रात् ५०″.२५६४ मितपश्चिममतिष्ठत्, तृतीयवर्षे १′४०″.५१२८ मित पश्चिमम्, एवमधुना मेषसम्पातस्य अश्विनीनक्षत्रादन्तर २३°६ मितमस्ति। इदमन्तरं भारतीयज्यौतिषशास्त्रे 'अयनांश' कथ्यते।

भारतीयज्योतिर्गणिते ग्रहाणा सूर्यचन्द्रयोश्च गणना मूलमेषसम्पातात् क्रियते। अर्थाद् हमाक गणनाया ग्रहाणा भोगादीना निरयनाशा दीयन्ते। पाश्चात्यज्योतिर्गणिते तेषा गणना दृश्यमानमेषसम्पातात् क्रियते। अत एव तेषा गणनया ग्रहाणा भोगादीना सायनाशा दीयन्ते। एव पाश्चात्यगणनागतभोगाशादिभ्योऽयनाशान् व्यवकल्य भारतीयगणनानुसार भोगा शादयो लभ्यन्ते।

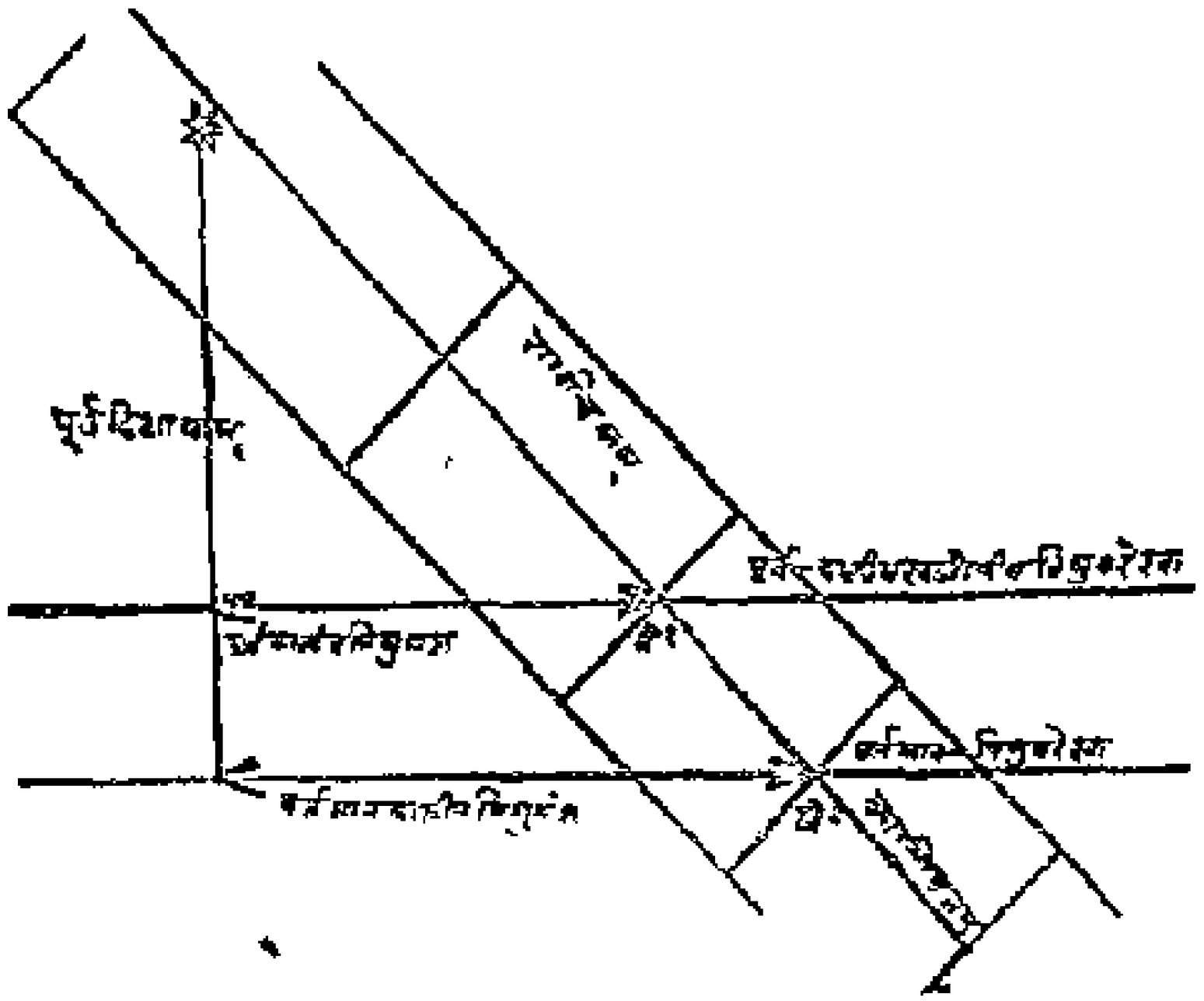
अयनगतेर्निम्नलिखितपरिवर्तनानि भवन्ति—

(१) राशिनाम नक्षत्रमण्डलनाम्नोर्भेदो दृश्यते। पुरा गणनारम्भे मेषराशि मेषनक्षत्रमण्डल्यो किमप्यन्तर नासीत्, एवमेव वृषराशि वृषनक्षत्रमण्डल्यो, मिथुनराशि मिथुननक्षत्रमण्डल्यो। अधुना अन्तर वर्तते। अयनीयमेषराशिर्मेषनक्षत्रपुञ्जे न वर्तते, स मीननक्षत्रमण्डलसमीपे दृश्यते।

(२) ऋतव शनै शनै परिवर्तन्ते। ऋतुविषयकवर्षारम्भो दृश्यमानमेषसम्पातात् भवति। अस्य मानञ्च नाक्षत्रवर्षकालादल्पम्, (यतो मेषसम्पात स्वय वक्रगत्या सूर्यं प्रति ५०″.२५६४ मितान्तरमागच्छति)। इदमन्तर २०′ २४″ मितमहर्दिवमितम्। ७२ वर्षेषु दिनैक मितमन्तर भवति, ७२० वर्षेषु १० दिनानामन्तर भवति। अनेनैव कारणेन वसन्तोत्सवादय शीतकालेऽधुना दृश्यन्ते।

(३) शनै शनैर्नूतननक्षत्रमण्डलानि दृष्टिगोचरतां यान्ति। अयनगतेर्नक्षत्राणा क्रान्त्यशा अपि परिवर्तन्ते। अत एव नूतननक्षत्रमण्डलानि दृष्टिपथमवतरन्ति। अधुना ३० मितक्रान्तिवर्तिदेशेषु मुख्योमवाशा ३० मिता सन्ति, तत्र च-६०° मितक्रान्त्यश-वर्तिनक्षत्राणि दृश्यन्ते, परन्तु १२,००० वर्षानन्तरं यदा उत्तरध्रुवोऽभिजित उर्ध्वे वर्तिष्यते, तस्मात्रैव स्थानात्सधुनिकदक्षिणध्रुवोऽपि दृश्यते।

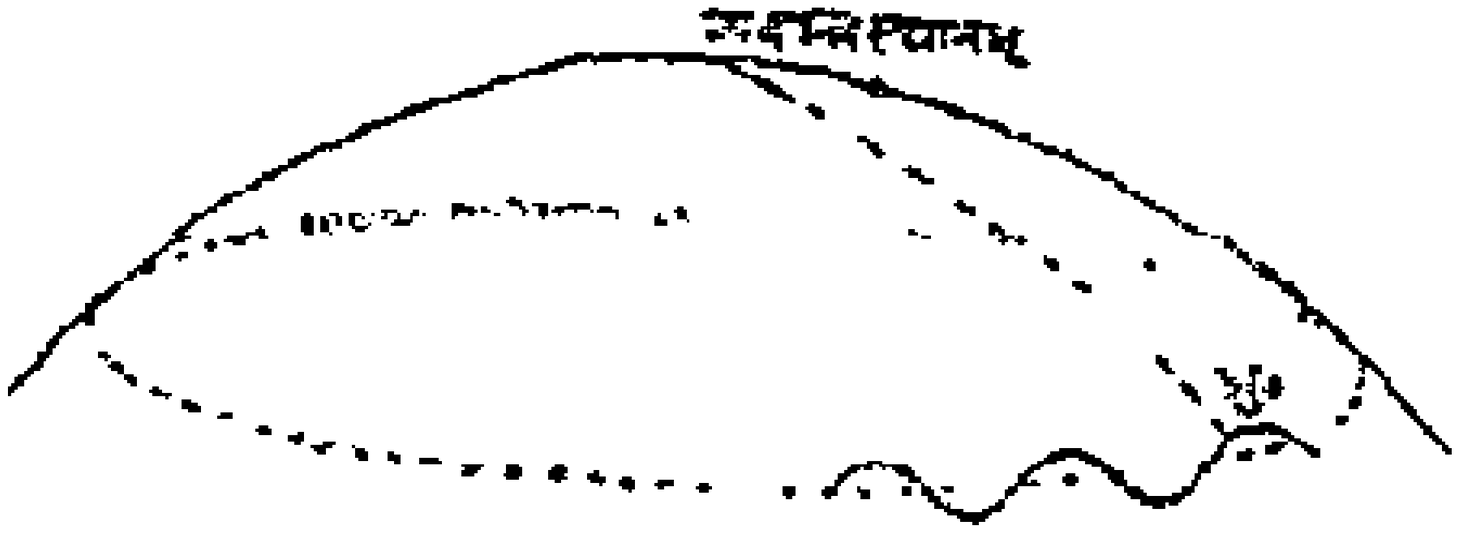
(४) प्रतिवर्षं मेषसम्पातः ५०".२५६४ मितं पश्चिमं गच्छति । तदनुसारं मेषसम्पात विषुवांशेषु ४६.१० विकलामितं प्रतिवर्षमन्तरं दृश्यते, क्रान्त्यंशेषु च २०.०४ विकलामितमन्तरं



दृश्यते । यतो नक्षत्राणां मेषसम्पातमूलकनियामका दीयन्ते, अत एव नक्षत्राणां नियामकसूत्रं विशेषकालयेन निर्मीयते । कालान्तरे तेषां नियामकानां प्रतिवर्षोचितवार्षिकपरिवर्तनानि संस्कृत्य भवति ।

२.६४ अक्षविचलनम्

ध्रुवोन्नुच्छेदेषु व्याख्यात वृत्तयन्त्राया एगोल उत्तरध्रुवस्थानं भिन्नस्थिरं लभते । उत्तरध्रुवस्थान कदम्बस्थानात् २३½ मितज्यया लिख्यते वृत्ते २५,८०० वर्षैः परिभ्रमणमेकं करोति । परन्तु 'ब्रेडले'महोदयेन दृष्टं यद् नक्षत्राणां यथार्थक्रान्त्यंशप्राप्तये केवलमयनसंस्कार-



अक्षनिचलनम्

मार्गच्युतिसंस्कार वर्तनसंस्कारा न समर्थाः । तेन सततनिरीक्षणैर्ज्ञातं यद् ध्रुवस्थानमयनवृत्ते (कदम्बस्थानं केन्द्रं कृत्वा २३½° मितज्यया लिख्यते वृत्ते) तरङ्गवद् गच्छति, अर्थात् तेन

स्थितो मार्गो दन्तुरितवृत्तवद् दृश्यते (द्रष्टव्य ३६ पृ०चित्रम्) । अत्रेमस्या तरङ्गस्यावृत्तिकालो १९ वर्षमित. । उत्तरध्रुवस्थानस्य अयनवृत्तात् विचलनमिदमक्षविचलन कथ्यते ।

२.६५ मार्गच्युतिः (Aberration)

वर्षाकाले सामान्योऽनुभव सर्वेषा यद् यथा यथा वृष्टौ मार्गं गच्छन् स्त्री जनः स्वगतिं वर्धयते तथा तथा वृष्टिबिन्दव ऊर्ध्वावरतो नागम्य किञ्चित् सम्मुखाद् आगच्छन्तो दृश्यन्ते, तथा च स छत्र तिर्यक् करोति । (द्रष्टव्य चित्रम्) । यदि स छत्री जनोऽत्यधिकवेगेन धावति तर्हि वृष्टि बिन्दव. प्रायेण सम्मुखात् क्षैतिजा भूत्वा आगच्छन्त प्रतीयन्ते । ऊर्ध्वं धरपतनशीलबिन्दूनामिव तिर्यगागम नप्रतीतिर्मार्गच्युतिसिद्धान्तेन व्याख्यायते ।



—वर्षाकाले छत्रावस्थानस्य मार्ग-च्युति

पृथिव्यपि प्रतिसेकिण्ड १८½ मैलार्धमिता निजकक्षायां भ्रमति । अत एव नक्षत्राणां प्रकाशरश्मयो वृष्टिबिन्दुवत् तिर्यग् दूरदर्शन यन्त्रं प्रविशन्ति । अत एव वेधोपलब्धनक्षत्रस्थानानि यथार्थस्थानेभ्य किञ्चिद् भिन्नानि । मार्गच्युतिजनितमन्तरमिद निरीक्षणेन २०.५ सिकण्डमितं ज्ञातम् । इद मार्गच्युतिनितान्तर सर्वप्रथम १७२९ तमे खिस्ताब्दे 'ब्रेडले' महोदयेन दृष्टम् ।

मार्गच्युतिनितान्तरेण सूर्यात् दूरत्व निर्धार्यते (द्रष्टव्यम् § ५·१५) । अनेन सिद्धान्तेन भुव परिभ्रमणमपि प्रमाणीक्रियते । यतो भिद्यन्तमिदमपेक्षते—(१) सूर्यस्य वेगम्, (२) प्रकाशगतिवेगम्, (३) नक्षत्रस्य स्थितिञ्च । यदि पृथिवी अचलाऽभविष्यत् तर्हि प्रकाशमार्ग च्युतिरभविष्यत् । यदि पृथिवी समगत्या परिभ्रमणमकरिष्यत् तर्हि नक्षत्राणा मार्गच्युति सदैव समा, अत एवानिरूपाऽभविष्यत् । यदि पृथिवी असमगत्या परिक्रमा कुर्यात् तर्हि नक्षत्र प्रकाशस्य मार्गच्युतिर्निर्णेया भवेत् । इदमेवमस्ति, अत एव पृथिवी असमगत्या सूर्यं परितो भ्रमति ।

२.७ पृथिव्या आयुः

पृथिव्या आयुषो यथार्थमाननिर्णयेऽप्यापि ज्योतिर्विदां मतैक्यं नास्ति । 'हेमहोल्ज' महोदयेन सूर्यस्य आयु[1] पूर्वं २,००,००,००० वर्षेभ्यो न्यूनमिति निर्णीतम्, पर भूगर्भशास्त्रिणो

---

१ (वर्षेभ्य इति निरिक्षितम् । पृथिवी सूर्यतनयैव, अत एव तस्या आयु २,१०,००,०००) ।

मतेन पृथिव्या आयु २,५०,००,००० वर्षेभ्योऽप्यधिकमस्ति । भूगर्भशास्त्रिणामायुर्निर्णय त्रयो विधय ।

(१) स्तरोच्चयविधि

पृथिव्या शिलाना नानास्तरा सन्ति । भूगर्भशास्त्रिणो भूस्तनन विषय स्तराणा गणन कृत्वा पृथिव्या आयुषो निर्णय कुर्वन्ति । एकस्मिन् वर्षे नदीनदादय एतावन्मात्रया कल्पनिक्षे कुर्वन्ति, एतावन्मात्रस्तत्क्षेप कियत्सु वर्षेषु कृत इति त्रैराशिकेन विधिना गणना क्रियते ।

(२) समुद्रलावण्यमात्राविधि

समुद्रेऽधुना २५ प्रतिशत लवण वर्तते । भूगर्भशास्त्रिण प्रतिवर्षं कियत्या मात्र सरित्प्रवाहनिक्षिप्तलवण समुद्रमागच्छतीति गणयित्वा त्रैराशिकेन समुद्रस्य आयुर्गणयन्ति समुद्र पृथिव्या समकालीनोऽस्ति, अत एव पृथिव्या आयुरपि गणित भवति ।

(३) रेडियो एक्टीविटी विधि

स्तरोच्चयविधौ लावण्यमात्राविधौ च दोष एको महान् । न वर्तते किमपि प्रमा यत् पुरातनकालेऽप्यनेनैवानुपातेन (अनया मात्रया वा) स्तरवृद्धिर्लवण्यवृद्धिर्वा आसीत् पर विज्ञानविद्भि सिद्धान्ते १९२७ तमे एको दोषहीनो विधि प्राप्त । यूरेनियमधातु शनै 'सीस'धातुर्भवति । इयञ्च परिणति स्थिरवेगेन भवति । रेडियो एक्टिविटी सिद्धान्ते सर्वप्रथम परमाणूनामस्थिरत्व प्रतिपादितम् । परमाणव शनै शनैस्त्रिविधानदृश्यकिरणा निष्क्रीर्णयन्ति । एतेऽदृश्यकिरणा α किरणा, β किरणा, γ किरणा इति नाम प्रसिद्धा । अनेन सिद्धान्तेन 'यूरेनियम' धातु (यस्य परमाणुभार २३८), थोरियमधा (यस्य परमाणुभार २३२) वा शनै शनैर्गुरुत्व विहाय सीसरूप (सीसस्य परमाणुभा २०७) धारयति । अत्र परिवर्तनवेग प्रयोगशालाया सदैव सम एव दृश्यते । १ परिव ७,६०,००,००० वर्षेषु भवति । भृगर्भशास्त्रिण शिलाया वर्तमान यूरेनियमभिश्रित सीस रेडियो एक्टिविटीविषयकविश्लेषण विधाय शिलानामायुर्गणयन्ति । प्राचीनतमशिलाया आ १,८५,००,००,००० वर्षाण्यस्ति । अत एव पृथिव्या आयु १,८५,००,००,००० वर्षेभ्यो धिकम्, पर कदाचित् २,००,००,००,००० वर्षेभ्यो न्यूनमस्ति ।[1]

२ ८ कालविभाग

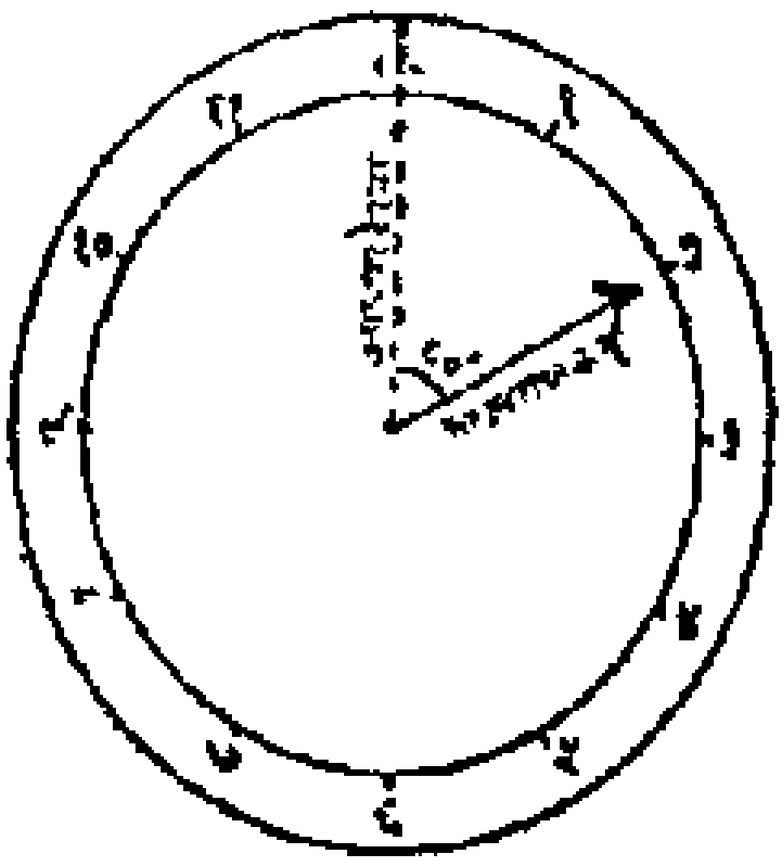
सप्ताहे सर्वकार्येषु यथार्थकालस्यापेक्षा वर्तते, विशेषतस्तु यत्रप्रधानाधुनिकवा कालगणना कालनिश्चयो वा ज्यौतिषशास्त्रस्य प्रथम प्रयोजनमासीत्, अस्ति च (द्रष्टव्य ६)। कालनिर्णये देशविस्तारस्य अपेक्षा दृश्यते । साधारणघटिकाया द्वे सूचि

---

१. जेम्सजीन्स महोदयस्य मतेन पृथिव्या आयु २,००,००,००,००० वर्षमितमस्ति सर्वप्रथम प्राणिनामुत्पत्ति २०,००,००,००० वर्षेभ्य पूर्वमभवत्, मानवोत्पत्ति केवलं ३,००,००० वर्षेभ्य पूर्वम् ।

देशविस्तारे परिभ्रमन्त्याबेन कालं सूचयतः। पुरा शङ्कुच्छाया समयं प्राकट्यत्, परन्तु साऽपि देशविस्तारे पर्यभ्रमत्।

सामान्यघटिकायन्त्रे सूचिकाद्वयं वर्तते। लघुसूचिका होरां वर्णयति, महासूचिका च होरायाः षष्ट्यंशान् (मिनटाख्यान्) प्रदर्शयति। वैज्ञानिकदृष्ट्या महती सूचिका व्यर्था, यतो लघुसूचिका एकला एव होरां सूचयितुमलम्। महती सूचिका केवलं होराक्षान् सुस्पष्टतया व्यक्तानेव करोति। अत एव समयप्रदर्शनप्रक्रिया लघुसूचिकाया एव द्रष्टव्या। लघुसूचिकायाः १२ अङ्काङ्कितस्थानप्रोतायाः ऊर्ध्वाधररेखायाः कोणीयमानमेव समयं प्रदर्शयति। अतो विश्लेषणेन ज्ञायते यत् समयमापने द्वयोर्वस्तुनोरपेक्षा—



घटिका

(१) एका स्थिरा रेखा वर्तते यस्याः कोणीयदूरत्वं मीयते। रेखेयं प्रमाणरेखा कथ्यते। सामान्यघटिकायामियं द्वादशाङ्कांकितस्थान सूचिकाकेन्द्र प्रोता रेखा प्रमाणरेखा।

(२) एकं गतिशीलं वस्तु वर्तते, यस्य प्रमाणरेखायाः कोणीयान्तरं मीयते। इदं कालमापकमुच्यते। घटिकायन्त्रे इदं लघ्वी सूचिका।

खगोलस्य समयमापकत्वम्

ज्योतिर्विदा खगोल एव सर्वथा शुद्धं समयमापकयन्त्रम्। खगोलसमयमापकयन्त्रे निजाम्योत्तररेखा प्रमाणरेखा, खगोलीयबिन्दुविशेषश्च समयगणकः। याम्योत्तररेखायाः समयगणकस्य कोणीयमानमेव समयः। यथा—याम्योत्तरं यदा उत्तरदिशि समयगणकमुल्लङ्घयति तदा मध्याह्नकालः, यदा दक्षिणदिशि उल्लङ्घयति तदा निशीथकालः, अहश्च आनुक्रमिकोल्लङ्घनद्वयमध्यवर्तिकालोऽपि।

साधारणतया त्रीणि समयगणकानि उपयुज्यन्ते—

समयगणकानि	कालनामानि	अहनि होराणां संख्या
		होरा मिनि से
(१) मेषसम्पातः	नाक्षत्रकालः	नाक्षत्रदिनम् = २३ ५६ ०४.०९,०५४
(२) स्पष्टः सूर्यः	स्पष्टसौरकालः	प्रतिदिनं भिन्ना भिन्ना
		होरा मिनि से
(३) मध्यमः सूर्यः	मध्यमसौरकालः (लोकव्यवहारकालः)	दिनम् = २४ ०—०

२.८१ नाक्षत्रकालः

नाक्षत्रकालो मेषसम्पातस्य स्थानीयकोणेऽस्मिन्, अर्थात् मेषसम्पातस्य याम्योत्तर

याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनसूत्राद् मेषसम्पातजनितो होरात्मकलोग । नाक्षत्रकालस्य प्रारम्भो मेषसम्पातस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालाद् गण्यते ।

कालोऽयमत्यन्तमुपयोगी ज्योतिर्विद्भ्यो यतोऽयं नक्षत्रसम्बन्धी कालः । नक्षत्राणामुदय कालो याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालोऽस्तकालश्च नाक्षत्रकालमानेन एकस्मिन् प्रदेशे (स्थानविशेषे) सर्वदा सर्वथा एक एव । लोकव्यवहारकाले नेयमुपयोगिता यतो यदि किञ्चिद् नक्षत्रमद्य रात्रौ

हो मि से

दशहोरायामुदेति, स तत् ९ ५६ ४-समये उदेष्यति । एवमेव यदि किमपि नक्षत्रं जनवरी मासस्य प्रथमदिनाङ्के ११ होराया याम्योत्तरवृत्तमुल्लङ्घयति, तदेव फरवरीमासस्य प्रथमदिनाङ्के प्राय ८ होराया याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनं करिष्यति ।

अत एव समस्तज्योतिष्कार्येषु नाक्षत्रकालमानेन कालो निश्चीयते, वेधशालासु च नाक्षत्रकालसूचकघटिका अवश्य दृश्यते । पाश्चात्यपञ्चाङ्गेषु च प्रतिदिनं लोकव्यवहारिक मध्याह्नस्य नाक्षत्रकालमानेन कालो दीयते ।

२०८११ नाक्षत्रकालानयनम्

नाक्षत्रकालस्य आनयनं सदा वेधेनैव भवति । कस्यचिन्नक्षत्रस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घन कालिकविषुवांशा एव होरात्मकमानेन तस्य नक्षत्रस्य नाक्षत्रकालः उच्यते । यदि विषुवांशा

हो मि से हो मि से

होरात्मकमानेन १० १० १५ २ मिता सन्ति तर्हि नक्षत्रस्य नाक्षत्रकालः १० १० १५ २ मितोऽस्ति । याम्योत्तरवृत्तस्य इष्टनक्षत्रेण उल्लङ्घनकालो वेधशालासु 'याम्योत्तरयन्त्रेण', 'फोटोग्राफिक जेनिथ ट्यूब यन्त्रेण' वा निश्चीयते (अनयोर्यन्त्रयोर्वर्णनं § ९३ तमे द्रष्टव्यम्)। नाक्षत्रकालघटिकापि याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनेन सङ्गच्छति[1] । यथा उपर्युक्तनक्षत्रस्य याम्योत्तरोल्लङ्घन

हो मि से

काले यदि वेधशालास्थघटिकायन्त्रे १० १० १६ ४ मित कालो विद्यते तर्हि नाक्षत्रकालघटिका १ २ सैकिण्डमित द्रुततरेति निश्चीयते ।

सितम्बरमासस्य २१ तमे दिनाङ्के नाक्षत्रकालेन समो लोकव्यवहारकालः । पश्चाद् लोकव्यवहारकालः प्राय ४ सैकिण्ड प्रतिदिनमग्र चलति । मध्याह्नस्य नाक्षत्रकालः पाश्चात्य पञ्चाङ्गेषु लिखितो विद्यते ।

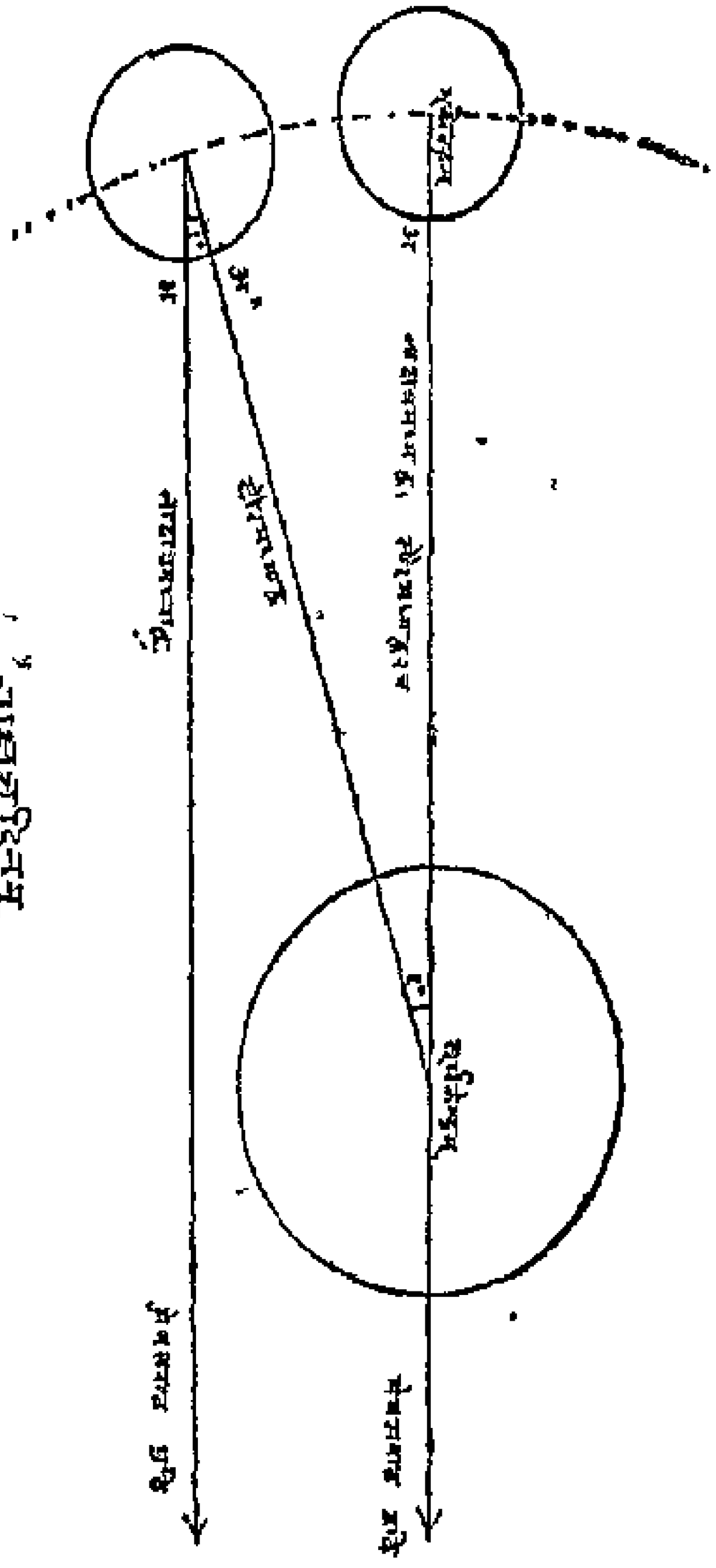
२०८१२ नाक्षत्रदिनम्

नाक्षत्रदिनस्य समयगणको मेषसंपातः, नाक्षत्रदिनञ्च मेषसम्पाततुल्यमितोल्लङ्घनद्वयमध्य वर्तिकालावधिः । परन्तु इदमहो मध्यमसौरदिनात् किञ्चिदल्पमर्यादं यत्रत्र मेषसम्पातो याम्योत्तरवृत्त मध्यमसौरमध्याह्ने उल्लङ्घयति तर्हि तत्र स याम्योत्तरवृत्त मध्यमसौरमध्याह्नात् किञ्चित् पूर्वमुल्लङ्घ यिष्यति । इदञ्च वेधेन निर्णीयते । भिन्नत्वेन मुक्तं सूर्ये परित परिभ्रमणादेव । ४१ पृष्ठस्थे चित्रे इदं स्पष्टीकृतमस्माभिः ।

---

१ स्थूलगणनायै रेडियोसंकेतरेव घटिका सङ्गच्छते । रेडियोसंकेतः मध्याह्ने १॥ याद्यावेलायां रात्रौ ६॥ होरायाञ्च दीयते ।

चित्रे अ—स्थानाय अत्र नाक्षत्रमध्याह्न. सौरमध्याह्नसम, अर्थात् सूर्यं प्रति रेखा, मेषसम्पात प्रति रेखा एकैव। यतो भुव. सूर्यं परितो भ्रमणशीलत्वात्, कोणीयगतेश्च प्रतिदिनमे



वांशिकात्वाद् अयनांशमितकोणीयान्तरे भविष्यति, अर्थात् सूर्यं प्रति कर्षिता रेखा मेषसम्पात-प्रोतरेखाया अयनांशमितकोणीयान्तरे भविष्यति (ते मेषसम्पातप्रोतरेखे समानान्तरे एव,

मेषसम्पातबिन्दो सुदूरवर्तित्वाद्)। अत एव अ स्थान सौरमध्याह्न नाक्षत्रमध्याह्नात् पश्चाद् लभ्यते। अर्थाद् नाक्षत्रमध्याह्न सौरमध्याह्नात् पूर्वं भवति।

यत पृथिवी अहोरात्रेण स्वाक्षभ्रमणे प्राय $\frac{२४\times६०}{३६०}$ = ४ मिनटकालेन गच्छति, अत एव नाक्षत्रदिन सौरदिनात् ४ मिनटमितमल्पम्। नाक्षत्रमध्याह्नश्च सौरमध्याह्नात् ४ मिनट मितकालेन पूर्वं भवति।

एवम्—

हो मि
नाक्षत्रदिनमानम् = २३ ५६ ०.४ ०९०५४ मध्यमसौरमानेन।

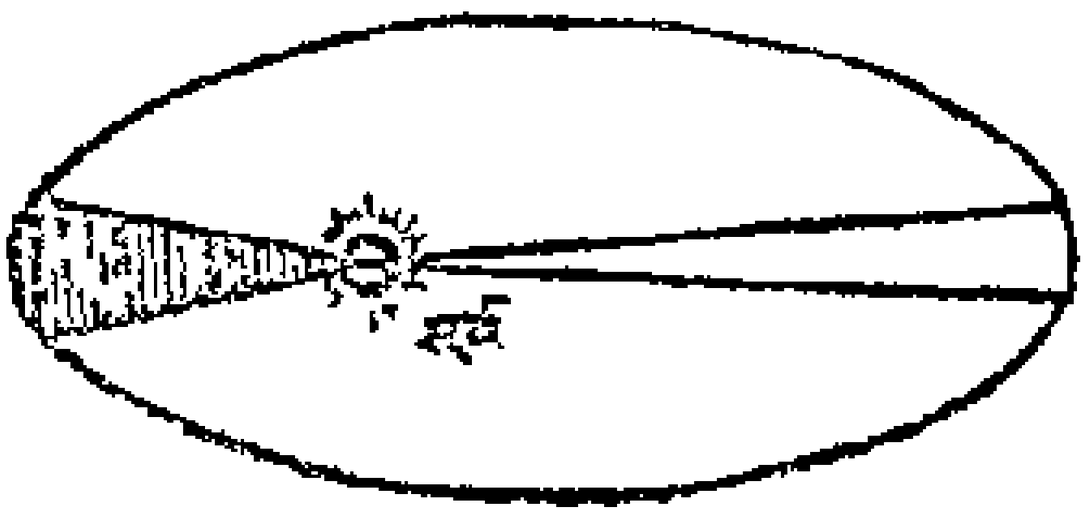
हो मि
मध्यमसौरदिनमानम् = २४ ३ ५६.५५५३६ नाक्षत्रमानेन।

२ ८२ स्पष्टसौरकाल

नाक्षत्रकालो वेधमार्गेषु महत्त्वपूर्णं, परन्तु व्यवहारे स नोपयोगी; यतो नाक्षत्रकाल प्रत्यह दिनमानात् प्राय ४ सेकिण्डमितकालेन विलम्बते (२३ दिनाङ्के मार्चस्य नाक्षत्रमध्याह्नो निशीथे दृश्यते)। अत एव व्यवहारे सौरकाल एव प्रचलित। अस्माक सर्वाणि कर्माणि सूर्य प्रकाशे भवन्ति, सूर्य एव सविता, अत एव सौरकालस्य प्रचलन स्वाभाविकमेव।

परन्तु वर्तते एका बाधा स्पष्टसौरगणनायाम्। स्पष्टसूर्यस्य गतिर्न समा। सा कदाचिद् मान्द्य भजते, कदाचिच्च शैघ्र्य भजते। अनेन गतिभेदेन ३० सेकिण्डमित दिनमानेऽन्तर लभ्यते। गतिभेदस्य कारणान्यधो दीयन्ते—

(१) 'केप्लर'महोदयस्य प्रथमसिद्धान्तेन भूकक्षा दीर्घवृत्ताकारा। द्वितीयसिद्धान्तेन भू (भुव कर्ण) समभागे कक्षाया समभ्येरण्यात्मामति। अत एव नीचसमीपवर्तिभूदेशदिनै

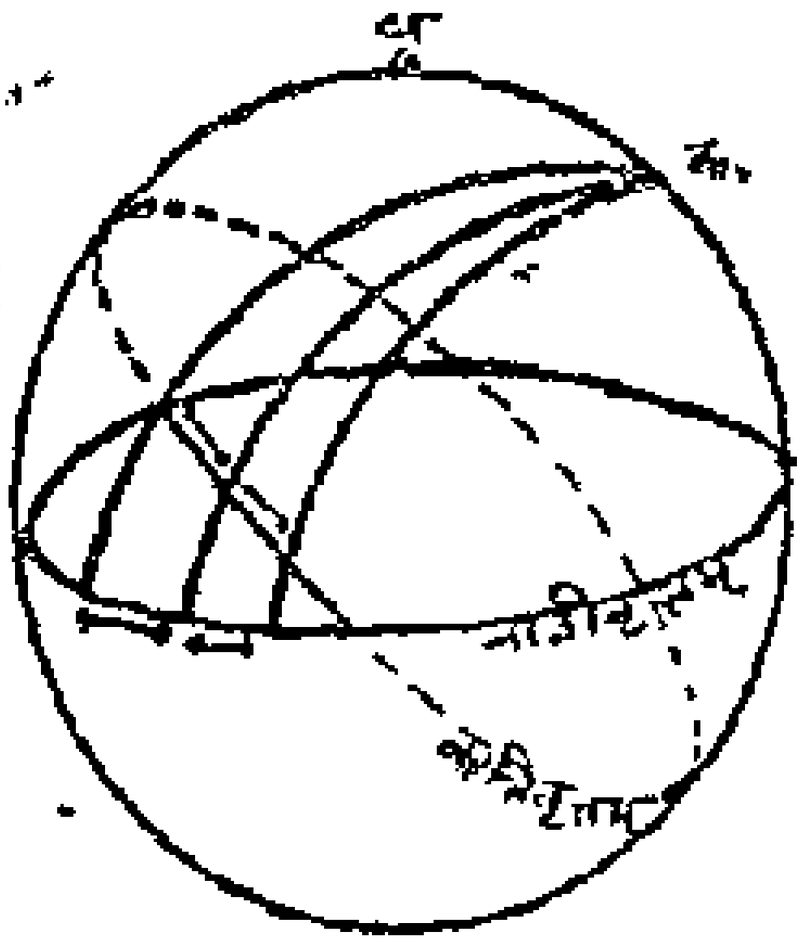


कक्षाया भूपरिभ्रमणम्

र्यावन्मात्रक परिक्रमणमार्गस्य भाग गच्छति, तावन्मात्रक परिक्रमणमार्ग भाग तैरेव दिनैर्न गच्छति। फल स्वरूप भुवो गतिर्नीचै शैघ्र्य भजते, उच्चैश्च मान्द्यम्। पुनश्च यत सूर्यो भूगतिहेतोरेव भ्रमण कुर्वन् दृश्यते, अत एव सूर्यस्य गतिरसमा। अस्माद् हेतोर्जनित दिनमानान्तर प्रतिवर्षं द्विवार (२१ दिसम्बरे, १ जुलाई मासे च) शून्यमित भवति, मार्चमासे सिनग्रगमासे चेद् सप्तमिनटमितम्।

(२) यदि सूर्यस्य दैनिकी गति समापि भवेत् तदापि स्पष्टसौरदिनमानमसम स्यात्,

यतः सूर्यः क्रान्तिवृत्ते भ्रमति, क्रान्तिवृत्तञ्च नाडीवृत्ताद् भिन्नम्, तयोः कोणीयान्तरञ्च २३° ३०′ मितम्। अत एव नाडीवृत्ते क्रान्तिवृत्तस्य समभागानामपि छेदका असमा भवन्ति, अर्थात् सूर्यस्य समगतिचलितक्रान्तिवृत्तीयसमभागा अपि नाडीवृत्ते असमभागान् रचयिष्यन्ति। दिनमानञ्च नाडीवृत्ताद् गण्यते, अत एव समगत्या चलन्नपि स्पष्टसूर्योऽसमदिनमानं कल्पयिष्यति। पार्श्वचित्रेणेदं स्पष्टीभविष्यति। अस्माद् हेतोर्जनितं दिनमानान्तरं चतुर्वारं वर्षे शून्यं भवति (२२ दिनाङ्के मार्चस्य, २३ दिनाङ्के जूनस्य, २३ दिनाङ्के सितम्बरस्य, २२ दिनाङ्के दिसम्बरस्य)। अधिकाधिकमानञ्च दशमिनटमितम्।



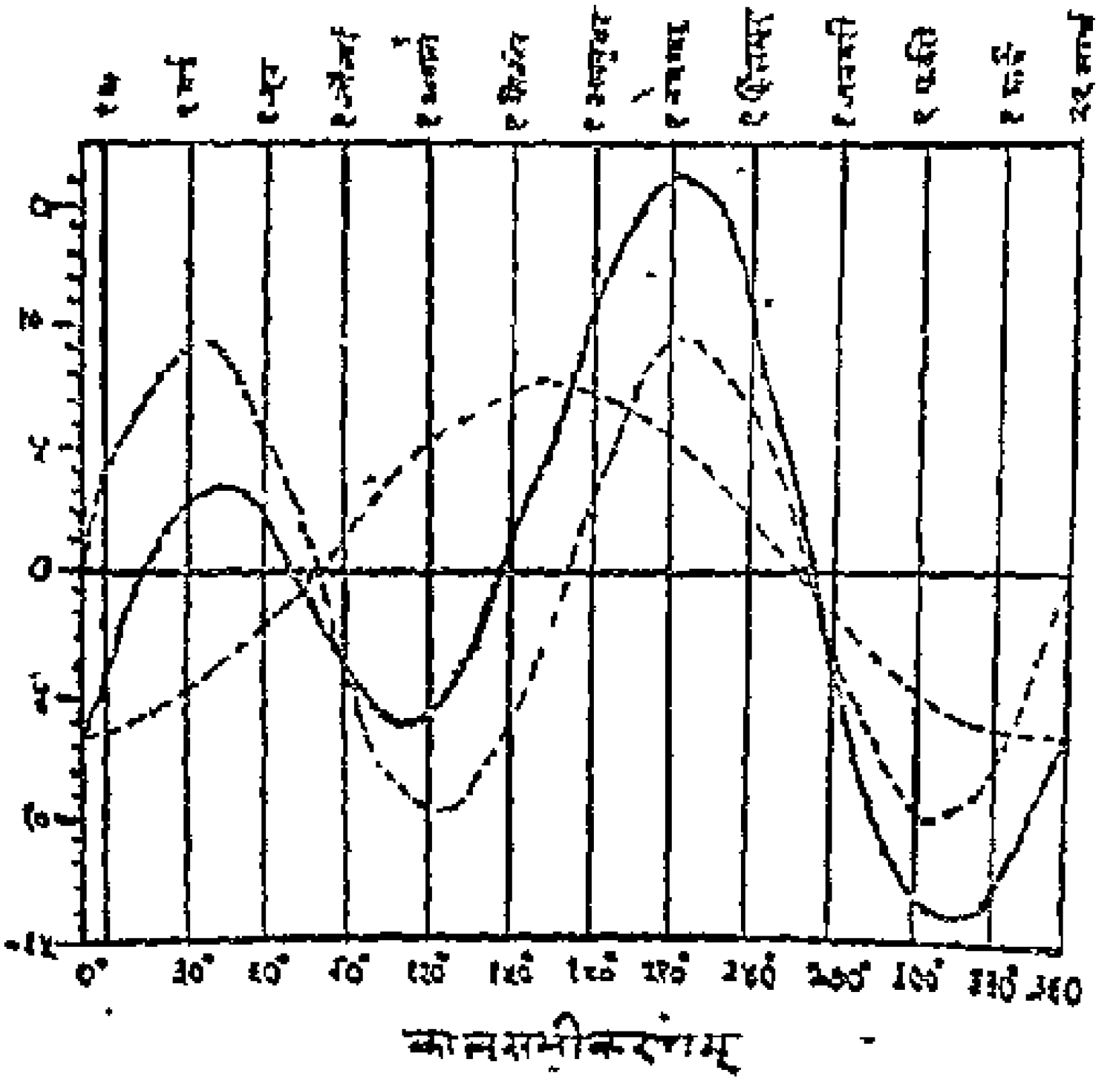
प्राणकलान्तरम्

(३) उपर्युक्तयोर्हेत्वोः सम्मेलनेन कालसमीकरणमधिगम्यते। कालसमीकरणं प्रथमान्तर द्वितीयान्तर-योगेन भवति। (विशेषेण द्रष्टव्यः § २.८३)।

२.८३ मध्यमसौरकालः

कालोऽयं लोकव्यवहारकालः। अस्य कल्पनं स्पष्टसौरदिनमानस्य भिन्नत्वात् कृतम्। अत्र एकः काल्पनिकः सूर्यः कल्प्यते, यो नाडीवृत्ते समगत्या भ्रमति, यस्य भगणकालश्च वास्तविकसूर्यभगणकालसमः। मध्यमसौरदिनं मध्यमसूर्यानुक्रमिकोल्लङ्घनद्वयमध्यवर्तिकालावधिः। इदं २४-होरात्मकम्।

कालसमीकरणम्



मध्यमसौरकाल स्पष्टसौरकालयोरन्तरं कालसमीकरणं कथ्यते। कालसमीकरणम् ऋणं यदि मध्यमसौरकालः स्पष्टसौरकालादधिकः, धनं यदि मध्यमसौरकालः स्पष्टसौरकालान्यून.। अर्थात्—

स्पष्टसौरकालः-मध्यमसौरकालः = कालसमीकरणस्य मानम्। यतो मध्यमसौरकालः सामान्यघटिकायन्त्रेण मीयते, स्पष्टसौरकालः शङ्कुना ज्ञायते। अतः—

शङ्कुदत्तकालः—सामान्यघटिकागतकालः = कालसमीकरणमानम्।

२.८३१ पूर्वाह्नकालावधिरपराह्नकालावधिश्च

पूर्वाह्नकालावधिः (सूर्योदयाद् मध्याह्नपर्यन्त कालः) अपराह्नकालावधिः (मध्याह्नात् सूर्यास्तपर्यन्त कालः) सर्वथा न समितः, अर्थाद् मध्याह्नो न सूर्योदय सूर्यास्त मध्यकालः। तयोर्विभिन्नता कालसमीकरणमानापेक्षिणी। अपराह्नकालात् पूर्वाह्नकालस्यान्तर द्विगुणितकालसमीकरण मानम्। अर्थात्—

पूर्वाह्नकालः-अपराह्नकालः = २ × कालसमीकरणमानम्, अथवा पूर्वाह्नकालः = अपराह्नकाल. + २ कालसमीकरणमानम्। अत एव पूर्वाह्नकालावधेरल्पावद् अपराह्नकालावधेर्महान्, यावत् कालसमीकरण धनात्मक विद्यते।

यदि दिनमान विदितमस्ति तर्हि सूर्योदयः सूर्यास्तकालश्च एव ज्ञायेते—

$$\text{सूर्योदयकाल.} = १२^{\text{घो}} - \frac{\text{दिनमान} + २\ \text{कालसमीकरणमानम्}}{२}$$

$$\text{सूर्यास्तकालः} = १२^{\text{घो}} - \frac{\text{दिनमान} - २\ \text{कालसमीकरणमानम्}}{२}$$

२.८३२ कालसमीकरणफलम्

मकरसंक्रान्तिदिवसे दिनमानं लघुतम रात्रिमानञ्च दीर्घतमम्। तदपरेद्युर्दिनमान पूर्वं दिवसदिनमानात् किञ्चिद् दीर्घतरम्। यदि अपरेद्युर्दिनमान पूर्वदिवसदिनमानात् २ सेकिण्ड मितदीर्घतर तर्हि पूर्वाह्नकाले अपराह्नकाले उभयोरपि सेकिण्डैकमितदीर्घतरत्वं भविष्यतीति सामान्यधारणा जनानाम्। परन्तु न तत्तथा। अपराह्नकालस्तु शनै. शनैर्दीर्घतरता भजते, पूर्वाह्नकालः पूर्वसमोऽथवा पूर्वोत्तरः। घटनावैचित्र्यमिद कालसमीकरणादेव। मकरसंक्रातिसमीपे सूर्यस्य गतिः कतिपयदिवसानि समैव, तस्मात् स्पष्टापराह्नकालाः सममिताः; परन्तु कालसमीकरणं शनै. शनैर्वर्धते। अत एव मध्यममध्याह्नः प्रतिदिन स्पष्टमध्याह्नात् पूर्वं पूर्वतरं याति, अर्थात् सूर्यास्तस्य मध्यमसौरकालो वर्धते प्रत्यहम्, अर्थादपराह्नकालो दीर्घतरता भजते।

२.८३ स्थानीयकालः

पृथिवी स्वाक्ष परितः पश्चिमतः पूर्वदिशं भ्रमति, अत एव पूर्वदिग्वर्तिदेशेषु सूर्योदय पूर्वं भवति सूर्यास्त पूर्वं भवति, सूर्यस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनमपि पूर्वं भवति। एवं स्थानीयमध्याह्न

कालस्य समये पूर्वभूतत्वात् तत्स्थानीयकालः पश्चिमदिग्वर्तिदेशीयकालापेक्षया अग्रे भवति।[1] इद मन्तरं देशान्तराधीनम्। यतः ३६०° अंशमितं भचक्रं पृथिवी ६० घटिकासु भ्रमति, अत एव अंशैकमितदेशान्तरे सति समयान्तरं $\frac{६० \times ६०}{३६०} = १'$ पलमित (४ मिनटमित) दृश्यते।

स्थानीयकालानयनपद्धतिः

देशान्तरांशयोरन्तरं दृश्यं क्रियते। इद फ-मानेन लिख्यते। पुनः प्रथमस्थानस्य काले इदं संयोज्य (यदि द्वितीयस्थानं पूर्ववर्ति) विशोध्य (यदि द्वितीयस्थानं पश्चिमवर्ति) वा द्वितीयस्थानस्य स्थानीयकालो ज्ञायते।

यदि प्रत्येकनगरस्य वासिनः स्वस्थानीयकालेनैव व्यवहार प्रारभेरन् तर्हि अव्यवस्था स्यात्। अतः किञ्चित्स्थान निश्चीयते यतो रेखांशाना प्रवृत्तिर्भवति। पाश्चात्यज्यौतिषशास्त्रे 'ग्रिनिच'नाम नगर खिस्ताब्द १८८४ पश्चात् प्रमाणनगरम्। तत एव रेखांशाना प्रवृत्तिः प्रारभ्यते। प्राचीनभारतीयसिद्धान्तग्रन्थेषु गौरवमिदमुज्जयिनी नामकनगरस्य।

पाश्चात्यपञ्चाङ्गेषु 'ग्रिनिच'स्थानीया ग्रहाणा भोगादयो दीयन्ते। अतो निजस्थानस्य ग्रहस्थानानि लभ्यन्ते। 'ग्रिनिच'कालापेक्षया स्थानीयकालो यद्यधिकस्तर्हि रेखान्तरं पूर्ववर्ति, अन्यथा पश्चवर्ति।

२.८५ प्रामाणिककालः

पूर्वानुच्छेदे वर्णित यद् यदि प्रत्येकनगरस्य वासिनः स्वस्थानीयकालेनैव व्यवहार प्रारभेरन् तर्हि अव्यवस्था स्यात्। इमामव्यवस्था परिहर्तुं प्रायेण एकस्मिन् राज्ये एक एव कालः प्रचलति, स तस्य राज्यस्य राष्ट्रस्य वा प्रामाणिकः कालः प्रोच्यते। भारतवर्षे सर्वकार्याणि भारतीयप्रामाणिककालेन कुर्वन्ति जनाः, चीनवासिनः सर्वकर्माणि चीनीयप्रमाणिककालेन विदधति, एवमेव सर्वे निजदेशस्य प्रामाणिककालेन कर्माणि कुर्वन्ति। भारतीयप्रामाणिकस्कालो 'ग्रिनिच'कालात् ५$\frac{१}{२}$ होरामितेन अग्रेचरः, अर्थात् यदा ग्रिनिचनगरे रात्रे. द्विवादनवेला भवति, अत्र ७$\frac{१}{२}$ होरा वादनवेला भवति।

२.८६ अन्तराष्ट्रियदिनाङ्करेखा

ग्रिनिचनगरात् १८० अंशमितदेशान्तरे अद्भुता स्थितिर्विद्यते। तस्मात् स्थानात्

---

१. कल्प्यते यत् सूर्योदयः ६ होरावादने भवति। एकस्मिन्नेव अक्षांशे स्त. द्वे क ख-स्थाने। क-स्थाने वयं स्थिताः, ख-स्थानं च पूर्वदिग्वर्ति। ख-स्थाने यदा सूर्योदयो भवति तदा तस्य ख स्य स्थानीयकालः ६-होरावादनकालः, परन्त्वस्मभ्यं सूर्योदयः पश्चाद् भविष्यति, अस्माक ६-होरावादनकालोऽपि पश्चाद् भविष्यति। अर्थाद् यदा तत्र ख-स्थाने ६-होरावादनकालः, अत्र ६-होरावादनपूर्वकालः। अतः ख-स्थानीयकालः क-स्थानीयकालाद् अग्रेचरः।

किञ्चित् पूर्ववर्तिस्थानस्य कालो मिनिचकालात् प्रायः १२ होरामितमग्रे तिष्ठति, किञ्चित् पश्चवर्तिस्थानस्य कालो मिनिचकालात् प्रायः १२ होरामितं पश्चात्तिष्ठति। एवं स्वल्पान्तरवर्तिस्थानयोः कालयोः प्रायेण २४ होराणामन्तरं दृश्यते, अर्थाद् दिनैक्यमविच्छिन्नतात्र वर्तते। अत एव दोषमपाकुं परिहर्तुमत्र अन्तायष्टियतिथिरेखा कल्प्यते, यत्र सर्वे नाविका दिनाङ्कपरिवर्तनं कुर्वन्ति[1]।

विशेषद्रष्टव्यानि

§ २.१ पृथिव्या आकारः

पृथिवी गोलकारेत्यतिप्राचीनं मतम्। ऋग्वेदसंहितायामिदं राप्रमाणं व्याख्यातम्। यथा—

चक्राणासः परीणाहं पृथिव्या हिरण्येन मणिना शुम्भमानाः।
न हिन्वानासस्तितिरुस्त इन्द्रं परि स्पशो अदधात् सूर्येण ॥
(ऋ-सं० १-३३ ८)

§ २.१ भागः 'आ'वर्त्तनापि सूर्योदयस्य असमकालत्वात् पृथिव्याः समतलत्वं निराकृतमस्ति। यथा—

आ प्रा रजांसि दिव्यानि पार्थिवा श्लोकं देवः कृणुते स्वाय धर्मणे।
प्र बाहू अस्राक् सविता सवीमनि निवेशयन् प्रसुवन्नक्तुभिर्जगत् ॥
(ऋ-सं० ४ ५३-३)

एवमेव गोषपथब्राह्मणग्रन्थेऽपि (१.१०) नैकानि वाक्यानि दृश्यन्ते।

पश्चात् सूर्यसिद्धान्ते ज्योतिर्विद्भिर्गोलाकारत्व प्रमाणपुरस्सर निजग्रन्थेषु प्रदर्शितम्। 'भूगोल' इति शब्द एव भुवो गोलत्व प्रकटयति। भास्कराचार्येण भूर्वर्तुलाकारा (वृत्तो वृत्तः) मथिता—

भूमेः पिण्डः शशाङ्कार्कविधिकुजेज्यार्किनक्षत्रकक्षा
वृत्तैर्वृत्तो वृत्तः सन् मृदनिलसलिलव्योमतेजोमयोऽयम्।
नान्याधारः स्वशक्त्यैव वियति नियतं तिष्ठतीहास्य पृष्ठे
निष्ठा विश्वं च शश्वत् सदगुणमनुजादित्यदैत्यं समन्तात् ॥

श्रीपतिना मतान्तराणि प्रदर्श्य भूमेः स्वरूपं पद्मपुष्पनिचयग्रन्थिसमं कथितम्—

आदर्शोदरसन्निभा भगवती विश्वम्भरा कीर्तिता
कैश्चित् कैश्चन कूर्मपृष्ठसदृशी कैश्चित् सरोजाकृतिः।

---

१. कल्प्येते द्वे क ख स्थाने आन्ध्राराष्ट्रैकदिनाङ्करेखातिसमीपवर्ति क-स्थानं पूर्वदिशायाम्, ख-स्थानं पश्चिमदिशायाम्। यदि 'मिनिच'नगरे सोमवासरस्य मध्याह्नदा क-स्थाने सोमवारस्य अर्धरात्रिः, ख-स्थाने रविवारस्य अर्धरात्रिः।

अस्माकं तु कदम्बपुष्पनिचयग्रन्थेः समा सम्मता
सर्वत्रासुमता चयेन निचिता तोयस्थलस्थायिनाम् ॥
भूगोलस्य समतत्वं निराकुर्वन् वर्णयति स एव—
मुकुरतलसमा चेत् सर्वतो मेदिनीय
वनकगिरिरय तद्दृष्टियोग्यो भवेन्नः ।
इदमपि खलु मिथ्याच्छादनात्तस्य शैलः
सकलकुलगिरिभ्यो नूनमुच्चैः सुमेरुः ॥
क्वचि राक्षसपुरस्थितैर्नरै-
र्दृश्यते नियतमुन्नतो ध्रुवः ।
येन वाञ्छनगिरीन्द्रमस्तका-
देव दूरमुपरि व्यवस्थितः ॥

प्राचीनज्योतिर्विदा § २.१. (३) वर्णिततथ्यस्य ज्ञानमासीत् (द्रष्टव्या विशेषटिप्पणी § उमा), परन्तु तैस्तत्तथ्येन गोलाकारत्व न प्रमाणीकृतं कदाचित्, पृथिव्या गोलाकारत्वस्य सर्वसम्मतत्वात् ।

§ २.१२ पृथिव्या व्यासः

अधुना पृथिव्या व्यास. पृथिव्याः परिधिमानं प्रत्यक्षविधिना गणयित्वा निश्चीयते । इयमेव पद्धतिरस्माकमाचार्यैरङ्गीकृतासीत् । व्यास परिधि सम्बन्धस्तैरतिसूक्ष्मतया विदितः । यथा निम्न सारिण्या स्पष्टीभविष्यति । [परिधिः = व्यास × π — यत्र 'π' स्थिराङ्कस्य मानं दीयते]

सूर्यसिद्धान्तः ब्रह्मगुप्तः द्वितीय आर्यभटः	$\sqrt{१०}$	३·१६२३
प्रथम आर्यभटः	$\frac{६२८३२}{२००००}$	३·१४१६
भास्कराचार्यः	$\frac{२२}{७}$ अथवा $\frac{३९२७}{१२५०}$	३·१४२८ स्थूलमानम् ३·१४१६ सूक्ष्ममानम्
अन्यसिद्धान्तेषु	$\frac{२१६००}{६८७६}$	३·१४१३६
आधुनिकगणितशास्त्रे		३·१४१५९२७

[अत्र भास्कराचार्यस्य सूक्ष्ममान पूर्णतया आधुनिकगणितशास्त्रसमम्]

भूपरिधिमानाय निम्नो विधिर्भास्कराचार्येण दत्तः—

पुरान्तरं चेदिदमुत्तरं स्यात् तदन्तरेलपलवैक्यदा किम् ।
चक्रांशवैरित्यनुपातयुक्त्या युक्तं निरुक्तं परिधेः प्रमाणम् ॥

निरक्षदेशः स्वदेशाद् यथा यथा दक्षिणतो भवति तस्मिन्नादिभुवद्वृत्तं नतम् । तयोरन्तरेऽक्षांशाः । ते च निरक्षदेशादपसार्यौजनैरनुपातेनोत्पद्यन्ते । अतः यस्मिंश्चित् पुरेऽ-

क्षांशान् ज्ञात्वा तस्मात् पुराद्दक्षिणतोऽन्यस्मिन् पुरे ज्ञेया । ततस्तेषामन्तराशे पुरान्तरयोजनै रक्षानुपात । यदि अन्तराशे पुरान्तरयोजनानि लभ्यन्ते तदा चक्राशै २६० भिमिति। फल भूपरिधियोजनानि" इति [अयमेव विधिरधुनापि स्वीक्रियते, केवल सूक्ष्मयन्त्रसाहाय्येन मानानयनेऽधिक यथार्थत्व लभ्यते]। अनेन विधिना लब्ध व्यासमानमधो दीयते—

पञ्चसिद्धान्तिकामतेन	१०१८ $\frac{6}{10}$	योजनानि
आर्यभट लल्लमतेन	१०५०	,,
सूर्यसिद्धान्तमतेन	१६००	,,
सिद्धान्तशिरोमणौ भास्कराचार्यमतेन	१५८१.$\frac{1}{2}$	,,
महासिद्धान्तमतेन	२१०९	,,
	(क्रोशार्धानि)	
पाश्चात्यार्वाचीनमतेन	७९२६ ६८	विषुवद्वृत्तीयमानम्
	७८९१ ८८	ध्रुवीयमानम्

योजनक्रोशार्ध(मील)सम्बन्धो निर्णीतो नास्ति, अत एव तुलना नात्र सुकरा ।

§ २२ पृथिव्या अक्षभ्रमणम्

पृथिवी अचला एवेति प्राय प्राचीनाचार्याणा मतम् । केवलमार्यभटाचार्यो भपञ्जर सुस्थिर पृथिवीञ्च चलममन्यत । यथा नौकाधिरूढो जनोऽनुलोमगमनात् स्थिरान् रात्वर्तिवृक्षादीन् विपरीतदिग्गामिन इव मन्यते, तथैव पृथिव्या भ्रमणेन सुहृद भचक्र लङ्कात समानान्तरगतयोगाम्योत्तरदिशो समया गत्या भ्रमद् दृश्यते ।

अनुलोमगतिर्नौस्थ पश्यत्यचल विलोमग यद्वत् ।
अचलानि भानि तद्वत् समपश्चिमगानि लङ्कायाम् ॥ (गोलपादे)

पर हन्त ! वराहमिहिरेण तत्परवर्तिभिर्ब्रह्मगुप्तश्रीपत्यादिभि सर्वैज्योतिर्विद्भि खण्डितम् । यथा—

भ्रमति भ्रमस्थितेव क्षितिरित्यपरे वदन्ति नोडुगण ।
यत्र स्वेनाद्या न स्यात् पुन स्वनिलयमुपेयु ॥
अथच्च भवेद् भूमेरद्धा भ्रमरहता घ्वजादीनाम् ।
नित्य पश्चात् प्रेरणमथाल्पगा स्यात् कथं भ्रमति ॥
(वराहमिहिर)

यत्रामम्बरचरा विहगा स्वनीडमासादयन्ति न खलु भ्रमणेन भग्ना ।
किञ्चाम्बुदा अपि न भूरिपयोगुच स्युर्देशस्य पूर्वगमनेन चिराय हृत ॥
भूगोलवेगजनितेन समीरणेन केतादयोऽप्यपरदिग्गतय सदा स्यु ।
प्राग्गद्भूधरशिरासि च सम्पतेयुर्नम्माद् भ्रमद्युगगनचुम्बिशिखरैश्च ॥
कस्मिन्नीरनिरीक्षितमासीद् यद् वायुमण्डलमपि भुवा सह भ्रमति ।

---

१ 'भूमिरघमाऽचला' इति कोश ।

§ २.३ पृथिव्याः परिक्रमणम्

पृथिवी सूर्यं परितो भ्रमतीति तथ्यस्य निरीक्षणं पुरा प्रायेणासम्भवमासीद् यत् सूर्य-परिक्रमणरतायाः पृथिव्या जनिता दृग्विषयाः पृथिवीपरिक्रमणरतसूर्याद् जनितेभ्यो दृग्विषयेभ्योऽ-भिन्ना एव ।

§ २.४ ऋतवः

ऋतवो भारतीयगणनायां षट् (पञ्च वा) सन्ति । 'ऋतु'शब्द ऋग्वेदे विरलमेव इश्यते, परन्तु शरद्हेमन्तादिशब्दाः पुष्कलमात्रया तत्र प्रयुक्ताः सन्ति । तथापि यजुर्वेदादिषु ऋतुशब्दः, ऋतूनां नामानि, ऋतुसंख्याविषयकचर्चाश्च पर्याप्तमात्रया विद्यन्ते । कदाचित् षट्संख्याकऋतवोऽ धिकं प्रचलिता आसन् । तैत्तिरीयब्राह्मणे (२,७,१०)—

पञ्चशारदीयेन यजेत ॥ ..... पञ्च वा ऋतवः संवत्सरः ॥

ऐतरेयब्राह्मणे च—

द्वादशमासाः पञ्चर्तवो हेमन्तशिशिरयोः समासेन ॥ (१.१)

एवंविधा उल्लेखाः सन्ति । संवत्सराय कल्पनया पक्षिरूपं दत्त्वा तैत्तिरीयब्राह्मणे (३.१०. ४१) ऋतूनां वर्णनमतिसुन्दरमस्ति—

"तस्य ते (संवत्सरस्य) वसन्तः शिरः ॥ ग्रीष्मो दक्षिणः पक्षः ॥ वर्षाः पुच्छम् ॥ शरदुत्तरः पक्षः ॥ हेमन्तो गुह्यम् ॥" इति ।

एवं वर्षारम्भो वसन्तादासीत् ।

§ २४'२ ऋतूनां कारणम्

ऋतूनां कारणं सूर्य एवेति ऋग्वेदे नैकसूक्तेषु लभ्यते । अत्र निदर्शनरूपं निम्नं दीयते—

"पूर्वामनु प्रदिशं पार्थिवानामृतून् प्रशासद्विदधावनुष्ठु ॥" (ऋ. सं. १.९५.३) ।

§ २.५ वायुमण्डलम्

अस्माकं शास्त्रेषु सप्त वायुस्कन्धा उल्लिखिताः सन्ति । ते (१) आवहः (भूवायुः), (२) प्रवहः, (३) उद्वहः, (४) संवहः, (५) सुवहः, (६) परिवहः, (७) परावहश्च । उक्तञ्चात्र श्रीपतिना—

स्यादावहः प्रवह उद्वहसंवहौ च स्यादिर्वहः परिवहश्च परावहश्च ।
स्कन्धाः क्रमेण मरुतामिति सप्तसंख्या विस्तम्भराम्बहनमावहगाद्धरेके ॥

एषु वायुषु प्रवहो भचक्रं भ्रामयति । आवहश्च भूवायुरस्माकमाधुनिकशब्दावल्यां वायु-मण्डलम् । वायुमण्डलस्य उच्छ्रयो द्वादशयोजनानि (भास्कराचार्यस्य योजनं = ४ क्रोशार्धानि) अर्थात् ६० क्रोशार्धानि (तुलनीयमत्र आधुनिकमानम्) ।

§ २.५४ उल्कापातस्य मूले वायुमण्डलमेवेति वराहसंहिताया: श्लोकैः स्पष्टीभविष्यति—

भूम्युत्थितै रजोधूमैर्दिगन्तव्योम्नि संश्रितैः ।
सूर्यांशुकिरणैर्भिन्नैरारण्यमथमासते ॥
विस्तारयवं वस्तु यद् दृष्टेर्व्यभिचारकम् ।
तेनाभ्रमरुणीभूतं दृश्यते शक्रचापवत् ॥

सन्ध्यारागः स विज्ञेयो दिनादौ च दिनात्यये।
रक्तायां तु निशायन्ते तथैवेन्दुघनोदये॥

§ २.६ अयनगतिः

विषुवत्क्रान्तिवृत्तयो. सम्पातस्य चलन वर्तत इति कदाचिद् वैदिकार्याणामप्यनुभव आसीत्। याजुषज्यौतिषग्रन्थे तत्कालीनदक्षिणायनोत्तरायणयोः स्थाने दत्ते। सर्वप्रथम वराहमिहिरेण बृहत्-संहितायामुक्तमिद तथ्यम्—

आश्लेषार्धादृक्षिणमुत्तरमयन रोऽर्धनिष्ठाद्यम्।
नून कदाचिदासीद्येनोक्त पूर्वशास्त्रेषु॥
साम्प्रतमयन सवितु. कर्कटकाद्य मृगादितश्चान्यत्।
उक्तामावो विकृतिः प्रत्यक्षपरीक्षणैर्व्यक्तिः॥

तत्परवर्तिज्योतिर्गणकैरप्येतस्य सत्ता स्वीकृता।

सूर्यसिद्धान्तानुसारमयनादाः २७ अंशान्तरेषु भ्रमन्ति। अर्थात् प्रथममयनादाः पश्चिमं २७ अंशपर्यन्त गच्छन्ति, ततः पूर्वं २७ अंशपर्यन्तम्। इय दोलकदयनादाना गति-रधुना ज्यौतिषविज्ञानेन न स्वीक्रियते। आधुनिकानामिदं मत यदयनचलन क्रमवत् पूर्णचक्रा शेषु भ्रमति। मुञ्जालस्य (गोलाध्याये), यदाचिद् भास्कराचार्यस्य, गणेशदैवज्ञस्याप्येवं मत मासीत्। मुञ्जालादिभिर्वार्षिकगति. ५९,९००७ विकलामिता गणिता। मानमिद पाश्चात्य गणितागतमानादधिकं प्रतीयते, परन्तु नैवम्। वर्षमान पुराणाना वर्तमानवर्षमानादधिक गणितम्। अत एव अयनस्य वार्षिकी गतिरप्यधिका भूता। गणितेन सिद्धयते यद् यदि शुद्धवर्षमान गृहीत्वा गणना क्रियते तर्हि मुञ्जालादिभिर्गणिता वार्षिकी गतिः ५०."०४१ मिता भवति। मानमिद केवल १.५६८ विकलाभ्यधिकम्।

२.७ आयुः

भारतीयपञ्चाङ्गेषु प्रथमपृष्ठे एव पृथिव्या यदायुर्दत्त भवति तदेव आधुनिकतमपाश्चात्य सिद्धान्तैरागच्छतीत्यद्भुतो विषय।

२.८ कालविभागः

सूर्यसिद्धान्तादिग्रन्थेषु मानाध्याये कालविभागा वर्ण्यन्ते। पाश्चात्यसिद्धान्तेषु त्रय काला एव प्रचलिता, अस्माभि तु नव मानानि—

ब्राह्म दिव्य तथा पित्र्य प्राजापत्य गुरोस्तथा।
सौरं च सावन चान्द्रमार्क मानानि वै नव॥ (सूर्यसिद्धान्ते, १४।१)

एषा व्याख्यारे चत्वारि दृश्यन्ते—

चतुर्भिर्नवहारोऽत्र सौरचान्द्रार्कसावनै.।
ब्राह्मप्रत्येन षष्ट्यब्द ज्ञेय नान्यैस्तु निलश॥ (सूर्य० १४।२)

प्रभवमानमेव वर्ण्यते—

भचक्रभ्रमण नित्य नाम दिनमुच्यते।
एवोक्तमन्येषां वर्णनानि कृतानि॥

तृतीयोऽध्यायः

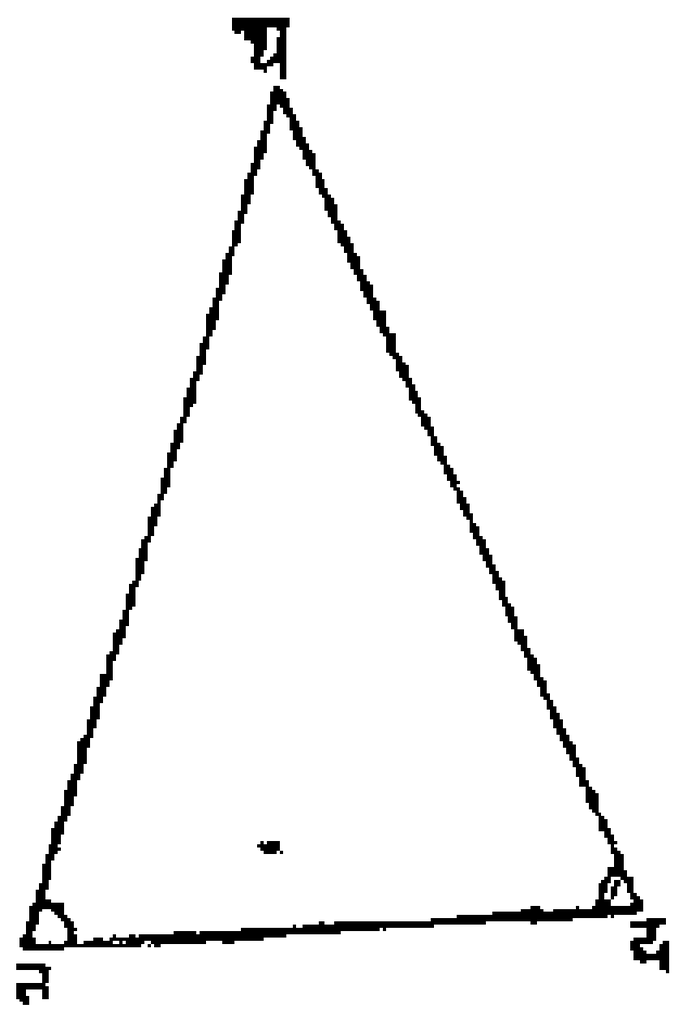
चन्द्रः

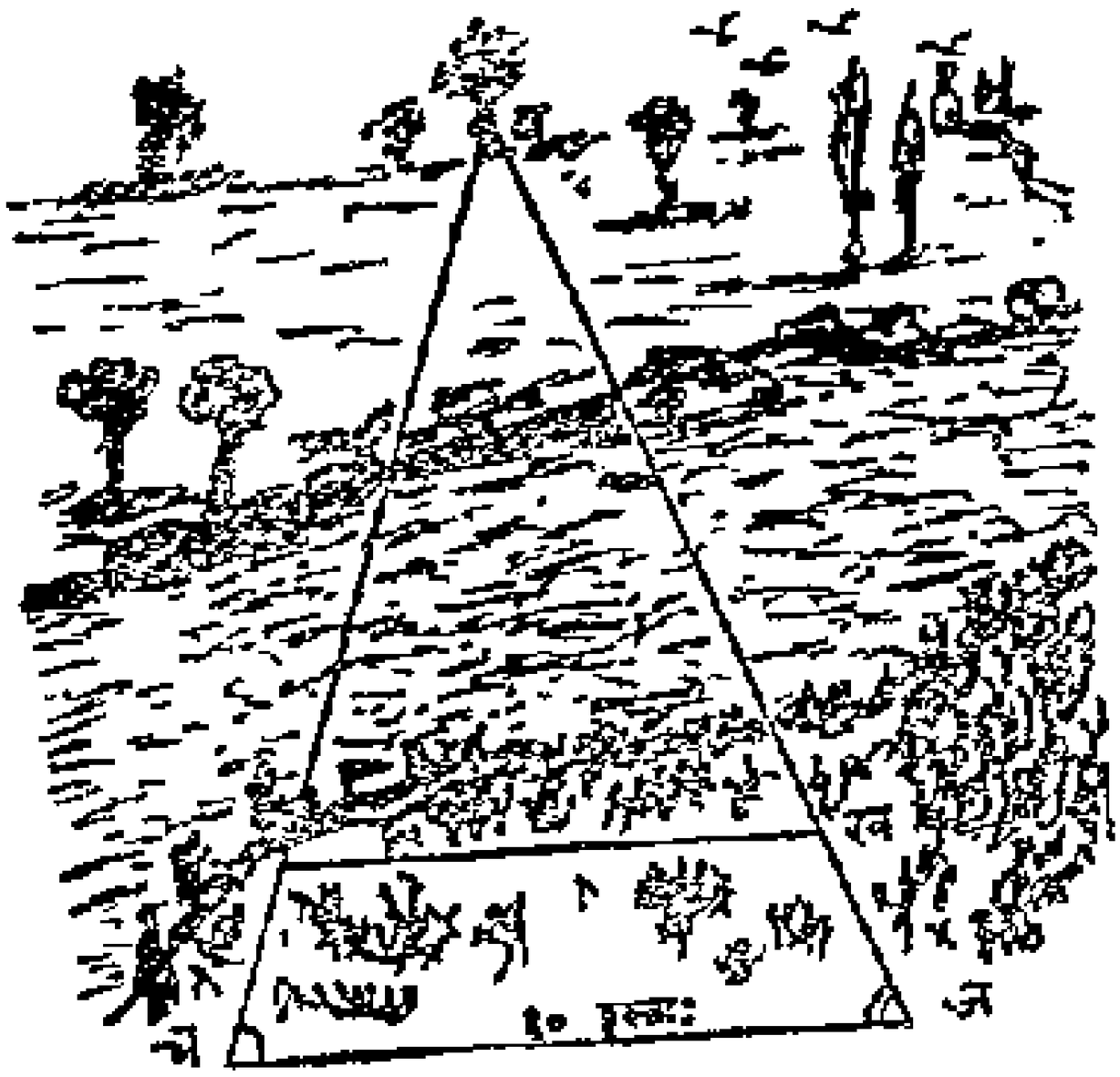
[स्वशीतलज्योत्स्नया आह्लादयन् सर्वलोकान् अस्मन्मातरं धरित्रीं स्वमातरमिव परिक्रामति चन्द्रः । अतः पृथिव्याः पश्चात्तस्य परिचयो दीयते ।]

३.१ चन्द्रस्य दूरत्वम्

३.११ दूरत्वनिर्धारणम्

ज्योतिर्विद्यायां दूरत्वनिर्धारणे सैव रीतिः प्रयुज्यते या लौकिकव्यवहारेऽगम्यवस्तूनां दूरत्वनिर्धारणे । यदि नद्या अपरतटे एको वृक्षस्तिष्ठति, तस्य दर्शकस्थानाद् दूरत्वमस्मिन्नेव तटे तिष्ठन् यदि दर्शको ज्ञातुमिच्छति, तर्हि स रेखागणितस्याश्रयं भजते । क-स्थाने तिष्ठन् वृक्षं प्रेक्ष्यैकं स्थूणं स्थापयति, वृक्षस्थूणरेखाया वृक्षमवलोकयन् पक्षभागं कानिचित् पदानि गत्वा द्वितीयं चस्थूणं खनति । पुनः ३० हस्तमितान्तरं (अभीष्टहस्तमितान्तरं वा) गत्वा ज-स्थाने तृतीयं स्थूणं खनति । ज-स्थानाद् वृक्षं पश्यन्नेव अग्रे गत्वा ज-स्थानवृक्षरेखायां चतुर्थं स्थूणं खनति । एवं त्रिभुजद्वयं (△ वृ क ख, △ वृ च ज) प्राप्यते ।



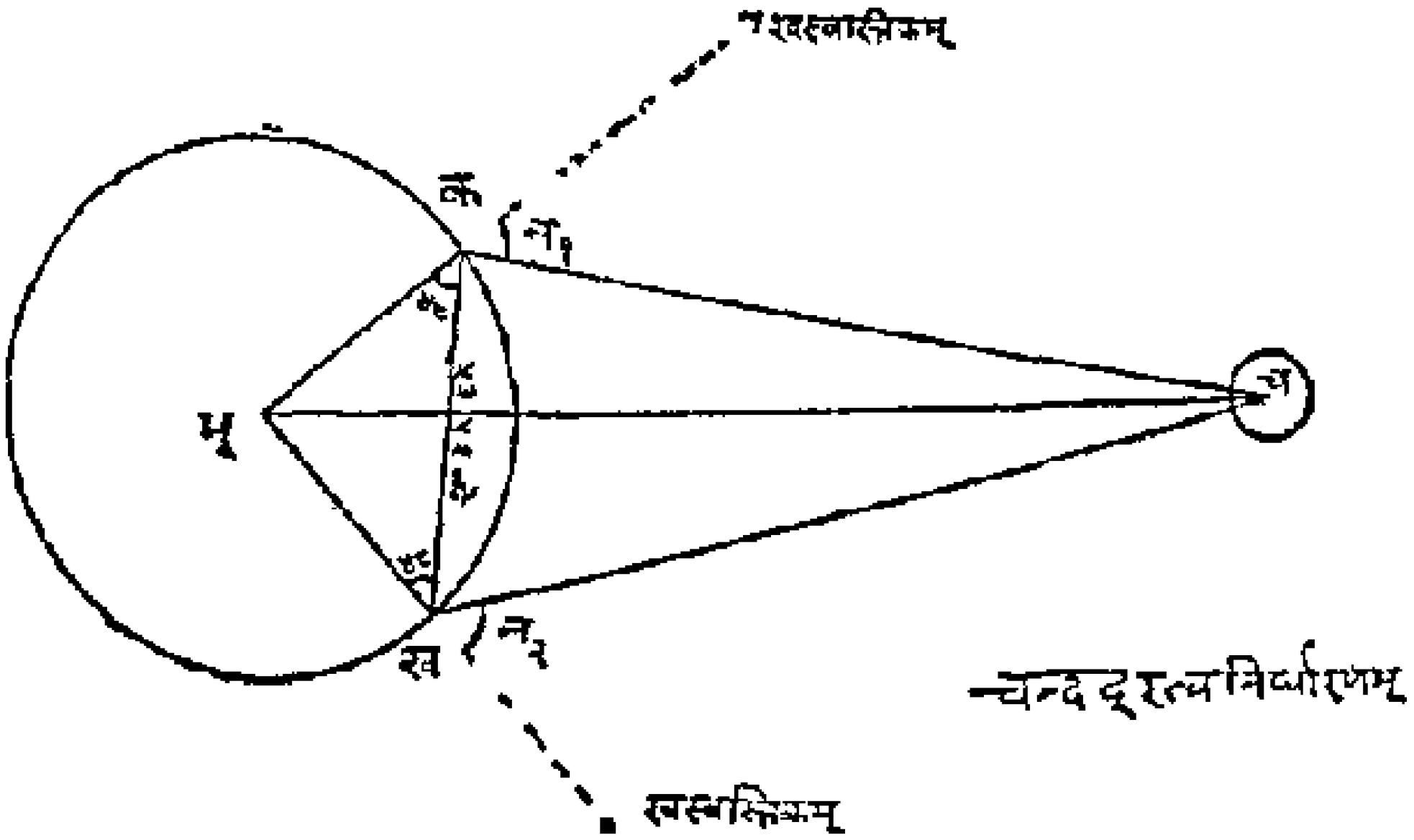


अत्र वृ च ज-त्रिभुजेन अस्मत्प्रयोजनम् । वृ च ज-त्रिभुजे वृ च ज कोणस्य वृ ज च-कोणस्य च मानं ज्ञात्वा लिख्यते । पुनस्तेनैव एकमीदृशं त्रिभुजमालिख्यते, यस्य आधाररेखा २ इंचमिता, आधारकोणौ क्रमशः बृचज कोणमितः, बृजच-कोणमितश्च । एवं तयदत्रिभुजं बृचजत्रिभुजं च परस्परं सर्वथा समाने । अत एव त्रिभुजे तदधे यदि तथ-रेखाया मानं ४-इञ्चानि, तर्हि चबृ-रेखायाः

(दृग्दूरत्वस्य) मान ४० हस्ता भविष्यति। एव रेखागणितेन (तद्विशिष्टशाखया त्रिकोण मितिनामिकया) अगम्यवस्तुनो दूरत्वमनुमीयते। अनेनैव विधिना क्षेत्रमापका भूप्रान्तस्य मानचित्रमालिखन्ति, यत भूस्थूलाभिर्मापन सर्वत्र न सम्भवम्।

३।२ चन्द्रदूरत्वनिर्धारणम्

कल्प्यते यत् पृथिव्या स्तो द्वे वेधशाले क स्थाने ख स्थाने च। क ख स्थानयोरक्षा शान्तर ८४° मितम्। भूकेन्द्रात् (भू स्थानात्) क स्य ख-स्य भूपृष्ठस्थितत्वाद् दूरत्व समान ४००० क्रोशार्धमितम्, अर्थात् त्रिभुजे क भू ख, भूख भुजा भूक भुजा समाने, अत एव



प्रत्येक योग ८ भू क ख ८ भू ख क ४८° मित, क ख-भुजा च ५३०० क्रोशार्धमिता।[1] पुन खस्थानीया याम्योत्तरवृत्तमुल्लङ्घयतश्चन्द्रस्य वेधोपलब्धनतांशा न१-मिता। ख-स्थानीयास्मिन्नव काले नतांशा न२ मिता। अत एव

$$\angle \text{च क ख} = १८०^\circ - \text{न}_१ - ४८^\circ$$
$$\angle \text{च ख क} = १८०^\circ - \text{न}_२ - ४८^\circ$$

एवं च क-ख त्रिभुजे एका भुजा (क ख = ५३५३ क्रोशार्धानि) विदिता, द्वौ कोणौ (∠च क ख, ∠च ख क) विदितौ। अत एव भुजा 'चक' (क स्थानाच्चन्द्रस्य दूरत्वम्), च ख भुजा (ख-स्थानाच्चन्द्रस्य दूरत्वम्) च त्रिकोणमित्या ज्ञातव्ये[2]।

---

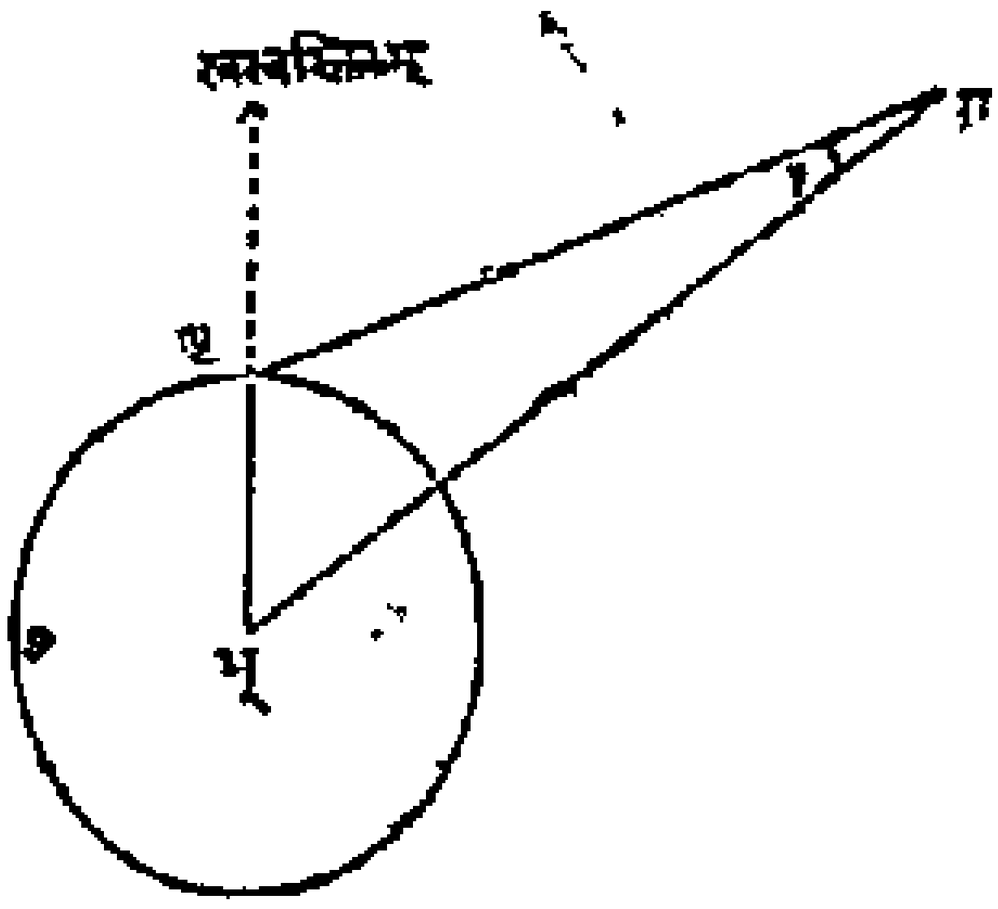
१ क ख—भुजा=२ × ४००० (व्यासार्ध) × कोज्या ४८°

२ चक—भुजा = $\frac{५३५३ \times \text{ज्या (च ख क)}}{\text{ज्या (क च ख)}}$

तत्रस्थिभुजे चंभूकोणे, द्वे भुजे (चंक-भुजा, कभू भुजा) विदिते, कोणः चं कू भू अपि विदितः, अत एव च भू भुजा ज्ञातुं योग्या भवति। चभू भुजा प्रायः २,३८,८५७ कोशार्धमिता।

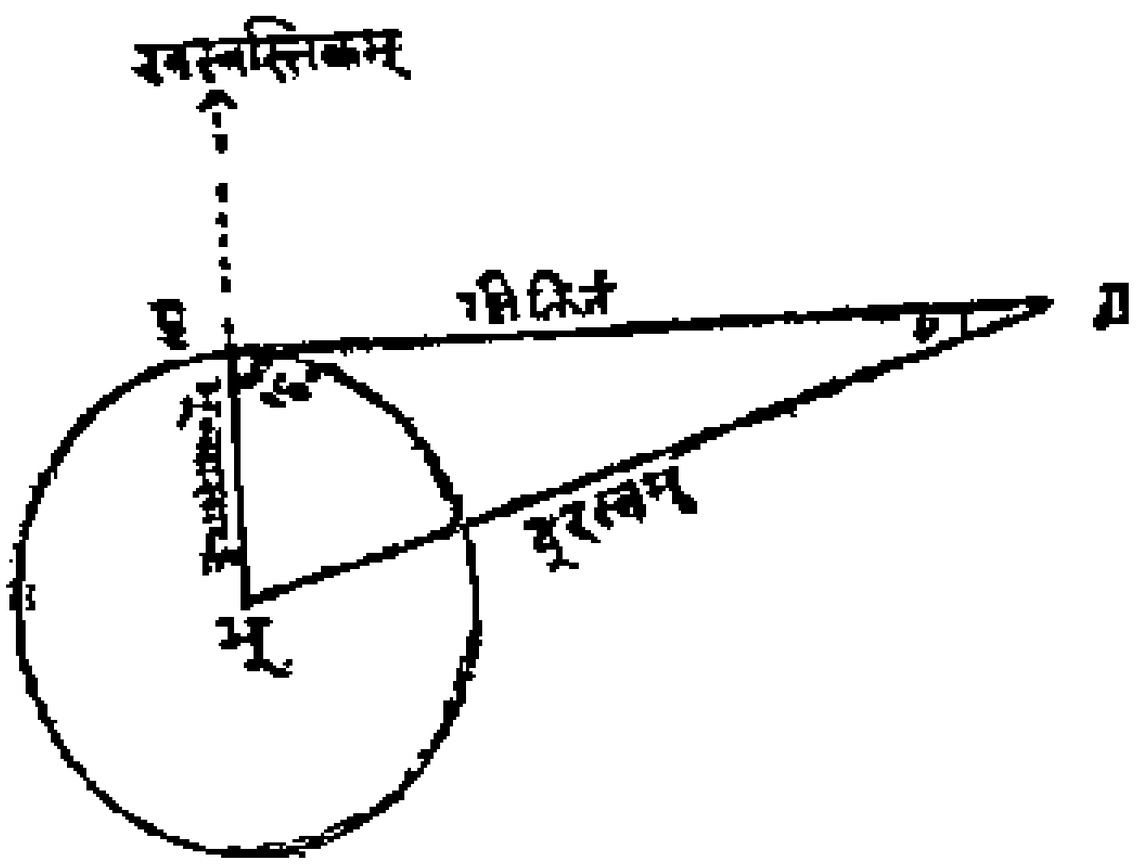
३.१३ लम्बनम्

पूर्वविधिश्चन्द्रस्य दूरत्व-निर्धारणे प्रयुज्यते, परन्तु स सुकरो न भवति ग्रहाणां दूरत्व-निर्धारणे। तेषां दूरत्वनिर्णये एकोऽन्यो विधिः प्रयुज्यते। तेन विधिना यदि चन्द्रस्य दूरत्वं मीयते तर्हि प्रथमं चंभूक-कोणो मीयते। कोणोऽयं लम्बनमुच्यते।



भूमध्यीय लम्बनम्

एवं भूपृष्ठप्रद्योतरेखा-भूमध्यप्रद्योतरेखा समुत्पन्नकोणः ग्रहस्य दैनिकलम्बनमुच्यते, अर्थात् यदि 'भू' भूमध्य-केन्द्रम्, 'पृ' भूपृष्ठस्थपुरुषः, तर्हि भू ग्र पृ-कोणस्थस्य ग्रहस्य लम्बनम्। (द्रष्टव्यं चित्रद्वयम्)।



क्षैतिजलम्बनम्

लम्बनं पाश्चात्यज्योतिर्गणिते 'p' (पी) वर्णेन व्यक्तीक्रियते। यदि ग्रहो ज्योतिःपिण्डो वा क्षितिजे लग्नस्तर्हि तस्य तत्कालिकलम्बनं क्षैतिज-लम्बन[1] कथ्यते। इदं P-वर्णेन व्यक्तीक्रियते।

३.१४ लम्बनदूरत्वसम्बन्धः

उपरि चित्रे 'भू पृ ग्र' एकं समत्रिभुजम्, अत एव

दूरत्वम् = भूव्यासार्धं × क्षैतिजलम्बनम्

---

१. क्षैतिजलम्बन-भूमध्यीयलम्बनसम्बन्धः। भूमध्यीयलम्बनम्=क्षैतिजलम्बनम् × नतांशज्या (हृज्या), अत एव भूमध्यीयनतांशा वेधोपलब्धनतांशेभ्यो लम्बनमितकं न्यूनाः। अर्थात्
भूमध्यीयनतांशा=भूपृष्ठीयवेधोपलब्धनतांशाः—लम्बनम्।

यदि लम्बनं सेकिण्ड (विकला)माने गणितं तर्हि

$$\text{दूरत्वम्} = \frac{\text{भूव्यासार्धं} \times २०६२६५''}{\text{क्षैतिजलम्बने विकलाना संख्या}}$$

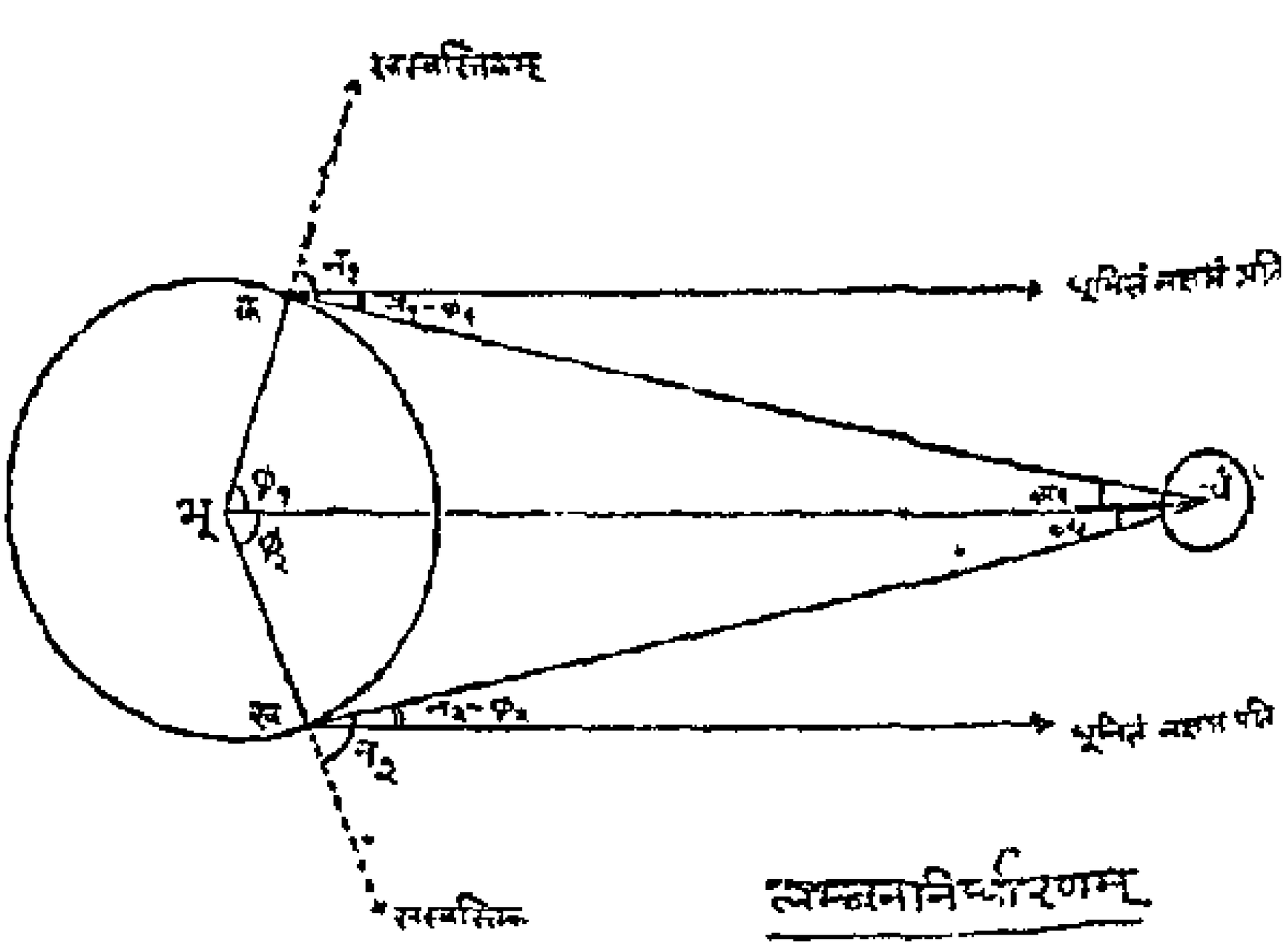
उदाहरणम्—चन्द्रस्य वेधेन गणनया वा क्षैतिजलम्बनं ५७'६" चन्द्रस्य दूरत्वस्य मानं प्राप्यताम् ।

$$\text{चन्द्रदूरत्वम्} = \frac{४००० \times २०६२६५}{३४२६}$$

$$= २,४०,००० \text{ (आसन्नमानेन) कोशार्धानि ।}$$

३.१५ चन्द्रस्य लम्बननिर्धारणम्

यदि एकस्मिन देशान्तररेखायां द्वे क–ख–स्थाने स्थिते, चन्द्रस्य नतांशाश्च पूर्ववत् क्रमशः $न_1$–मिताः, $न_2$–मिताः, भूमध्यीयलम्बनं क्रमशो $ल_1$–मितं $ल_2$–मितम्, तर्हि



खस्वस्तिक

लम्बननिर्धारणम्

$$ल_1 = \text{क्षैतिजलम्बन} \times \text{ज्या} (न_1)$$
$$ल_2 = \text{क्षैतिजलम्बनं} \times \text{ज्या} (न_2)$$
$$\text{अर्थात्} \; ल_1 + ल_2 = (\text{क्षैतिजलम्बन}) \times (\text{ज्या} \; न_1 + \text{ज्या} \; न_2)$$

अथवा

$$\text{क्षैतिजलम्बनम्} = \frac{\text{ल}_1 + \text{ल}_2}{\text{ज्या न}_1 + \text{ज्या न}_2}$$

$(\text{ल}_1 + \text{ल}_2)$स मान सरलतया ज्ञायते, यतः $\text{ल}_1 + \text{ल}_2 - \text{न}_1 + \text{न}_2 -$ क-स्थानस्याक्षांशाः—ख स्थानस्य अक्षांशाः।

अत एव चन्द्रस्य नतांशानां ज्ञानाद् लम्बनज्ञानं सम्भवम्।

$$\text{एवं क्षैतिजलम्बनम्} = \frac{\text{न}_1 + \text{न}_2 - \text{क}\text{स्थानस्याक्षांशाः} - \text{ख}\text{स्थानस्याक्षांशाः}}{\text{ज्या}\,(\text{न}_1) + \text{ज्या}\,(\text{न}_2)}$$

३.१६ चन्द्रदूरत्वमानम्

चन्द्रो भूगोऽन्यग्रहापेक्षया समीपतरमिति पुरातनकालात् सर्वेषां मतम्। इदं स्वाभाविकमप्यासीत्, यतः—

(१) चन्द्रस्य प्रदक्षिणाकालः सर्वाधिकाल्पः।
(२) सूर्यग्रहणावसरे चन्द्रः सूर्यमुर्वोर्मध्ये आपतति।
(३) चन्द्रबिम्बपरिमाणं बृहत्तमम्।

परन्तु यथार्थदूरत्वनिर्धारणमतिसरलं न। पूर्वानुच्छेदेषु यो विधिर्दत्तस्तेन चन्द्रस्य मध्यमलम्बनं ५७′ २″·७ मितम्, मध्यमदूरत्वञ्च तदनुसारेण २३८४५७ क्रोशार्धानि प्राप्यते।

गणितागतदूरत्वस्य सत्यतास्थापनाय अचिरात्पूर्वं १९४६-तमे खिस्ताब्दे एकः प्रयोगः कृतोऽमेरिकायाम्। तत्र सेना सर्वेन विभागेन 'रडार'यन्त्रेण विद्युत्तरङ्गाश्चन्द्रं प्रति प्रक्षिप्तास्ते २·५६ मितसेकिण्डानन्तरं चन्द्रात् परावर्त्य पुनरागताः, अत एव चन्द्रस्तदा १·२८ मितसेकिण्टदूरत्वे आसीत्। अर्थात्—

$$\text{दूरत्वम्} = 1{\cdot}28 \times \text{विद्युद्वेगः}$$
$$= 1{\cdot}28 \times 1,86,280 \text{ क्रोशार्धानि}$$
$$= 2,38,425 \text{ क्रोशार्धानि}।$$

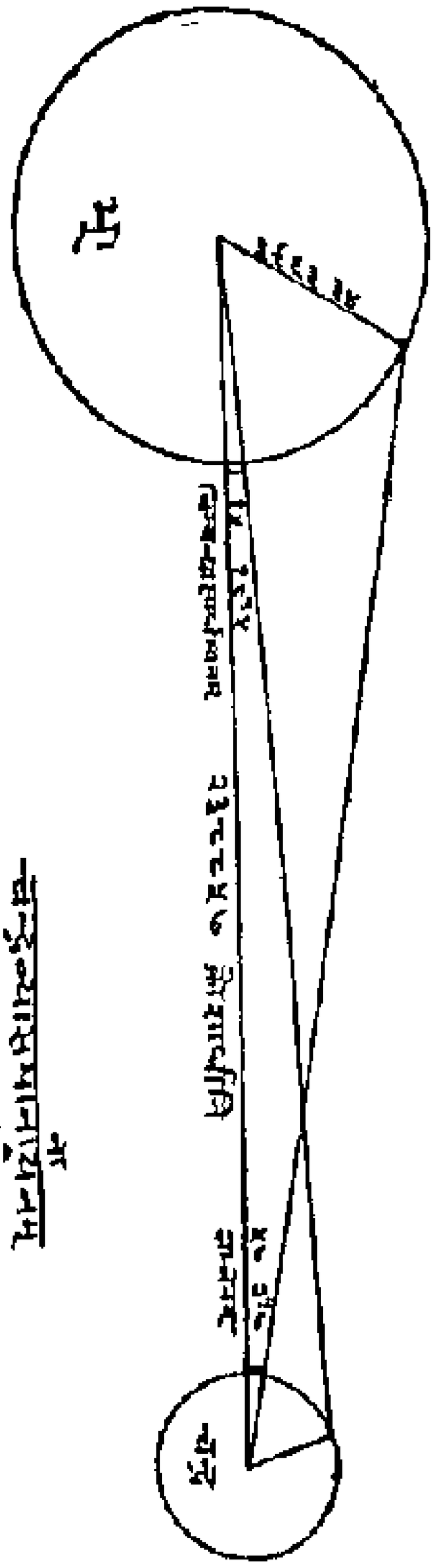
३'२ चन्द्रस्य व्यासादयः

३.२१ चन्द्रव्यासमानम्

चन्द्रस्य दृश्यबिम्बस्य मध्यमप्रमाणं ३१′·७″ मितमस्ति। इदं वेधेन प्राप्यते। अत एव यथार्थव्यासस्य मानं निम्नलिखितेन ५६ पृ० स्थित क्षेत्रेण साधने गण्यते वा।

अत $\frac{\text{चन्द्रव्यासार्धः}}{\text{भूव्यासार्धः}} = \frac{\text{बिम्बव्यासार्धमानम्}}{\text{चन्द्रलम्बनम्}}$ अत एव चन्द्रव्यासार्धः $= \frac{९३३५ \times ३९६३.२४}{३४२२७}$

$= १०२१.९५$ क्रोशार्धानि।



३.२२ चन्द्रस्य पिण्डमात्रा

गुरुत्वाकर्षणसिद्धान्तेन चन्द्रस्य पिण्डमाना निश्चीयते। § ३.३१ व्यक्तीकरिष्यते यद् वस्तुतश्चन्द्रभूपिण्डयोर्गुरुत्वाकर्षणीयकेन्द्रमेव सूर्यं परितो भ्रमति, भूश्च चन्द्रश्च तत्केन्द्रमभितो भ्रमतः। अनेन भुवो मध्यकेन्द्रपरिक्रमणेन सूर्यस्य प्रतीयमान स्थित्या किञ्चित् परिवर्तन दृश्यते—चान्द्रमासस्य एकस्मिन् पक्षे सूर्यस्य गतिः किञ्चित् पौर्व्य प्राप्नोति, द्वितीये च पक्षे सा किञ्चिन्माल्य लभते। परिवर्तनमिद कदापि द्वादशविकलाभ्योऽधिकं न।

स्थितिविज्ञानेन ज्ञायते यद् यदि भुव. पिण्डमाना $पि_{भू}$ चन्द्रस्य पिण्डमाना $पि_{च}$, तर्हि गुरुत्वाकर्षणीयकेन्द्रस्य दूरत्वं भूकेन्द्रात् $\frac{पि_{च}}{पि_{भू} + पि_{च}} \times$ भूचन्द्रान्तरम्, तथा चन्द्रकेन्द्रात् $\frac{पि_{भू}}{पि_{भू} + पि_{च}} \times$ भूचन्द्रान्तरम्।

उपरि भुवो मध्यकेन्द्रपरिभ्रमणात् सूर्यस्यगत्या द्वादशविकलागमिनान्तरमागच्छतीत्युक्तम्। सूर्यस्य दूरत्वञ्च पूर्वविदितमेव ९,२९,००,००० क्रोशार्धमितम्। अत एव एकस्मिन् 'रेडियने' ९,२१,००,००० क्रोशार्धानि तर्हि १२ विकलासु कियन्ति? इति त्रैराशिकेन ५७६० क्रोशार्धानि

लभ्यन्ते। अत एव भूकेन्द्राद् मध्यकेन्द्रस्य दूरत्वं $\frac{५७६०}{२}=२८९५$ क्रोशार्धानि। इदञ्च उपरि

गणितं $\frac{\text{पि}_{\text{भू}}}{\text{पि}_{\text{भू}}+\text{पि}_{\text{च}}}\times$ भूचन्द्रान्तरम्। अत एव—

$$\frac{\text{पि}_{\text{भू}}}{\text{पि}_{\text{भू}}+\text{पि}_{\text{च}}}\times \text{भूचन्द्रान्तरम्}=२८९५$$

अनेन समीकरणेन $\frac{\text{पि}_{\text{च}}}{\text{पि}_{\text{भू}}}=\frac{१}{८१·५६}$ लभ्यते। अर्थात् चन्द्रस्य पिण्डमात्रा भुवः

पिण्डमात्राया $\frac{१}{८१·५६}$ भागमिता।

३.२३ चन्द्रस्य घनत्वम्

चन्द्रस्य आयतनं पार्थिवायतनस्य $\frac{१}{४९}$ भागमितम्, अत एव चन्द्रस्य घनत्वं $\left(\frac{\text{पिण्डमात्रा}}{\text{आयतनम्}}\right)$

$=\frac{४९}{८१·५}=०·६$ भागमितं पार्थिवघनत्वस्य, अर्थात् ०·६ × ५·५ = ३·३ गुणितं जलघनत्वस्य।

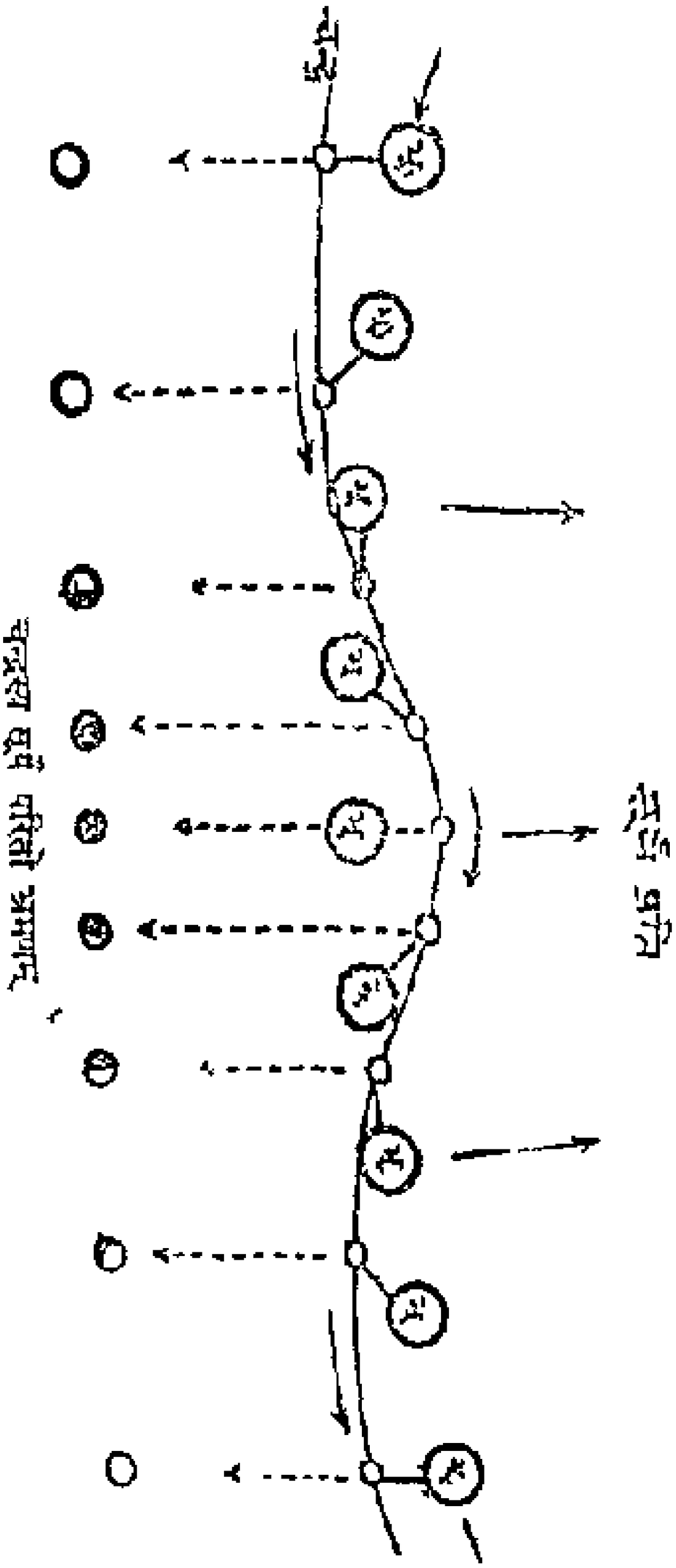
३.३ चन्द्रस्य परिक्रमणम्

पूर्वानुच्छेदे चन्द्रस्य मध्यमदूरत्वं २३८८५७ क्रोशार्धमितं गणितम्, परन्तु वास्तविकदूरत्वं सदा न समम्। यतश्चन्द्रो भुवं परितो दीर्घवृत्ताकारकक्षाया भ्रमति, यथा भूः सूर्यं परितो भ्रमति। चन्द्रकक्षाया उत्केन्द्रिता ·०५४९ ($=\frac{१}{१८}$) मिता। यदा चन्द्रो दूरतमस्तदा चन्द्रोच्चं कथ्यते, समीपतमे चन्द्रनीचमुच्यते।

३.३१ चन्द्रस्य सूर्यं परितो भ्रमणम्

चन्द्रः पृथिवीं परितो भ्रमति, पृथिवी च सूर्यस्य प्रदक्षिणां करोति, अत एव चन्द्रोऽपि सूर्यस्य प्रदक्षिणां करोति। सूर्यस्य प्रदक्षिणायां वस्तुतः एकपिण्डवत् भूचन्द्रावाचरणं कुरुतः,

या च भूकक्षा कथ्यते सा भूचन्द्रयोः केन्द्रस्य कक्षा। अस्य केन्द्रस्य भूचन्द्रश्च उभौ परिक्रम कुरुतः, केन्द्रञ्च सूर्यं परितो भ्रमति। परन्तु केन्द्रमिदं भूपिण्ड-मध्यवर्ति,[1] अत एव भुवः केन्द्रं परितो भ्रमणं न लक्ष्यते, चन्द्रस्य केन्द्र परितो भ्रमण भुवं परितो भ्रमणमिव दृश्यते।

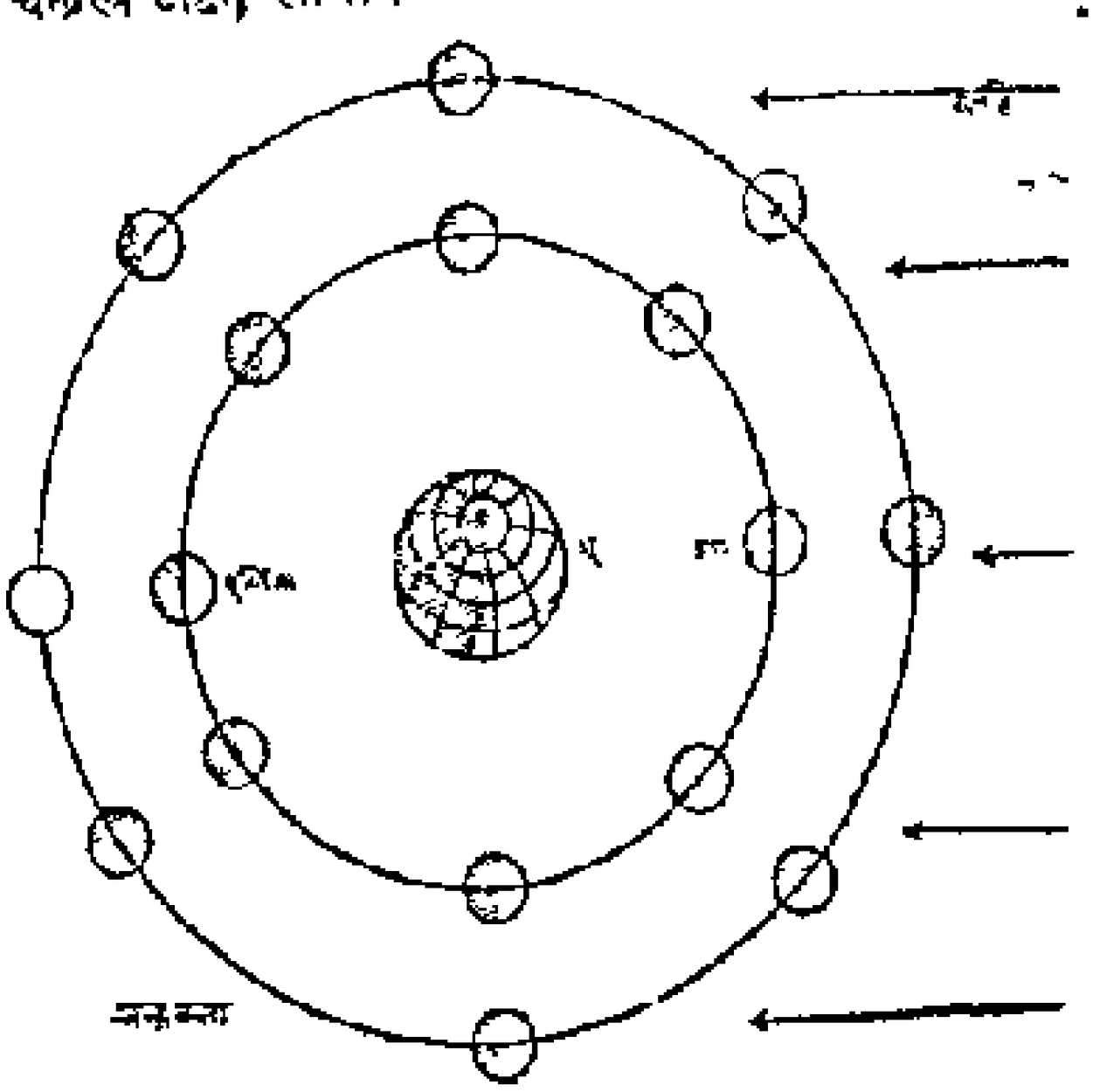


३.३२ चन्द्रकलाः

चन्द्रो भुवमभितो भ्रमणं प्राय. २९ ½ दिनेषु करोति, परन्तु चन्द्रः प्रकाशहीनपिण्डत्वाद् न भाति निजभास्वरत्वेन, ये च रजनीकरस्यमय. कथ्यन्ते ते केवलं चन्द्रे पतित्वा ततः परावृत्ताः सूर्यरश्मय एव। अत एव भास्वरत्वविहीनत्वाच्चन्द्रस्तदैव दृश्यते यदा तस्य प्रकाशितगोलार्धः पूर्णतोऽयनाद्ततोऽस्माकं चक्षुषा गच्छति। प्रकाशितगोलार्धोऽय भुव परितश्चन्द्रस्य भ्रमणशीलत्वाद् विभिन्नेषु क्षणान्तरेषु विभिन्नमात्रया अवलोक्यते-कदाचित् पूर्णतया सम्मुखे आयाति, कदाचिदर्धतया, कदाचिच्च पूर्णतया तिरोहितो भवति। एव प्रकाशित गोलार्धस्य विभिन्नदर्शनेभ्यश्चन्द्रस्य कलासु क्षयवृद्धी भवत। निम्नलिखित्या चन्द्रस्य विभिन्नदशासु दृष्टि स्थानादयो दीयन्ते—

१. चन्द्रस्य विष्कम्भमात्रा भुव विष्कम्भमात्रा वा $\frac{1}{८१.२६}$ मिता, अत एव भूचन्द्रयो केन्द्रं भूकेन्द्रात् $\frac{1}{८२.२६}$ मितदूरस्थे, अर्थात् (आयतमूल्येन) २८८० कोशार्धेषु स्थित.। अतो भूव्यासार्धं ७,००० कोशार्धानि, केन्द्रमिदं भूपिण्डकेन्द्रार्धानि।

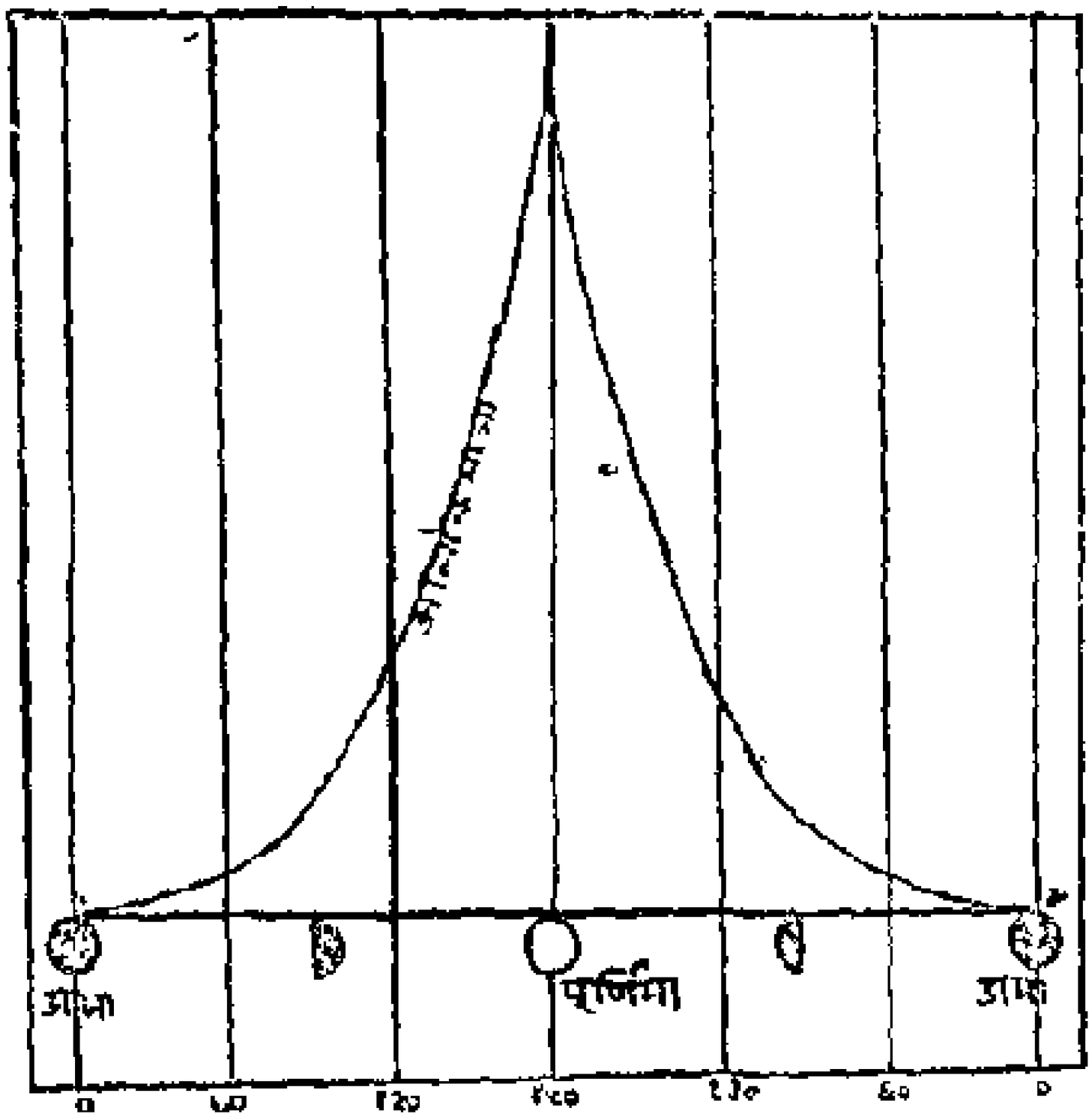
ष्टिः चन्द्रस्य स्थानम् इनान्तरम् चन्द्रभागदर्शनम् कला तिथिः
युतिः भूसूर्ययोर्मध्ये शून्यम् अप्रकाशितगोलार्धः हीना अमावस्या
(ततश्चन्द्रः सूर्यस्य पूर्वं तिष्ठति, इनान्तरं वर्धते, प्रकाशितगोलार्धः क्रमशः सम्मुखे याति-
कलाश्च शनैः शनैर्वर्धन्ते ।)
त्रिभान्तरम् भुवः पार्श्वे समकोणगितम् प्रकाशितगोलार्धस्य अष्टमी अष्टमी
अर्धभागः
(तत इनान्तरं समकोणाधिकं वर्धते, प्रकाशितगोलार्धोऽधिकांशभागान् प्रकटयति ।)
षड्भान्तरं भूः सूर्यचन्द्रयोर्मध्ये १८०° मितम् प्रकाशितगोलार्धः पूर्णाः कलाः पूर्णमासी
पूर्णतया दृश्यते
(तत इनान्तरं षड्भान्तराद् हीयते शनैः शनैः, तथैव प्रकाशितगोलार्धस्तिरोधानं भजते)
त्रिभान्तरम् भुवः पार्श्वे समकोणमितम् प्रकाशितगोलार्धस्य अष्टमी अष्टमी
अर्धभागो न दृश्यते
(इनान्तरं शनैः शनैस्त्रिभान्तराद् हीयते, अप्रकाशितगोलार्धस्याधिकांशभागाः सम्मुख
मागच्छन्ति, चन्द्रः सूर्यस्य पश्चिमे तिष्ठति ।)
युतिः भूसूर्ययोर्मध्ये शून्यम् अप्रकाशितगोलार्धः हीना अमायास्या
चन्द्रकला, चन्द्रस्य दृष्टिः, स्थानादयश्च निम्नचित्रादपि सुस्पष्टा भविष्यन्ति—



३.३३ चन्द्रालोकः

(१) साधारणतया प्राकृतजनानां मतमिदं यत् चन्द्रस्य अष्टमीचन्द्रस्य आलोकः पूर्णिमाचन्द्रस्य आलोकस्य अर्धः, कलानामर्धत्वात् ; अर्थात् पूर्णमास्यां यया मात्रया रजनीकरो

भूलोकं प्रकाशयति, अष्टम्यां तदर्धमात्रया प्रकाशयति; यतः पूर्णिमास्यां पूर्णचन्द्रः, अष्टम्यामर्धचन्द्रः। परन्तु नैवं विद्यते। अष्टम्यां चन्द्रालोकः पूर्णिमालोकस्य नवांशः। निम्नलिखित रेखावगाङ्कितपत्रे चालोकमात्रा दीयते—



आलोकमात्रा - रेखाचित्रम्

अष्टम्यां चन्द्रालोकः पूर्णिमालोकस्य नवांशमित इति। अत्रेदं कारणम्। अष्टम्यां सूर्यकिरणा तिर्यक्तया चन्द्रपृष्ठे पतन्ति, तिर्यक्पतनाच्छाया दीर्घा भवति। पूर्णिमायां सूर्यकिरणाः ऊर्ध्वमुखतया पतन्ति, छाया च हीना भवति। पुनश्च चन्द्रे पतिता छाया पृथिव्या पतितायाश्छायाया अपेक्षया गाढा, यतश्चन्द्रे वायुमण्डलं न वर्तते। अत एव छायायाः दैर्घ्यात् गाढत्वाच्च अष्टम्या चन्द्रालोकस्य मात्रा अत्यल्पीयसी।

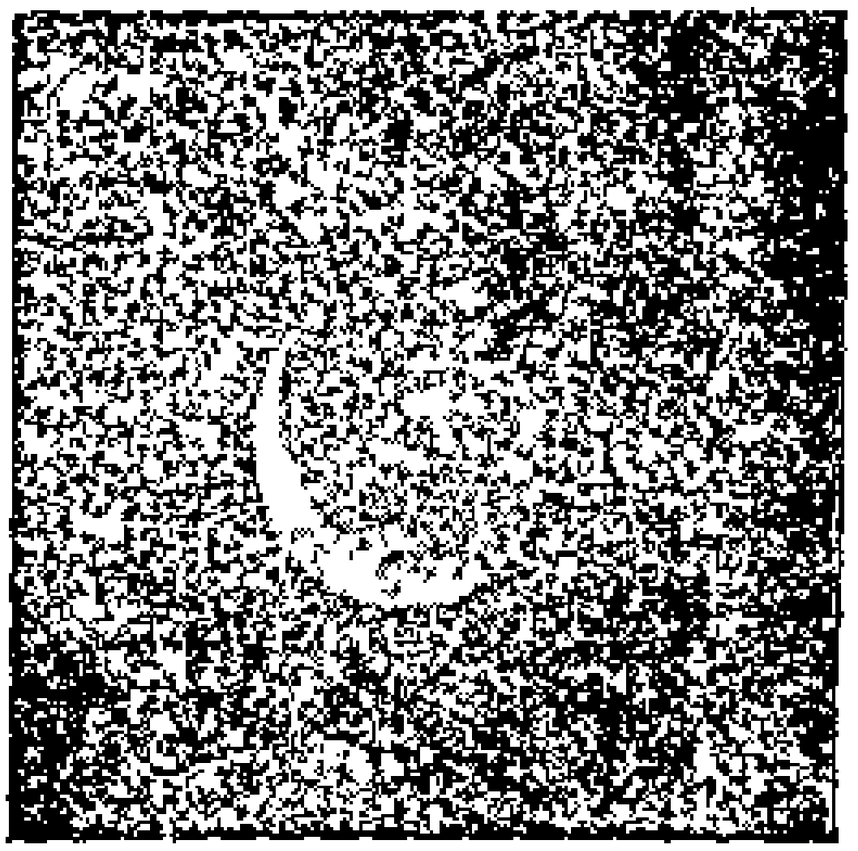
(२) शिशिरर्तौ चन्द्रालोकोऽधिको भवति। सूर्यस्य सुदूरदक्षिणे स्थितिः शिशिरर्तौ भवति। अत एव पूर्णचन्द्रस्य तदा सूर्यगोलभान्तरे स्थितत्वात् स्थितिः सुदूरोत्तरे भवति। चन्द्रस्य सुदूरोत्तरस्थितत्वाद् किरणा ऋजवो भवन्ति, चन्द्रोदयाच्चन्द्रास्तकालपर्यन्तं कालावधिश्च दीर्घः। अत एव चन्द्रकिरणानामृजुपतनाद् दीर्घकालिकचन्द्रदर्शनाच्च चन्द्रालोकः शिशिरर्तौ अधिको भवति।

३.३४ भुव आलोकश्चन्द्रपृष्ठे

यथा चन्द्रो भूपृष्ठात् प्रकाशमान् दृश्यते, तथैव भूश्चन्द्रपृष्ठाद् दृश्यते। परन्तु कस्य व्यत्यासेन भवन्ति। यदा अस्माकं चन्द्रस्य पूर्णाः कलाः, तदा चन्द्रवासिनां भुवो हीनाः कलाः,

यदास्माकं चन्द्रस्य हीनाः कलाः, तदा तेषां भुवः पूर्णाः कलाः। एवमेव यदा चन्द्रस्य इनान्तरम् 'अ'-मितम्, तदा भुव इनान्तरं (१८०-अ) मितं भविष्यति।

भुव आलोकः शुक्लपक्षस्य द्वितीयाचन्द्रे तृतीयाचन्द्रे वा सरलतया दर्शनीयतामायाति। शुक्लपक्षस्य द्वितीयायां तृतीयायां वा चन्द्रस्य न केवलं प्रकाशितशृङ्गमवलोक्यते, सूर्यकिरणैः प्रकाशितभागा अपि (द्रष्टव्यमत्र फोटो चित्रम्) अवलोक्यन्ते। ईषत्प्रकाशितभागेषु न सम्भावना सूर्यरश्मिपातस्य, सूर्यपराङ्मुखत्वात्। अतस्ते भुव आलोकेनैव आलोकिताः सन्ति।



भुव आलोकश्चन्द्रालोकस्य षष्टिगुणितः। अत्र प्रकाशबाहुल्यस्य कारणद्वयम्—

(१) चन्द्रदृष्टभूबिम्बव्यासो भूदृष्टचन्द्रबिम्बव्यासस्य चतुर्गुणितः। यतः परावर्तिता लोककिरणाः क्षेत्रानुपातिनः, भूबिम्बक्षेत्रञ्च भुव आलोकः [यत्रकिञ्च वेधशाला] चन्द्रबिम्बक्षेत्रस्य १३.४ गुणितम्, अत एव भूतलात् चन्द्रतलापेक्षया १३.४ गुणिता आलोककिरणाः परावर्तन्ते।

(२) किरणानां परावर्तिनी शक्तिः परिक्षेपणशक्तिरुच्यते। कल्प्यते यत् वर्गसेन्टिमित् पदार्थं १००-संख्याकाः सूर्यकिरणाः पतन्ति, तेषां नैकाश्च किरणा वस्तुपृष्ठे नष्टा भवन्ति, कल्प्यते यत् केवलं पञ्चदशसंख्याकाः किरणाश्च परावर्तन्ते, तदा तस्य वस्तुनः परिक्षेपणशक्तिः '१५ ($\frac{१५}{१००}$) मितास्ति। निरीक्षणेन प्राप्तं यत् चन्द्रस्य परिक्षेपणशक्तिः '०७-मिता, परन्तु भुवः परिक्षेपणशक्तिः '४२ मिता; एवं चान्द्रपरिक्षेपणशक्त्यपेक्षया भुवः परिक्षेपणशक्तिरत्यधिका।

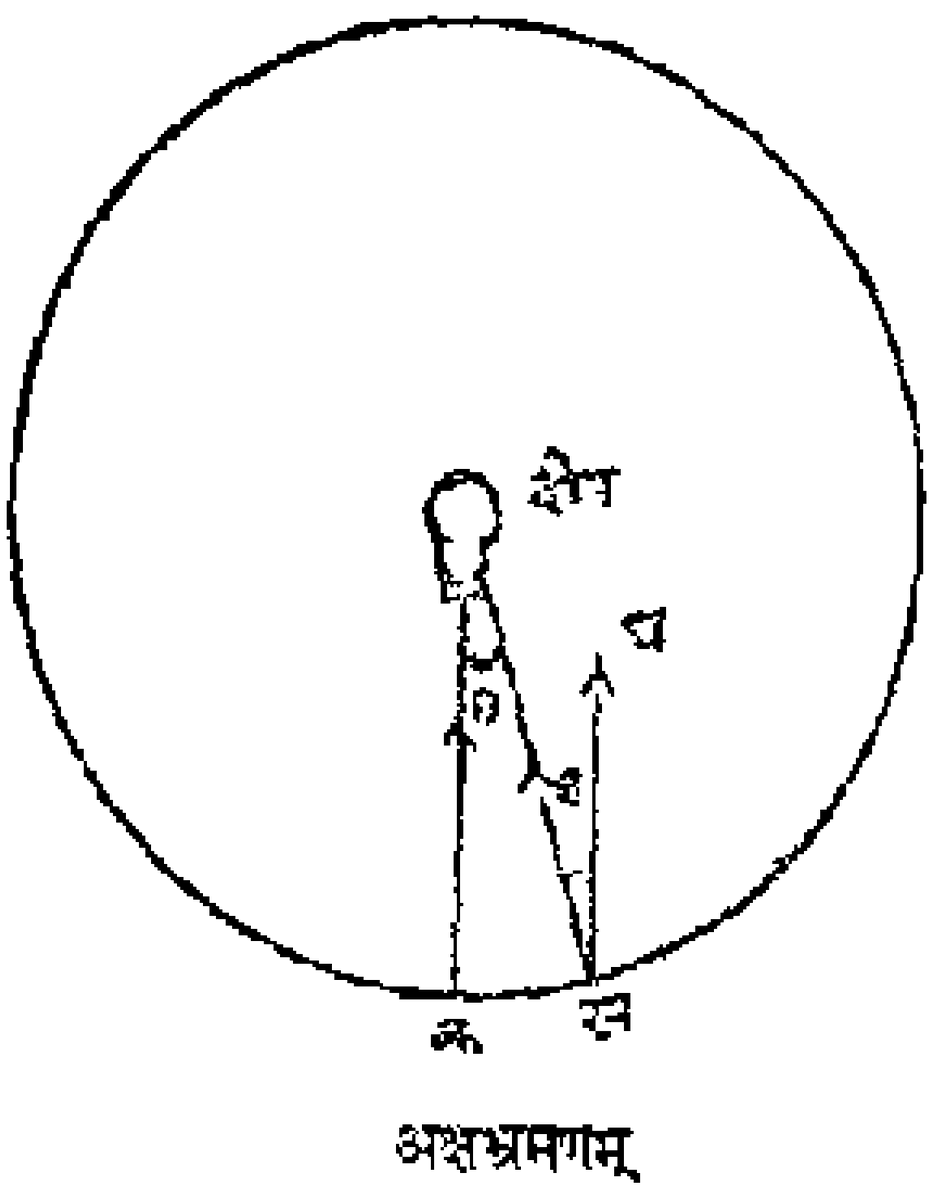
एवं भूव्याप्तदैर्घ्यात् परिक्षेपणछन्दसोराधिक्याच्च भुव आलोकश्चन्द्रालोकस्य षष्टिगुणितः।

३.४ चन्द्रस्य अक्षभ्रमणम्

वयं चन्द्रस्य सदैव एकमेव रूपं पश्यामः, अत एव तस्य अक्षभ्रमणकालो भुव परितो भ्रमणकालसमः। एकस्मात् प्रयोगात् तर्कोऽयं स्पष्टीभविष्यति।

एकस्यां कक्षायां मध्ये एको दीपः स्थाप्यताम्, एको जनश्च एवं परिक्रमणं कुर्यात् यत्

परिक्रमणे सदैव स दीपाभिमुखता भजेत्। स झटित्यनुभवति यद् यदि स परिक्रमणजनित कोणमितमक्षभ्रमण न करोति, स दीपतस्मुखता त्यजति। अस्य गणितीयोपपत्तिरपि वर्तते। चित्रे स-स्थानस्य कोणीयान्तरं अस्ति। यदि जनः किञ्चिदप्यक्षभ्रमण न करोति तर्हि तस्य मुखं 'थ' प्रति भवति (खथ रेखा कदी रेखायाः समानान्तरा)। यदि स वस्तुतो दीपं द्रष्टुमिच्छति तर्हि स थखदी समभवश्यमक्षभ्रमण कुर्यात्। यतः खथ-रेखा कदी रेखा समानान्तरा, कदीख कोण = थखदी-कोण. = θ, अर्थात् परिक्रमणकृतकोणसमोऽक्षभ्रमणकृतकोणोऽस्ति। अत एव तस्य परिक्रमणकालसमोऽक्षभ्रमणकालः।

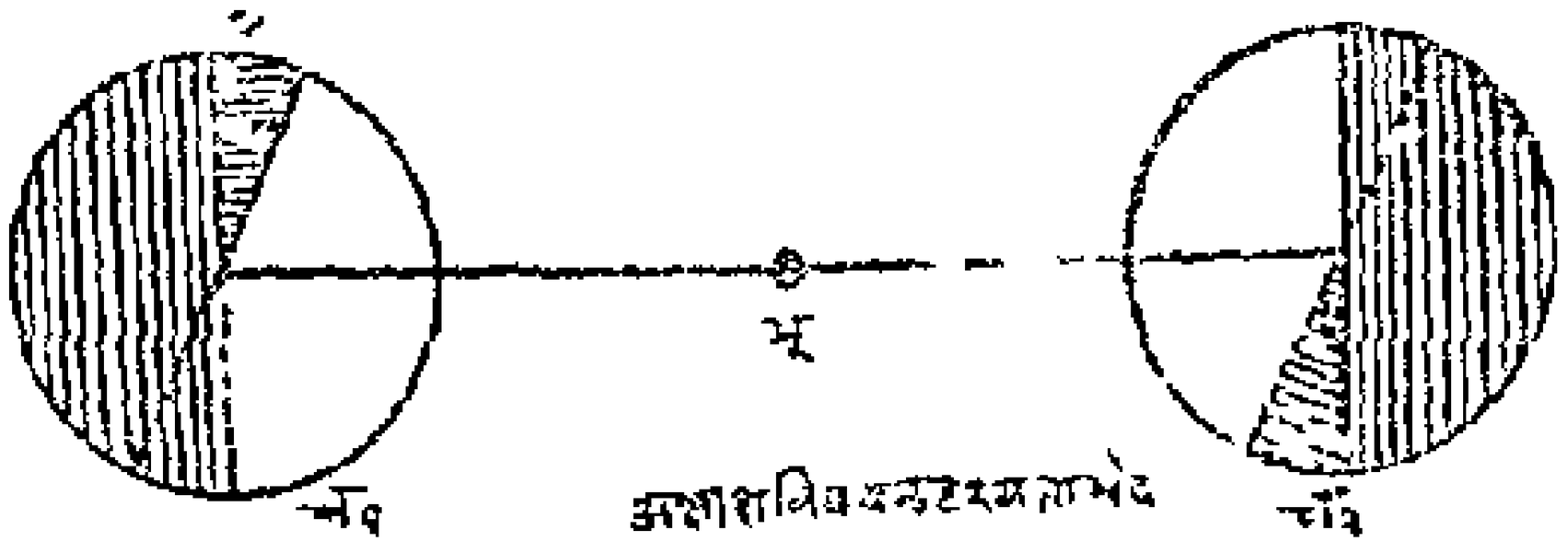


३.४१ दृश्यताभेदाः

यद्यपि पूर्वमुक्तं यद् वयं सर्वदा चन्द्रस्यैकमेव रूपं पश्यामः, तथापि सूक्ष्मपरीक्षणं दर्शयति यद् यदा यदा बिम्बपर्यन्तमागोऽल्पमात्रया नूतनाः प्रदेशा दृश्यन्ते, परिचिताश्च लुप्यन्ते। नूतनप्रदेशदर्शनमिदं दृश्यताभेदं उच्यते। दृश्यताभेदाश्च दोलनात्मकास्त्रिमूलकाश्चापो दीयन्ते—

(१) अक्षांशविषयकदृश्यताभेदः

चन्द्रपरिक्रमणसमतलात् चान्द्रविषुवरेखायाः प्रायशता ६.५ अंशमिता, अत एव एकस्मिन् पक्षे उत्तरध्रुवात् परवर्तिनो भागा दृश्यन्ते, द्वितीयपक्षे च दक्षिणध्रुवात् परवर्तिनो

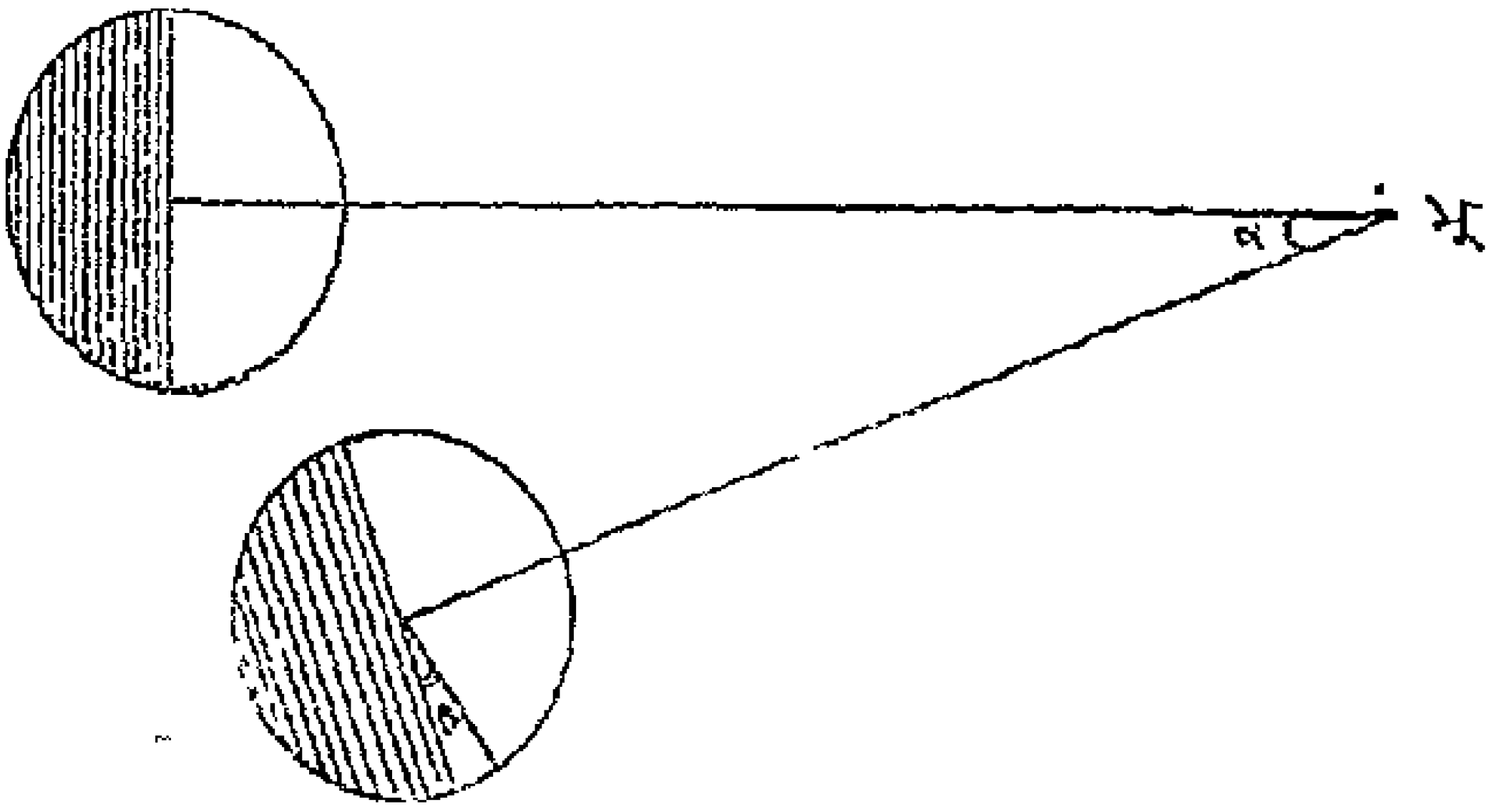


भागा दृश्यन्ते। (चित्रमुपरि दत्तं द्रष्टव्यम्) च, स्थित्या चन्द्रस्य उत्तरध्रुवपरवर्तिभागाः, च.' स्थित्या दक्षिणध्रुवपरवर्तिभागाश्च दृश्यन्ते।

(२) रेखांशविषयकदृश्यताभेदः

चन्द्रस्य परिभ्रमणमार्गो दीर्घवृत्ताकारः, अत एव चन्द्रस्य परिक्रमणवेगो नीचैः शैत्यम्, उच्चैरत्य मान्द्यं भजते, परन्त्वक्षभ्रमणवेगः सदैव समो विद्यते। एव काले चन्द्रक्षभ्रमणवेग

परिक्रमणयोरन्तरं दृश्यते। अनेनान्तरेण काले काले चन्द्रस्य पूर्वतमबिम्बकोटेः परवर्तिनः ७$\frac{2}{3}$

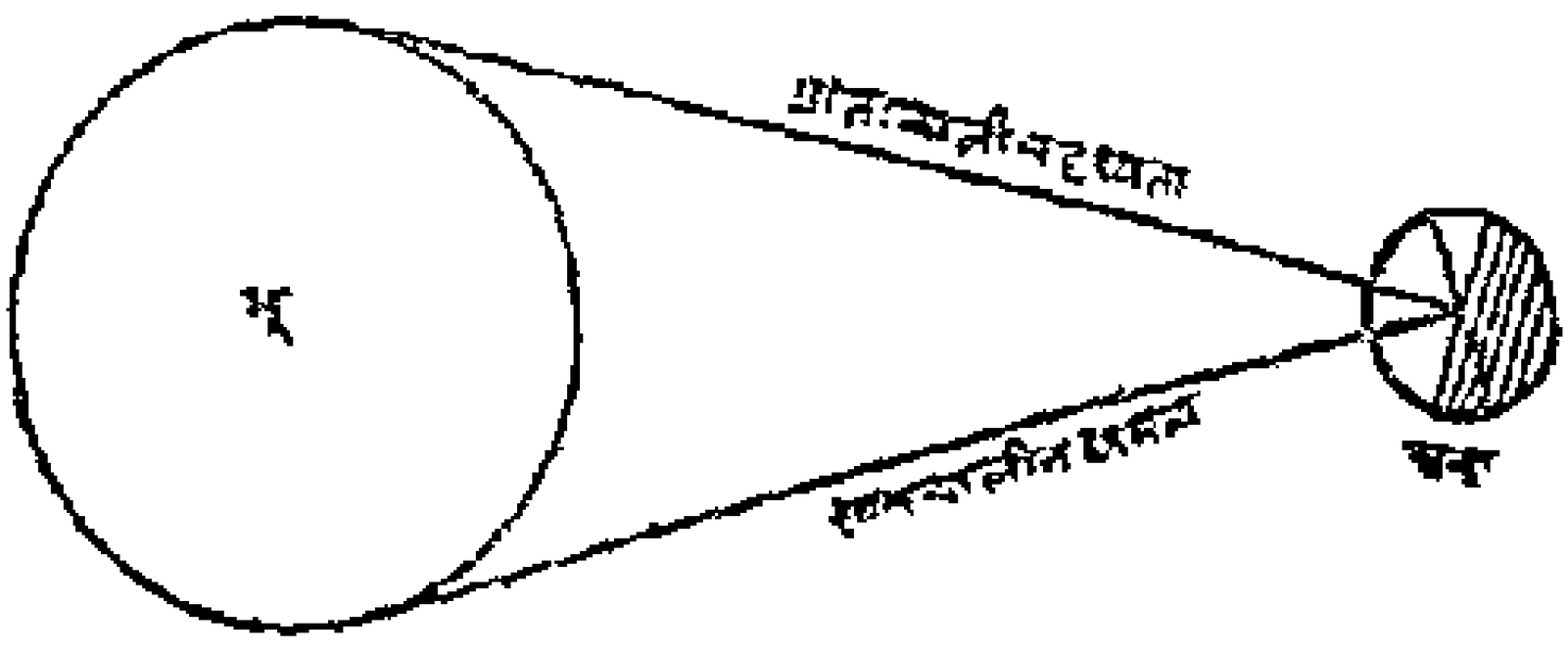


दैनंदिनचन्द्रदर्शनभेदः

अंशव्यापिभागाः, काले काले पश्चिमबिम्बकोटेः परवर्तिनः ७$\frac{2}{3}$ अंशव्यापिभागा दृश्यन्ते।

(३) दैनिकदर्शनभेदः

भूपृष्ठस्था वयं दिवसस्य रात्रेर्वा विभिन्नकाले विभिन्नदिशायां चन्द्रं पश्यामः। चन्द्रोदये क्षितिजपश्चिमकोटेः कलैकमितव्यापिपरवर्तिभागाः, चन्द्रास्ते पूर्वकोटेः कलैकमितव्यापिपरवर्तिभागाश्च दृश्यन्ते। एवं वयं चन्द्रबिम्बस्य$\frac{1}{2}$ भागान् पश्यामः।



दैनिकदर्शनभेदः

३.५ चन्द्रतले भौतिकस्थितयः

३.५१ वायुमण्डलम्

चन्द्रतले वायुमण्डलं न विद्यत इति निश्चितमेव, तथाप्यत्र कतिपयानि प्रमाणानि दीयन्ते—

(१) चन्द्रे सान्ध्यप्रकाशो न दृश्यते। दिवसावसानेऽकस्मादेव रात्रिरागच्छति। सान्ध्यप्रकाशो वायुमण्डलभावादेव भवतीति § १.५४ तमे व्याख्यातम्, अत एव सान्ध्यप्रकाशाभावो वायुमण्डलाभावं सूचयति।

(२) यदा चन्द्रो नक्षत्राण्याच्छादयति तदा नक्षत्राणि झटिति लुप्तानि भवन्ति (द्रष्टव्य कोष्ठचित्र § ४.५२-तमे दत्तम्)। वायुमण्डलभावे तेषां प्रथमं धूमिलत्वम्, ततो रक्तवर्णत्वम्, ततश्चनैः शनैर्लोपो भवेत्।

(३) दूरदर्शकेन चन्द्रपृष्ठचिह्नानि स्पष्टतया दृश्यन्ते। यदि चान्द्रवायुमण्डलस्य घनत्वं पार्थिववायुमण्डलघनत्वस्य $\frac{१}{१०००}$ तममपि भवेत्, चन्द्रपृष्ठदर्शने काचिदस्पष्टतावश्यमागच्छेदिति भौतिकशास्त्रिणां मतम्।

(४) चन्द्रस्य परिक्षेपणशक्तिरत्यल्पा, केवलं ·०७ मिता। वायुमण्डलयुक्तग्रहाणां परिक्षेपणशक्तिरधिका भवति। शुक्रस्य तु परिक्षेपणशक्तिः ·७ मिता लभ्यते।

(५) चन्द्रपृष्ठे गुरुत्वाकर्षणशक्तिर्भुवि गुरुत्वाकर्षणशक्तेः ·१६५ भागमिता। गुरुत्वाकर्षणशक्तिरियमतिदुर्बला, अत एव वायुमण्डलोपस्थितिश्चन्द्रेऽसम्भवा।

'विमोचनवेग'—वायुमण्डलरक्षणम्

चन्द्रे आरम्भे नूनं वायुमण्डलमासीत्, परन्तु चन्द्रवायवः शनैः शनैर्महाकाशे विलीना अभवन्। वाष्पेषु बहुसंख्याकाः व्यूहाणवः सन्ति, ते इतस्ततो भ्रमन्ति। ते भ्रमन्तो महाकाशं गच्छन्ति यदि ग्रहस्तेषां व्यूहाणूनां गुरुत्वाकर्षणरज्जुभिर्बन्धनेऽसमर्थः। पृथिव्या गुरुत्वाकर्षणशक्तिः पर्याप्ता, परन्तु केचिद् वाष्पव्यूहाणवो बहिर्गन्तुं समर्था भवन्ति। चन्द्रस्य गुरुत्वाकर्षणं पार्थिवगुरुत्वाकर्षणस्य $\frac{१}{६}$ मितम्, अत एव तत्र वायूनां व्यूहाणवः सरलतया महाकाशे विलीयन्ते।

वायुमण्डलरक्षणे ग्रहस्य उपग्रहस्य वा सामर्थ्यं तत्पृष्ठस्थविमोचनवेगापेक्षि। भुवि विमोचनवेगः सप्तक्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डमस्ति, अर्थात् यदि किमपि वस्त्वस्माद् विमोचनवेगात् प्रक्षिप्यते तर्हि गुरुत्वाकर्षणरज्जुभिरत्र तद् महाकाशं गच्छति[1]। चन्द्रपृष्ठे विमोचनवेगः १½ क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डमस्ति, अत एव तत्र वायूनां व्यूहाणवो झटिति महाकाशे व्यलीयन्त।

---

१ यदि प्रक्षेपवेगः प्रतिसेकिण्डं पञ्चक्रोशार्धाधिकस्तर्हि वस्तु पृथिव्या पुनर् आगच्छति, यदि प्रक्षेपवेगः प्रतिसेकिण्डं पञ्चक्रोशार्धाधिकः परन्तु प्रतिसेकिण्डं सप्तक्रोशार्धन्यूनस्तर्हि वस्तु चन्द्रवद् धूमकेतोर्दीर्घपुच्छे वा भूयः परितो भ्रमणं करिष्यति (अनेनैव सिद्धान्तेन कृत्रिमचन्द्रा आगामिवर्षे मोक्ष्यन्ते)। यदि प्रक्षेपवेगः सप्तक्रोशार्धमितस्तर्हि वस्तु परवलये, यदि सप्तक्रोशार्धाधिकस्तर्हि परवलये महाकाशे उत्पतति। सौरमण्डलाद् बहिर्गमनाय प्रक्षेपवेगोऽवश्यं ३० क्रोशार्धाधिको भवेत्।

वायुमण्डलस्य वायुव्यूहाणूनां महाकाशे विलीनत्वं $\frac{\text{व्यूहाणूनां वेग-}}{\text{विमोचनवेग-}}$ निष्पत्तिमपेक्षते। [प्रतिसेकिण्डं हाईड्रोजनस्य वेगः १·१४ क्रोशार्धानि, नाईट्रोजनस्य ०·३० क्रोशार्धानि, आक्सीजनस्य ०·२८ क्रोशार्धभागः, कार्बनडाईआक्साइडस्य च ०.२४ क्रोशार्धभागोऽस्ति]। विज्ञानविदां मतमिदं यद् यदि विमोचनवेगस्त्रिगुणितस्तर्हि कतिपयैः सताब्दैः, यदि विमोचनवेगश्चतुर्गुणितस्तर्हि कतिपयवर्षसहस्रैः, यदि विमोचनवेगः पञ्चगुणितस्तर्हि कतिपयवर्षकोटिभिर्वायुमण्डलस्य वायवो महाकाशे विलीना भविष्यन्ति।

३.५२ जलाभावः

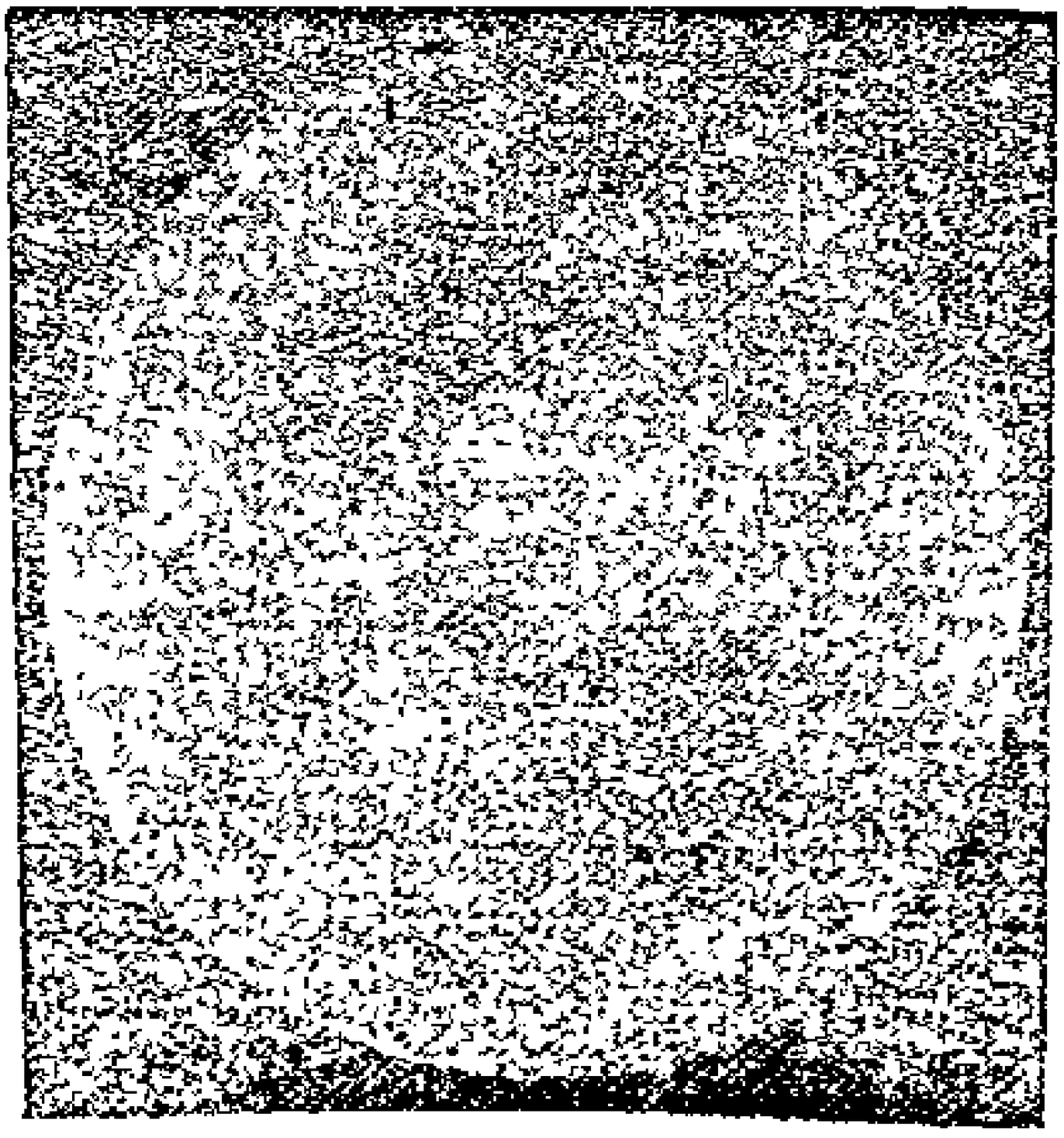
आश्चर्यं खलु महद् यद् जलधिजश्चन्द्रो जलविहीनोऽस्ति। चन्द्रपृष्ठे न कदापि मेघा दृष्टाः, न च जलधाराजनितविलयनं शिलानाम्। यदि कदाचिद् जलं प्रारम्भे स्यात्, तदवश्यमेव वायुमण्डलाभावे बाष्परूपेण निर्गतं स्यात्।

३.५३ तापक्रमः

चन्द्रपृष्ठे मध्याह्ने १००° सेन्टीग्रेडमितः, सूर्यास्ते ५०° सेन्टीग्रेडमितः, निशीथे च–१५०° सेन्टीग्रेडमितस्तापक्रमो विद्यते। चन्द्रग्रहणावसरे हीरकबिले १५०-अंशानामन्तरं दृश्यते तापक्रमे।

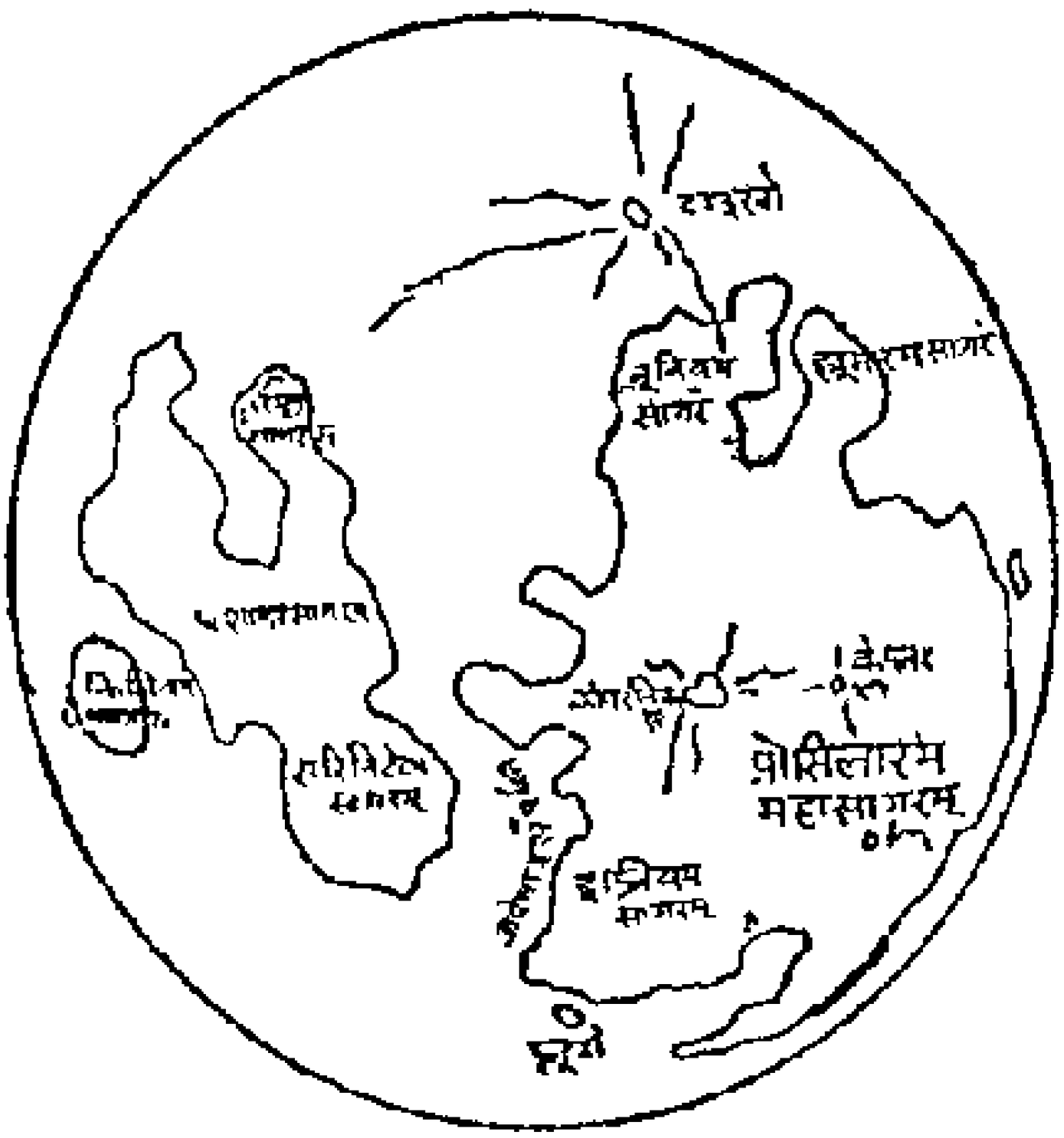
३.६ चन्द्रपृष्ठचिह्नानि

चन्द्रपृष्ठवर्तिनतोन्नतस्थलानि साधारणदूरदर्शकयन्त्रेणापि प्रेक्षणीयतां भजन्ते। सर्वा-



चन्द्रस्य छायाचित्रम्

नुकूलप्रेक्षणीयता कृष्णपक्षस्य तृतीयायां शुक्लपक्षस्य द्वादश्यां च भवति। चन्द्रस्य अर्धभाग एव दृश्यत इति अनुच्छेदे ३.३२ तमे स्पष्टीकृतम्। अस्मिन् चन्द्रार्धे दश पर्वतश्रेण्यः, अनेकान्येककीनि पर्वतशृङ्गाणि, सहस्राधिकगर्ताः, त्रिंशत्सहस्राधिकानि ज्वालागिरिमुखानि च विद्यन्ते।



चन्द्रस्य मानचित्रम्

कतिपयानि समुद्रनाम्ना प्रसिद्धानि श्यामल समतल स्थानान्यपि दृश्यन्ते। एषां सर्वेषां नामानि ज्योतिर्विद्भिर्दत्तानि, नैकानि च चन्द्रस्य मानचित्राणि निर्मितानि सन्ति, येषां साहाय्येन चान्द्र-स्थलनामलोकनं तन्नामाभिज्ञानञ्चातिसरलम्। उपरि दत्तमेकं मानचित्रं सकोष्ठोचितं द्रष्टव्यम्।

३.६१ चान्द्रसमुद्राः

चन्द्रपृष्ठे कतिपयानि श्यामलानि चिह्नानि दृश्यन्ते। एषां विविधवर्णनानि सर्वत्र। एतानि 'लाञ्छनानि' शशरूपेण दृष्टानि कैश्चित्, मनुष्यरूपेणापरैः, पुत्रकपाटिनीरूपेण चान्यैः। ज्योतिर्विद्भिर्मध्ययुगे एतानि समुद्रा इत्युक्तानि, अधुनापि समुद्रनाम्ना प्रसिद्धानि, यद्यपि सर्वे ज्योतिर्विदस्तेषां जलविहीनत्वं जानन्ति। एते समुद्राश्चतुर्दशसंख्याकाः सन्ति। प्रायेण ते गोल्या-काराः, केचन चैषामनियताकाराः। (द्रष्टव्यं फोटोचित्रमधो दत्तम्, यत्र 'हूम्बियम'-सागरः, 'प्रोसिलारम'-महासागरश्च दृश्यते)।

समुद्राख्यप्रदेशा वस्तुतो ज्वालागिरिमुखशून्या विशाल समतलकाश्च सन्ति। समतत्वात्ते नतोन्नतस्थलापेक्षया श्यामला दृश्यन्ते। पुरातने काले अत्र खलु हुता ज्वालामुखोधातव आसन्, ते च समयानन्तरं कठोरपृष्ठका भूत्वा समतला जलविहीनप्रदेशा अभवन्।

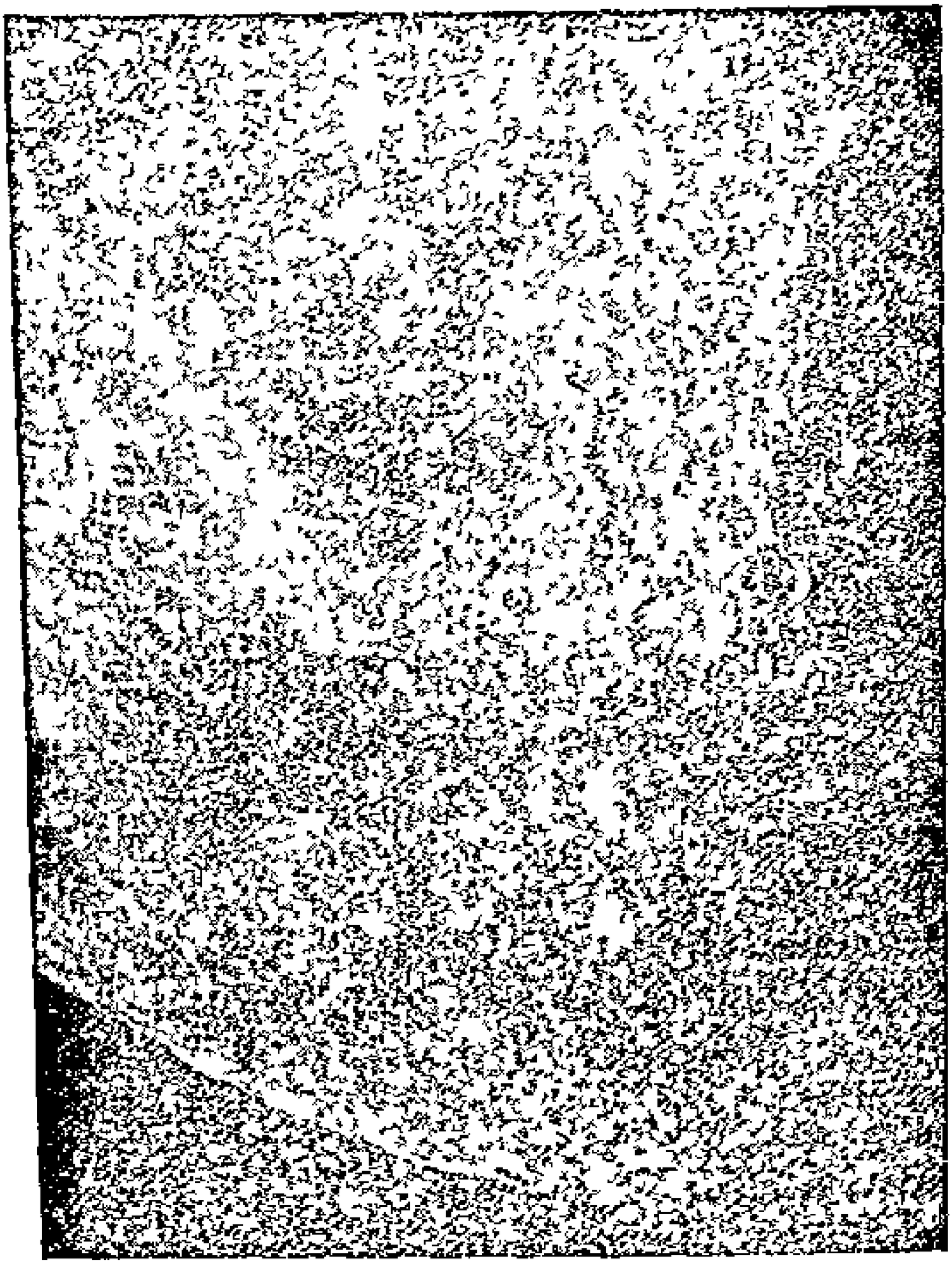


चन्द्र—'क्रेो' 'कोपरनिकस'-अभेननार्हन्ता' [गाउण्ड रिप्सन वेवशाला]

३ ६२ चान्द्रज्वालागिरिमुखानि

भिन्नमहत्ताधिकानि वृत्ताकाराणि ज्वालागिरिमुखानि विभिन्नपरिमाणकानि। एषां महत्तमस्य व्यासः १४४ क्रोशार्धानि, लघुतमस्य व्यासश्च केवलं २० इत्यमितः। वृत्ताकारपरिधय

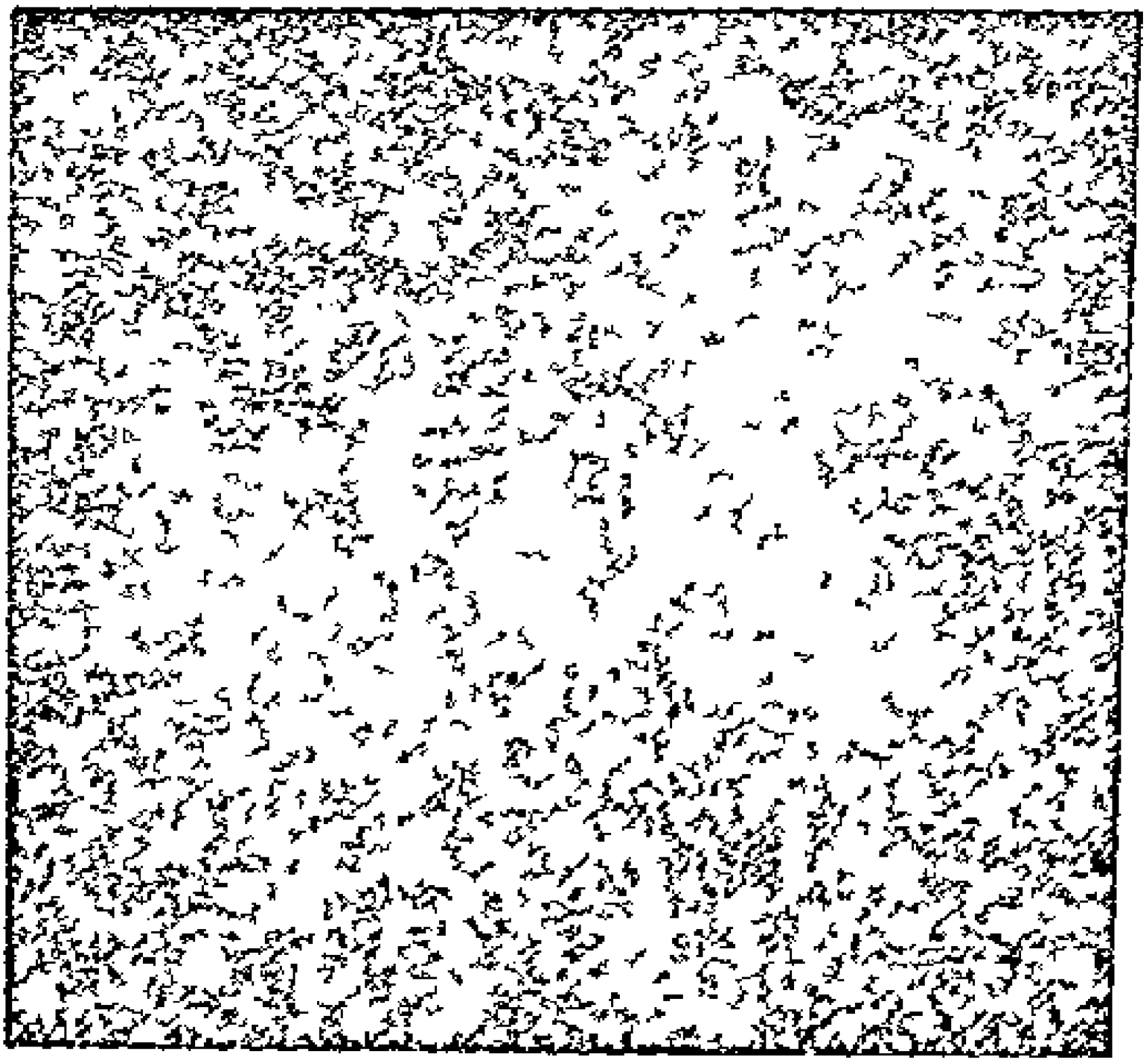
उच्चगिरिरूपाः सन्ति, उच्चतमपरिधिपर्वतस्य उच्चत्वं २०,००० फिटाधिकोऽस्ति। ज्वालागिरि-मुखानां तलं कचित् परिधिमहिर्पर्वतशृङ्गात् कचिन्नतञ्च दृश्यते।



चन्द्रस्य दक्षिणभागः [माउण्ट विलसन वेधशाला]

एषामुत्पत्तिविषये न वर्तते विदुषामैकमत्यम्। केषाञ्चिन्मतेऽत्र ज्वालामुखिन आसन्। परन्तु न दृश्यतेऽधुना कोऽपि ज्वालामुखी, पुरासीदित्यपि संशयविषयः। पार्थिवस्य विशालतमज्वालागिरिमुखस्य व्यासः सप्तक्रोशार्धात्मः, परन्तु चान्द्रस्य व्यासः १४४ क्रोशार्धानि। कथं चन्द्रे ईदृशानि विशालानि ज्वालगिरिमुखान्यभवनिति कठिना समस्या। अपरेषां मतेनैता न्युल्कापातजनितानि। परन्वेतन्मतस्वीकारे दृश्यन्ते नैका आपत्तयः। नृगमुल्कापातेनेदृशानि

गिरिमुखान्युत्पद्यन्ते, परन्तु तेषां व्यासा अतिविशाला न दृश्यन्ते। पृथिव्यामुल्कापातजनित गिरिमुखानां विशालतमो व्यास केवल क्रोशार्धमित, चान्द्रस्य तु १४४ क्रोशार्धमित।

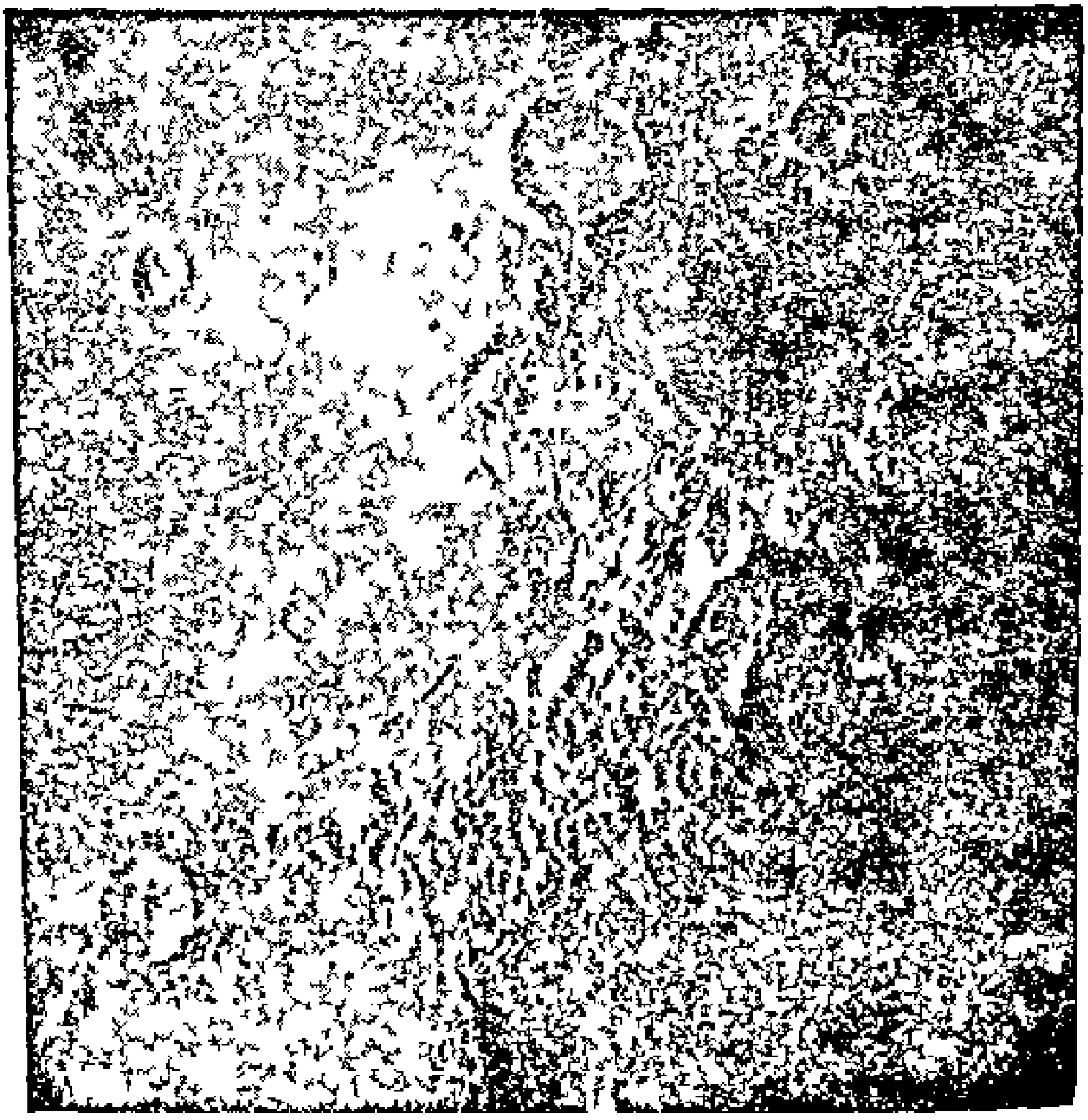


'कोपरनिग्स' चान्द्रगिरिमुखम् [स्किआपरेली]

पुनश्च कथं चन्द्र एतेदृशानां भयङ्कराणां पातानां भाजनमभूत्? कथं चोल्कापातानां तदेव कार्यमेतेषाम्? इत्यादीनां प्रश्नानामुत्तरं न सरलम्। एतेषु गिरिमुखानामुत्पत्तौ रहस्यगर्भा एव।

३ ६३ चान्द्रपर्वतः

चन्द्रगिरिमुखानां परितो यानि पर्वतानि सन्ति। एतत्पर्वतानां गणितज्ञानाय स्थूलगणितज्ञानमावश्यकं भवति। परिधिव्यासानुपातस्तत्रापि भवति। तच्चन्द्रस्य व्यासोऽस्ति २७,००० कुमितः। निम्नलिखितं कोष्ठकं पर्वतानां परिचायकं भवति—



चन्द्रे 'एपेनाइस' पर्वत [लिक वेधशाला]

३.६४ गर्ता घृणयश्च

भूकम्पजनितपार्थिवगर्ता इव चन्द्रमस्यज्ञातगहना उपत्यकारूपा लम्बा संकीर्णाश्च खरलगर्ता अवलोक्यन्ते।

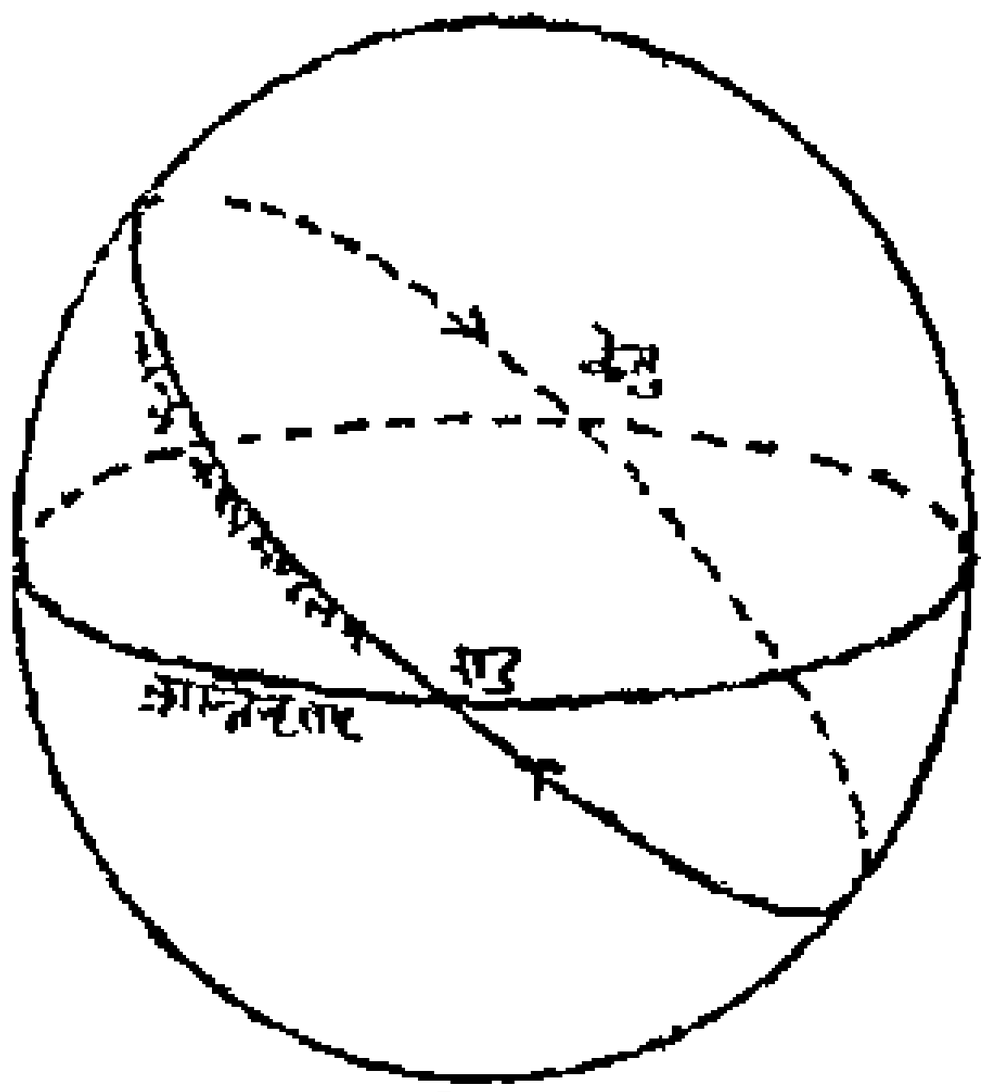
घृणयो गर्तेभ्यो भिन्ना, यतो गर्तानां छाया दृश्यते, घृणयश्च न कापि छाया। घृणय कतिपयज्वालागिरिमुखेभ्यो निःसृता सहस्राधिकक्रोशपर्यन्तमवाधगत्या पर्वते समतले च गच्छन्त्य, ५-१० क्रोशार्धविस्तीर्णा पूर्णचन्द्रे प्रकाशमाना सरला रेखा. सन्ति। कोष्ठचित्रे § ३.६१ तमे दत्तेऽतिप्रसिद्धा 'कोपर्निकस' नि सृता. प्रदर्शन्ते।

३.७ एगोले चन्द्रस्य मार्गः

३.७१ राहुकेतू

एगोले चन्द्रस्य गतिर्नक्षत्राणां भूमिकायां भाव्यते। येनैन प्रतिदिन नक्षत्राणां मध्ये

चन्द्रस्य स्थितयोऽङ्कयन्ते। अङ्किता स्थितय एक महद्वृत्त कल्पयन्ति, यस्य क्रान्तिवृत्तात् प्रवणता पञ्चागमिता। इद महद् वृत्त चन्द्रस्य कक्षा वृत्तमुच्यते। यत्रेद कक्षावृत्त क्रान्तिवृत्त मुल्लङ्घयति, तत्रस्थौ द्वौ बिन्दू राहुकेतू कथ्येते। चन्द्र उत्तर गच्छन् यत्र क्रान्ति वृत्तमुल्लङ्घयति तत् स्थान राहुनाम्ना प्रसिद्धम्, यत्र च दक्षिण गच्छन् उल्लङ्घयति तत् स्थान केतुनाम्ना प्रसिद्धम्। चन्द्रो राहुस्थानमुल्लङ्घय पुनस्तत् स्थान २७ दि ५ हो ५ मि ३६ से (२७ २१२२२) दिनानन्तरे आगच्छति।



राहुकेतू

३७२ चन्द्रगतिस्थिरार्द्धाना चलत्वम्

चन्द्रस्य गति खगोले स्थितिर्या अतिदृच्छ्येण निर्धार्यते, यतश्चन्द्रगतिस्थिरार्द्धा सर्वे चला। ग्रहाणा गतिनियमन सरलं यद् आकर्षणवद्गोलद्वयस्य गति 'केप्लर' नियमैर्बद्धा (द्रष्टव्य § ६·८२), परन्तु आकर्षणवद्गोलत्रयस्य गतिनियमनमतिदुष्करम्। अत्र गोलत्रये सन्ति—सूर्य, भू, चन्द्रश्च। अस्मिन् गोलत्रये चन्द्र सर्वाधिकदुर्बल। तस्य तिस्रो गतय —

(१) सूर्यं परितो वार्षिकपरिभ्रमणम्। (इद भूगोलेन विधिष्यते)

(२) भूचद्रमध्यकेन्द्रमभितो मासिकपरिक्रमणम्। (इद सूर्येण विधिष्यते)

(३) भुव परितो मासिकपरिक्रमणम्।

अत एव चन्द्रगते सर्वे स्थिरार्द्धाश्चला दृश्यन्ते।

(क) संपातपरिवर्तनम्

उपर्युक्तं यत् चन्द्रकक्षावृत्त क्रान्तिवृत्त सपातौ राहुकेतुनामकौ। एतौ राहुकेतू न स्थिरौ। तयोर्भगति पुरातनकालाद् विदितासीत्, यतोऽस्या चक्रगतेर्ज्ञानं वेधेन सुसरलमासीत्। चन्द्रो यत्र क्रान्तिवृत्त वृत्तराशावुल्लङ्घयन् दृश्यते, अष्टादशमासानन्तरं मेषराशावुल्लङ्घयन् दृश्यते, अत एव राहु केतुर्वा अष्टादशमासैरेक राशिं पूर्वं गच्छति।

राहु केतुर्वा पुरातमेन राशिं ६७१३५ दिनानन्तरे (१८½ वर्षान्तरे) आगच्छति, अर्थात् तयोर्भगणकाल १८½ वर्षमित।

(ख) संपातपरिवर्तनगले (परिवर्तनस्य) कारणगति

राहोर्भगणकाल १८½ वर्षमित, परन्तस्य चक्रगति सदा न समा। यदि सूर्ये राहोरभिमात्तरे स्यातां या, तर्हि राहोर्वक्रगतिर्मध्यमा। यदि सूर्यस्य राहो योगयोरन्तरं ४० अंशमितम् तर्हि चक्रगतिर्मध्यमाया अतिशीघ्रा वा दृश्यते। चक्रगतेर्मध्यममानादाधिक्यं न्यूनत्वं वा १°४०' मितादधिक न भवति।

(ग) कक्षाणमनस्य परिवर्तनम्

कक्षावृत्तेन क्रान्तिवृत्तात् यो कोण कल्प्यते (अर्थात् कक्षणमनम्) सोऽपि न स्थिर । कोणोऽयं कदाचिद् वर्धते, कदाचिच्च ह्रीयते । कक्षणमनस्य मध्यममान ५°८′ ४३″ अस्ति । सर्वाधिकमान ५° २०′ अक्षादिकम्, सर्वाल्पमानञ्च ४°५७′ अक्षादिकम् । अस्य आवृत्तिकाल १७३ दिनमित ।

(घ) उत्केन्द्रितायाः परिवर्तनम्

कक्षावृत्तस्य उत्केन्द्रिता ०·०५४१ मितास्ति, परन्त्वस्यापि काले काले परिवर्तनानि दृश्यन्ते । कदाचिदियं वर्धते, कदाचिच्च ह्रीयते । हानिर्वृद्धिश्च कदापि ०·०११७ मितां दधिका न ।

(ङ) नीचबिन्दो परिवर्तनम्

चन्द्रकक्षावृत्तस्य नीचबिन्दु प्रतिदिन ४०१ विकलामितया ऋजुरत्या चलति । नक्षत्राणां भूमिकायामय २२३२ दि ११ हो १४ मि समयानन्तर (८ वर्ष ३११ दि समयानन्तर) पुन पूर्वस्थानमागच्छति । मेघसम्पातस्य भूमिवायामय २२३१ दि ८ हो ३२ दि काले परि क्रमण करोति ।

(च) नीचबिन्दुपरिवर्तनस्य परिवर्तनम् (असमगति)

नीचबिन्दोरुपरि कथित परिवर्तनमपि समगया न भवति । असमगत्या परिभ्रमणशीलत्वाद् भोगांशेषु सर्वाधिकमन्तर १२°२० अक्षादिक दृश्यते ।

एव चन्द्रस्य गते स्थिराङ्का सर्वे चला ।

३७३ चन्द्रस्य स्थितिनिर्णय

प्रथम मध्यमगत्या परिभ्रमतो मध्यमचन्द्रस्य स्थितिर्निश्चीयते, ततस्तत निम्नस्कारा क्रियते—

(१) मन्दफलसस्कार (Equation of centre)

चन्द्रस्य दीर्घवृत्तात्मकतायाः उत्केन्द्रिता पर्याप्ता ०·०४९ मितास्ति, अत एव केप्लर नियमानुसार वर्तुलाकृते भ्रमतश्चन्द्रस्य स्थितिर्मध्यमगत्या परिभ्रमतो मध्यमचन्द्रस्य स्थिते र्नितान्त भिन्ना । यत्सस्कारोऽत्र वार्त्तमीरणसस्कारवद् दृश्यते ।

उच्चे नीचेऽपि च मध्यमचन्द्र स्पष्टचन्द्रश्च युगपद् दृश्येते । नीचस्थिते सप्ताहानन्तरं स्पष्टचन्द्रो मध्यमचन्द्रात् ६°१७′ अंशादिको अग्रे भवति, उच्चस्थितौ मध्यमचन्द्रो विस्पष्टचन्द्रादग्रिमो भवति । तत्पश्चात् मध्यमचन्द्र स्पष्टचन्द्रस्याग्रे चलति । नीचस्थानस्य सप्ताहपूर्वं म स्पष्टचन्द्रस्य ६°१७′ अंशादिकेन अग्रे दृश्यते । नीचस्थाने च द्वावग्रिमौ भवत ।

अस्य समीकरणं निम्नम्—

$$\text{चन्द्रमन्दफलं} = \frac{e \text{ ज्या } n\iota}{२} [४ - ५० \text{ कोज्या } n\iota] + \frac{१}{१}\frac{३}{२} e^{२} \text{ ज्या } २ n\iota^{१}$$

(२) च्युतिफलम् (Evection)

मन्दफले काले काले परिवर्तनानि दृश्यन्ते। कदाचिदिदं गणितागतमानादधिकम्, कदाचिच्चाल्पम्। चन्द्रस्य मध्यममन्दफलं ६°१७′ मितमस्ति। मध्यममन्दफले च्युतिफलं संस्कृत्य विकृत्य वा मध्यसूक्ष्मचन्द्रयोरन्तरं लभ्यते। च्युतिफलं कदाचिदपि ५°३′ अंशादिकादल्पम्, ७°३१′ अंशादिकादधिकं न भवति। अस्य मानमपेक्ष्यते—

(क) नीचात् चन्द्रस्य दूरत्वम्
(ख) भुवः सूर्याद् दूरत्वम्
(ग) उच्चेन्द्रितायाः परिवर्तनम्
(घ) नीचभोगांशानां परिवर्तनम्।

च्युतिफलस्य महत्तममानं ७४′ कला अस्ति। अस्य समीकरणं निम्नम्—

$$\text{च्युतिफलम्} = ७४' \text{ ज्या } (२ \text{ E} - \text{O})$$

[अत्र E = इनान्तरम् = मध्यमचन्द्रस्य O नीचात् कोणीयान्तरम्।]

च्युतिफलस्य आवृत्तिकालः ३१.८१ दिनानि।

(३) वार्षिकसमीकरणम् (Annual Equation)

भूः (भुवा सह चन्द्रः) सूर्याद् नानाकालेषु दूरतो वर्तते, अत एव सूर्यश्चन्द्रं नानाकालेषु नानामानया आकर्षति। भूनीचस्थाने भुवा सह चन्द्रः सूर्यस्य समीपतमः, अत एव तदा सूर्यस्तं समाधिकमानया आकर्षति। भूच्चस्थाने भुवा सह चन्द्रः सूर्याद् दूरतरः, अत एव तदा सूर्यस्तं समाल्पमात्रया आकर्षति। अत एव भूनीचसमीपवर्तिषण्मासेषु कक्षावृत्ते चन्द्रस्य गतिर्मध्यमगतेरल्पा, भूच्चसमीपवर्तिषण्मासेषु कक्षावृत्ते चन्द्रस्य गतिर्मध्यमगतेरधिका दृश्यते। समीकरणमेवम्—

$$\text{चन्द्रस्य स्पष्टभोगांशाः} = \text{मध्यमभोगांशाः} - (११'१६'') \text{ ज्या } \theta$$

[अत्र θ = भूनीचात् सूर्यस्य कोणीयान्तरम्।]

एवं वार्षिकसमीकरणगणितविचारो भूनीचे भूच्चे च शून्यगितो भवति।

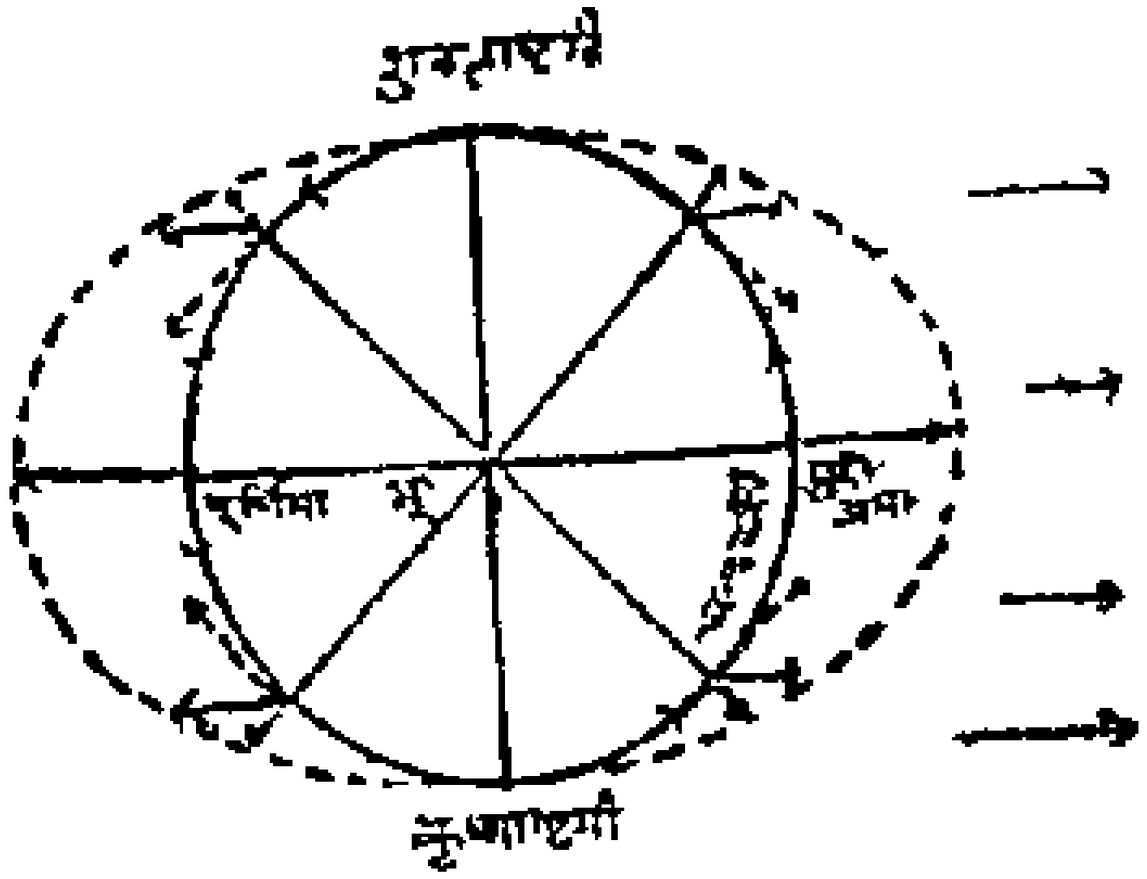
(४) 'वेरियेशन' (Variation) वार्षिकसंस्कारः

सूर्यो भुवं चन्द्रञ्च आकर्षति। आकर्षणञ्च चन्द्रभूरन्तरापेक्षि। अत एव नानाकालेषु च

---

१. e=उच्चकेन्द्रिता
n!=चन्द्रस्य मध्यमकेन्द्रम् (चन्द्रोच्चं मध्यमचन्द्रश्च)

नानामात्रया चन्द्रमाकर्षति। अमावस्याया चन्द्रो भुवोऽपेक्षया सूर्यस्य समीपतरः। अत एव तदा सूर्यश्चन्द्रमधिकमाकर्षति, भूचन्द्रयोरन्तरञ्च वर्धते। पूर्णिमाया भूः चन्द्रापेक्षया सूर्यस्य समीपतरा वर्तते। अत एव तदा सूर्यो भुवमधिकमाकर्षति, भूचन्द्रयोरन्तरञ्च वर्धते। अष्टम्याञ्च सूर्यात् चन्द्रस्य भुवश्च दूरत्वं समम्। एव शुक्लपक्षस्य पूर्वार्धे गतिर्मन्दता भजते, उत्तरार्धे च त्वरता भजते, कृष्णपक्षस्य पूर्वार्धे मन्दता लभते, उत्तरार्धे च त्वरता लभते। विकारोऽस्य ३९′ ज्या २६–तुल्यः (अत्र L=हृनान्तरम्)।



चान्द्रीकर्षणम्

(५) बीजसंस्काराः

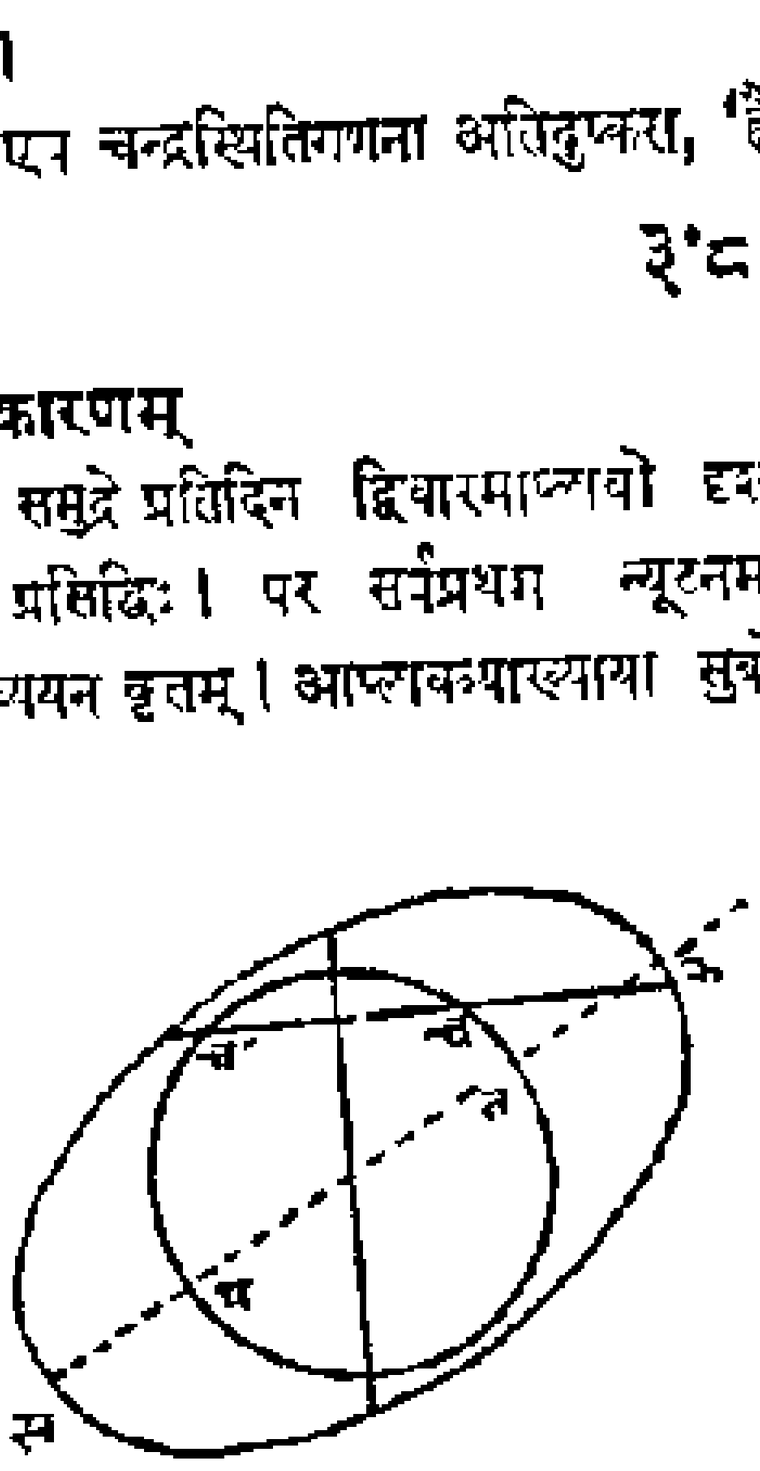
उपरि चत्वारो मुख्यसंस्कारा दत्ताः, परन्तु ते संस्कृतायां स्थित्यामपि बीजसंस्कार प्रयुज्यते।

एव चन्द्रस्थितिगणना अतिदुष्करा, 'हैन्सन' 'ब्राउन' महोदयाभ्यां सारिणीभिरेव क्रियते।[1]

३·८ आप्लावाः

३.८१ कारणम्

समुद्रे प्रतिदिनं द्विवारमाप्लावो दृश्यते। आप्लावाना हेतुश्चन्द्रकिरणा एवेति प्राचीनं कालात् प्रसिद्धिः। पर सर्वप्रथम न्यूटनमहोदयेन स्वगुरुत्वाकर्षणसिद्धान्तसमर्थनार्थमाप्लावाना विशेषाध्ययन कृतम्। आप्लवव्याख्याया सुबोधकरणाय कथ्यते यत पृथिवी पूर्णतया गोलाकारा,



आप्लावानां हेतु चन्द्रकिरणाः

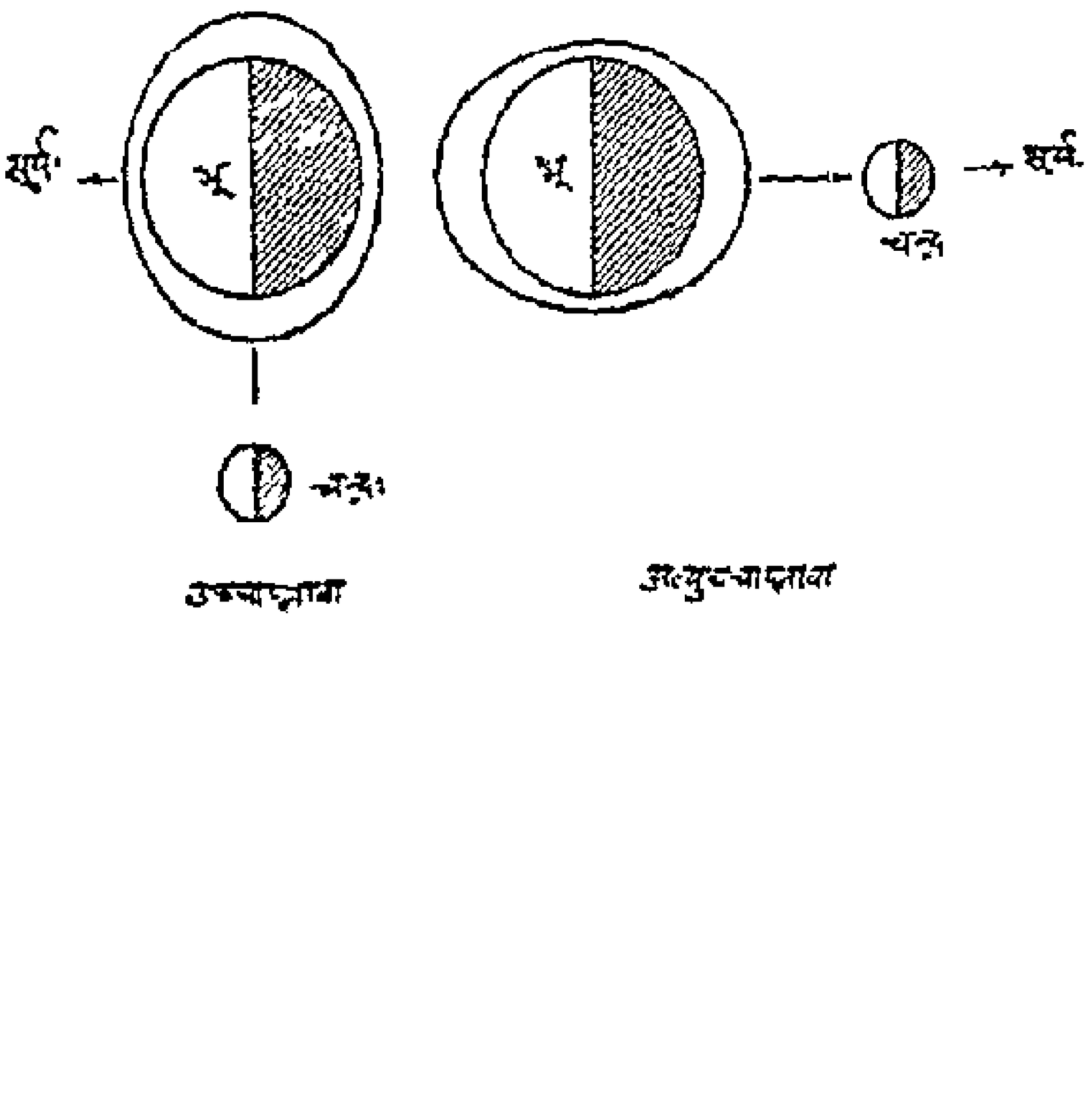
---

१. द्रष्टव्य 'चन्द्रगणना'पुस्तकं हिन्दीभाषायां डा०गोरखप्रसादकृतम्।

तस्या उपरि गत्वा समुद्राश्च यान्ति। चन्द्र क भागस्य समुद्रजल त भागस्य भूपृष्ठापेक्षया अधिकमार्यति, थ भागस्य ' भूपृष्ठञ्च द भागस्य समुद्रजलपेक्षया अधिकमार्यति। अनेन समुद्रा दीर्घवृत्ताकारा भवन्ति। दीर्घवृत्ताकारत्वात् समुद्रे आप्लावा दृश्यन्ते। पुनश्च च स्थाने यदि आप्लाव उच्चोऽस्ति, तर्हि प्रायेण द्वादशहोरानन्तर च स्थान (चित्रे च स्थान) प्राप्स्यति, तत्र च द्वितीयमाप्लाव लप्स्यते। आप्लावोऽयं पूर्वापेक्षाद् निम्नो भविष्यति।

३.८२ अल्पोच्चाप्लावा, उच्चाप्लावाश्च

यथा चन्द्रार्कयोर्गेन आप्लावा भवन्ति तथैव सूर्यार्कयोर्गेन। सूर्यस्य दूरत्व चन्द्रदूरत्वापेक्षया अतिदीर्घम्, अत एव सूर्यस्यार्कर्ण चन्द्रार्कर्णापेक्षयाल्पतरम्, केवल चन्द्रार्कर्णस्य $\frac{५}{६}$ अंश मितम्। पूर्णिमायाममावास्यायाञ्च सूर्यचन्द्रावेकस्यामेव दिशायां तिष्ठत, अत एव द्वयोरार्कर्णयो र्योगश्चन्द्रार्कर्णस्य $(\frac{५}{६}+\frac{१}{६}=)\frac{६}{६}$ गुणितो भवति। अष्टम्यां तु सूर्यचन्द्रयो कोणीयान्तर



श्चतुर्थचित्रदर्शिताकारवत्, अन्ततः पिण्डः पृथिव्याः पृथगभवत्। तदा चन्द्रो भुवः समीपं



चन्द्रोत्पत्तिः



(१०००० क्रोशार्धदूरत्वे) आसीत्, तयोश्चाश्वभ्रमणकालः ५-होरामित आसीत्।

विशेषद्रष्टव्यानि

चन्द्रकलानां हानिवृद्धी सूर्याधीने इति निश्चितं मतमासीत् पूर्वाचार्याणाम्। तेषां ग्रन्थेषु कलामानं चन्द्रोदयास्तकालानयनं शृङ्गोन्नतिमानञ्च विस्तरेण शृङ्गोन्नत्यधिकारे गण्यते। यथा कलामानमेव गण्यते—

सूर्यांशशीतगोलिप्ताः शुक्लं नवशतोद्धृताः।
चन्द्रबिम्बाङ्गुलघ्यस्तं हतं द्वादशभिः स्फुटम्॥ (सूर्यसिद्धान्ते, १०-९)

चन्द्रग्रहणाध्यायेषु चन्द्रबिम्बव्यासयोजनानि गण्यन्ते। राहुकेतू द्वयोः क्रान्तिवृत्त-चन्द्रकक्षावृत्तसंपातयोर्विद्येते इति तेषां ज्ञानमासीत्। श्रीपतिकृतसिद्धान्तशेखरे रत्नदैवज्ञाख्ये राहु-निराकरणं (राहुः कोऽपि राक्षसो नेति) क्रियते। तयोर्वक्रगतिरपि प्रसिद्धासीत्।

चन्द्रस्थितिनिर्णयायेमधुना ४० संस्काराः क्रियन्ते। एषां मुख्याः पञ्च एव। एषां मन्दफलसंस्कारः प्राचीनज्योतिर्विदां सुविदित आसीत्। मुञ्जालेन स्वीकृतौ द्वावन्यौ संस्कारौ, गौ आधुनिकानां च्युतिसंस्कारपाक्षिकसंस्कारसमौ दृश्येते। नित्यानन्देनापि पाक्षिकसंस्कार उररीकृत आसीत्। चन्द्रशेखरसामन्तेनापि स्वतन्त्ररूपेण वेधैस्त्रयाणां संस्काराणामावश्यकता दृष्टा। ते आधुनिकानां 'च्युतिसंस्कार'-'वार्षिकसमीकरणसंस्कार'-'पाक्षिकसंस्कारेभ्योऽभिन्ना एव॥

---

१. भास्कराचार्येणोक्तम्—

तरणिकिरणसङ्घादेव पीयूषपिण्डो दिनकरदिशि चन्द्रश्चन्द्रिकाभिश्चकास्ति।
तदितरदिशि राजाकुन्तलश्यामलश्रीर्घट इव निजमूर्तिच्छायया वर्तते स्वः॥

चतुर्थोऽध्यायः

[शशिदिवाकरयोर्ग्रहपीडन प्राकृतजनाना सुतरामाश्चर्यविषय' । कथमेतदित्यत्र द्रष्टव्यम्]

ग्रहणम् आच्छादनं संक्रमणञ्च

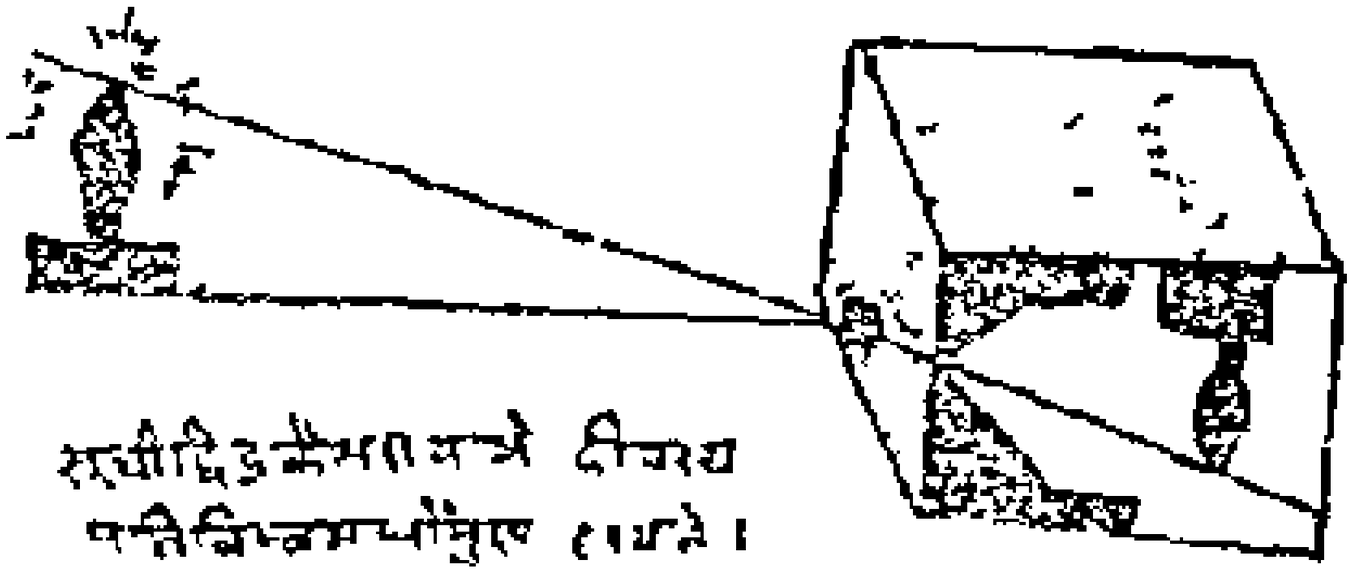
खगोलीयपिण्डस्य दृश्यत्वे द्वितीयखगोलीयपिण्डकृतव्यवधान ज्योतिर्विद्भिर्ग्रहणमुच्यते। ग्रहणानि द्विविधानि—प्रथमविधे आच्छादकपिण्डः दर्शक आच्छाद्यपिण्ड मध्ये आपतति, आच्छादकपिण्डस्य मध्यवर्तित्वाद् आच्छाद्यपिण्डस्य दृश्यत्वे पूर्णतया आंशिकरूपेण वा व्याघातो भवति। द्वितीयविधे आच्छादकपिण्ड. सूर्य-आच्छाद्यपिण्डमध्ये आपतति। आच्छाद्य पिण्डः खलु दृश्यते, परन्तु व्यवधानरूपाच्छादकपिण्डस्य मध्यवर्तित्वाद् रविकरनिकरा न प्राप्नुवन्त्याच्छाद्यपिण्डतलम्, सूर्यकिरणाभावे च सम्मुख वर्तमानोऽपि पिण्डोऽप्रकाशितत्वाद् न दृश्यते। प्रथमविधे सूर्यग्रहण चन्द्रनक्षत्राच्छादन बुधशुक्रयो. सूर्यसंक्रमण द्विनक्षत्रस्य नक्षत्रयोरदृश्यत्वञ्च गण्यन्ते। द्वितीयविधे चन्द्रस्य गुरोरुपग्रहाणाञ्च ग्रहणानि गण्यन्ते।

४.१ ग्रहणाध्ययने प्रयुक्ताः प्रकाशनियमा.

प्रकाशकिरणानामध्ययन भौतिकशास्त्रे द्विविधम्—रेखागणितीयसिद्धान्तानामध्ययनम्, भौतिकसिद्धान्तानामध्ययनञ्च। रेखागणितीयप्रकाशविज्ञाने प्रकाशकिरणाना गति, तत्सम्बन्धि नियमाश्च निश्चीयन्ते, भौतिकप्रकाशविज्ञाने च प्रकाशस्य भौतिकगुणा (भौतिकस्वरूप वा) निश्चीयन्ते। ग्रहणाध्याये रेखागणितीयप्रकाशविज्ञानस्य पदे पदे आवश्यकतानुभूयते, अत एव सक्षेपेण प्रमुखा नियमा अधो दीयन्ते।

(१) प्रकाशकिरणाः सदैव सरलरेखायां गच्छन्ति

प्रकाशकिरणाना गति सर्वदा सरलरेखाया भवति। अन्धकारपूर्णकक्षे यदि सूर्यरश्मय' कपाटच्छिद्रेण आयान्ति, तर्हि रजःकणै प्रकाशमार्ग स्पष्टतो दृष्टिगोचरो भवति। मार्गोऽयं सरल

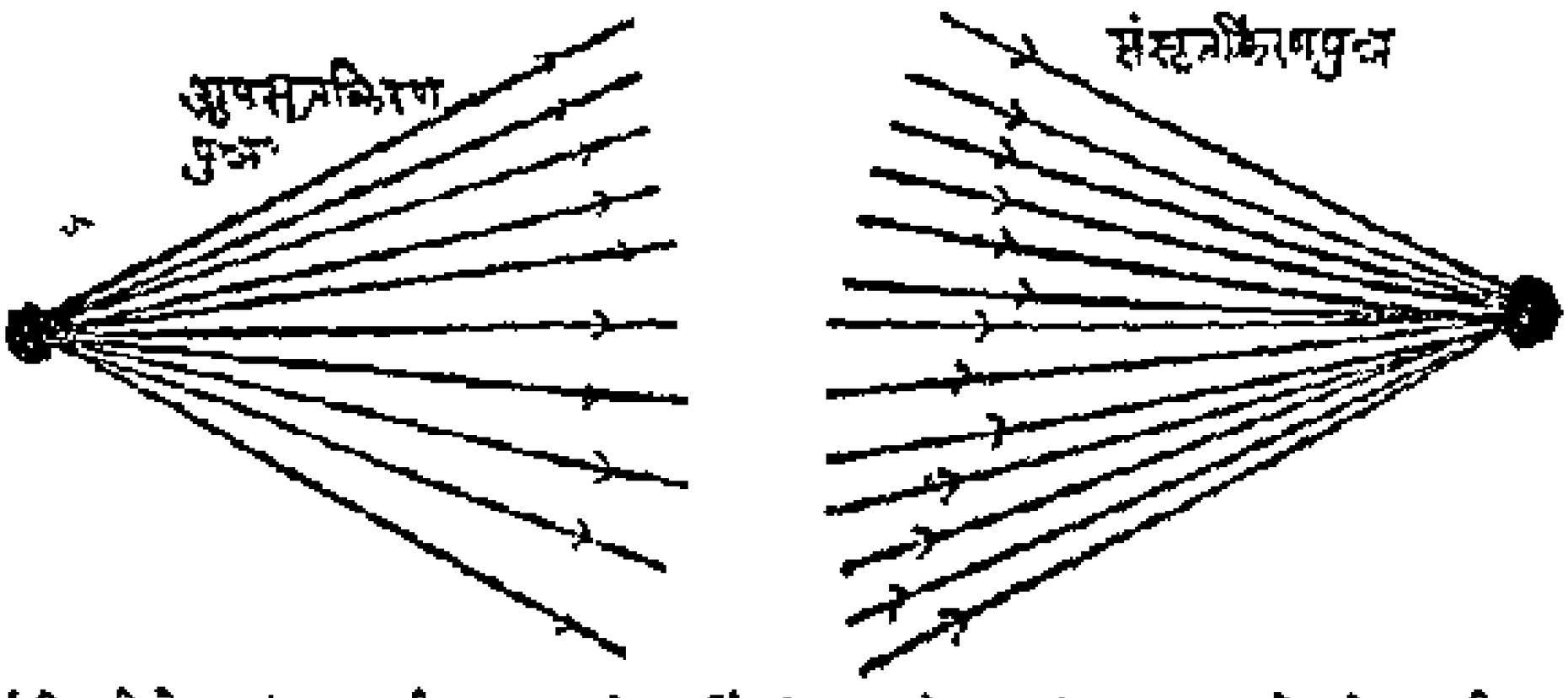


रेखा, अत एव किरणा' सरलरेखायामागच्छन्ति (प्रयोगोऽयमनिवार्य, अवश्यञ्च करणीय)।

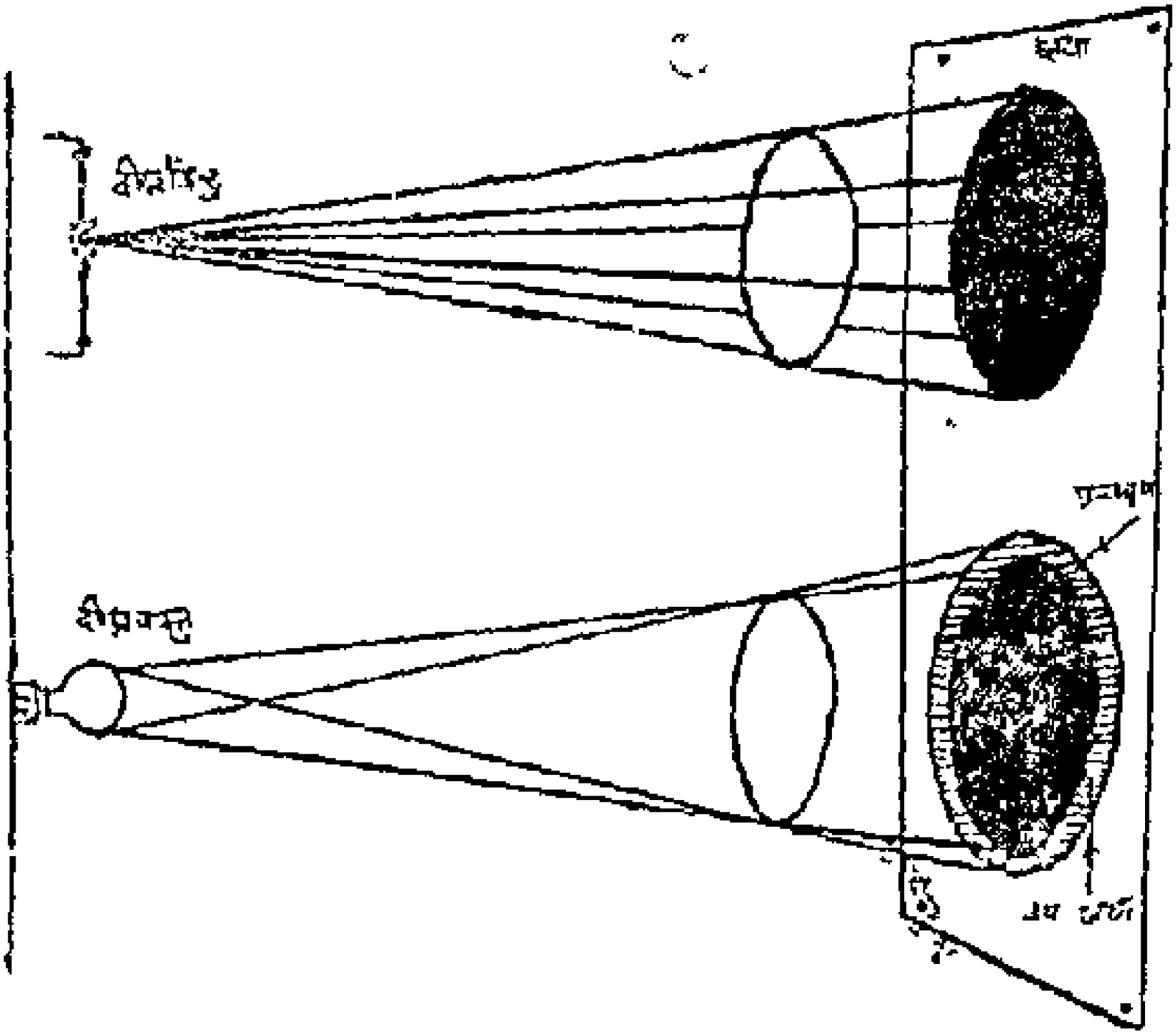
सूचीछिद्रकैमरायन्त्रेणापि सरलरेखागमनं सिद्धयति। सूचीछिद्रकैमरायन्त्रे सर्वदा विपरीतच्छाया दृश्यते।

(२) छायानिर्मितिः

(अ) किरणानां समूहः किरणपुञ्जः कथ्यते। यदि किरणाः कस्माच्चिद् बिन्दोः

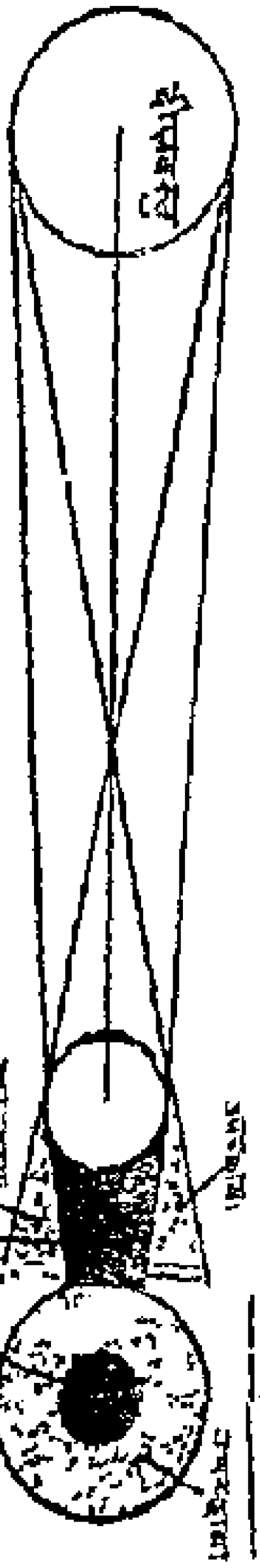


(बिन्दुविशेषात्) अपसार्यमाणा दृश्यन्ते, तर्हि किरणपुञ्जोऽपसृतकिरणपुञ्जः प्रोच्यते। यदि च किरणा बिन्दुविशेषे संसरन्ति, तर्हि संसृतकिरणपुञ्जः प्रोच्यते।



(आ) दीप्तवस्तुन. प्रत्येकबिन्दो. किरणा अपसरन्ति । यदि दीप्तवस्तु अतिदूरवर्ति, तर्हि किरणाः समानान्तरा भवन्ति ।

(इ) दीप्तबिन्दुनि सृतेऽपसृतकिरणपुञ्जे यदि कोऽपि पदार्थो व्यवधानरूपेणायाति, तर्हि तस्य पदार्थस्य छाया अपसृता असीमिता च भवति (द्रष्टव्य ७८ पृष्ठस्थ द्वितीय चित्रम्) ।



(ई) दीप्तवस्तुनि सृतकिरणपुञ्जे यदि कोऽपि पदार्थो व्यवधानरूपेणापतति, तर्हि तस्य पदार्थस्य द्वे छाये भवत —प्रथमा अल्पा घनतरा च, द्वितीया च दीर्घा परं विरलतरा । प्रथमा प्रच्छाया कथ्यते, द्वितीया च उपच्छाया कथ्यते । (द्रष्टव्यमत्रत्य चित्रम्)

(उ) दीप्तवस्तुनो लघुतरस्य पदार्थस्य छायापि द्विविधा । प्रच्छाया ससृता सूचीमुखा, उपच्छाया च अपसृता ।

(३) सौरमण्डले ग्रहाणामुपग्रहाणाञ्च छाया

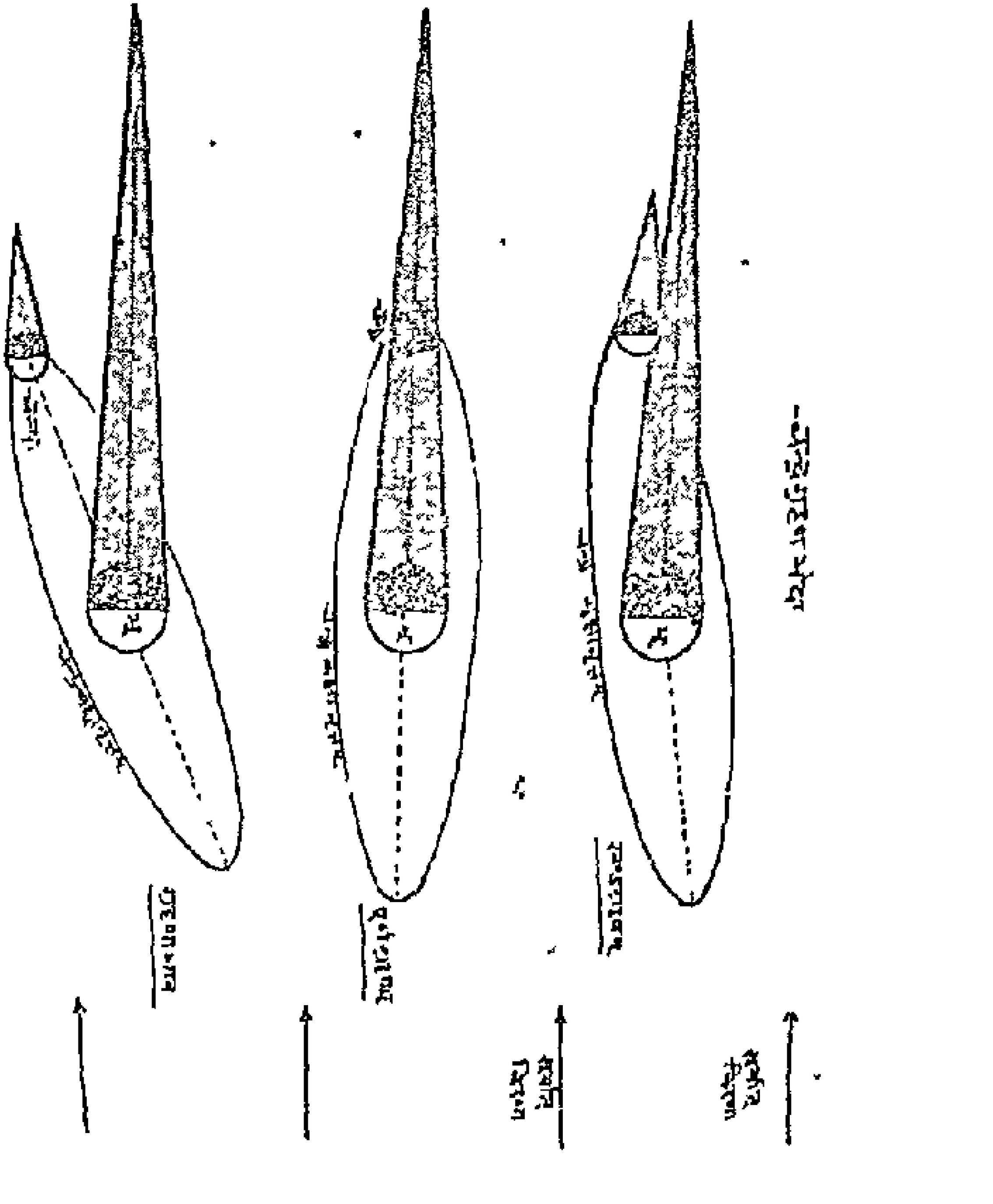
सौरमण्डलीयाना सर्वेषा ग्रहाणामुपग्रहाणाञ्च छाया महाकाशे निर्मीयते । सूर्यलिप्तवायवीया ससृता तमोमयी सूचीरूपा छाया भवति, सूच्यग्रभागश्च सदैव सूर्याद् दूरतर भागे वर्तते । एषा छाया तावद्दूरया यावत् तस्मिन्नितिपिण्ड लक्ष्यमापतति, आपत्य च स्वतन्त्र तमोमय न करोति । यतश्चन्द्रो भूश्च सौरमण्डले पिण्डौ । चन्द्रस्य छाया भुवि पतति, भुवश्च छाया चन्द्रे पतति, सूर्यचन्द्रग्रहणे चैव भवत ।

४.२ चन्द्रग्रहणम्

४.२१ कारणम्

भूरेकोऽह एव, क्रान्तिवृत्ते च स सूर्यं परितो भ्रमति । अत एव तमोमयी सूच्याकार भूच्छाया (भूमा) सूर्यविपरीतदिशागा सूर्यबिम्बात् षड्भान्तरे सदैव पतति । यदि कदाचित् स्वकक्षाया परिभ्रमन् चन्द्रश्चा भूमासूचीं प्रविशति, चन्द्रबिम्बस्य सूर्यकिरणोपलब्धय मायात्तस्य प्रकाशहीनत्व जायते, तदेव लोके चन्द्रग्रहणमुच्यते । यतश्चन्द्रग्रहणावसरे चन्द्रो भूमाया प्रविशति, भूमा च सर्वदा सूर्यबिम्बकेन्द्रात् षड्भान्तरे वर्तते, अत एव चन्द्रस्यापि सूर्यबिम्बकेन्द्रात् षड्भान्तरे स्थितिरावश्यकी । ईदृशी षड्भान्तरे स्थिति पूर्णिमान्त एव भवति, अत एव पौर्णमास्यामेव चन्द्रग्रहण भवति ।

परन्तु प्रतिपौर्णमास्यन्ते ग्रहणं न दृश्यते। अत्र चन्द्रपरिक्रमणमार्गस्य क्रान्तिवृत्तात् प्रवणता (चन्द्रकक्षाणमनम्) एव हेतुः। भूमा सर्वदा क्रान्तिवृत्ते भ्रमति, परन्तु चन्द्रो यस्मिन् वृत्ते भ्रमति तस्य क्रान्तिवृत्तात् कोणीयान्तर ५°९′ अंशादिकमितमस्ति। चन्द्रकक्षाया चन्द्रो मासार्धं क्रान्तिवृत्तमुत्तरेण, मासार्धञ्च क्रान्तिवृत्तं दक्षिणेन भ्रमति, द्विवारञ्च प्रतिमासं क्रान्तिवृत्तं मतिक्रामति। अनुच्छेदे ३.७१ तमे वर्णितं यत् चन्द्रकक्षा क्रान्तिवृत्तयो. सम्पातौ राहुकेतू।



यतश्चन्द्रग्रहणावसरे चन्द्रो भूमाया अविशति, भूमा च सर्वदा शान्तिवृत्ते वर्तते, अत एव चन्द्र स्यापि शान्तिवृत्ते उपस्थितिरावश्यकी। चन्द्रस्य क्रान्तिवृत्ते स्थिति राहुकेत्वोर्भवति, अत एव चन्द्रग्रहण तदैव भवति यदा चन्द्रो राहुकेत्वोस्तिष्ठति।

एव चन्द्रग्रहण तदैव भवति यदा—

(१) पूर्णिमा वर्तते,

(२) चन्द्रश्च राहुकेत्वो, राहुकेत्वो समीपे वा भवति।

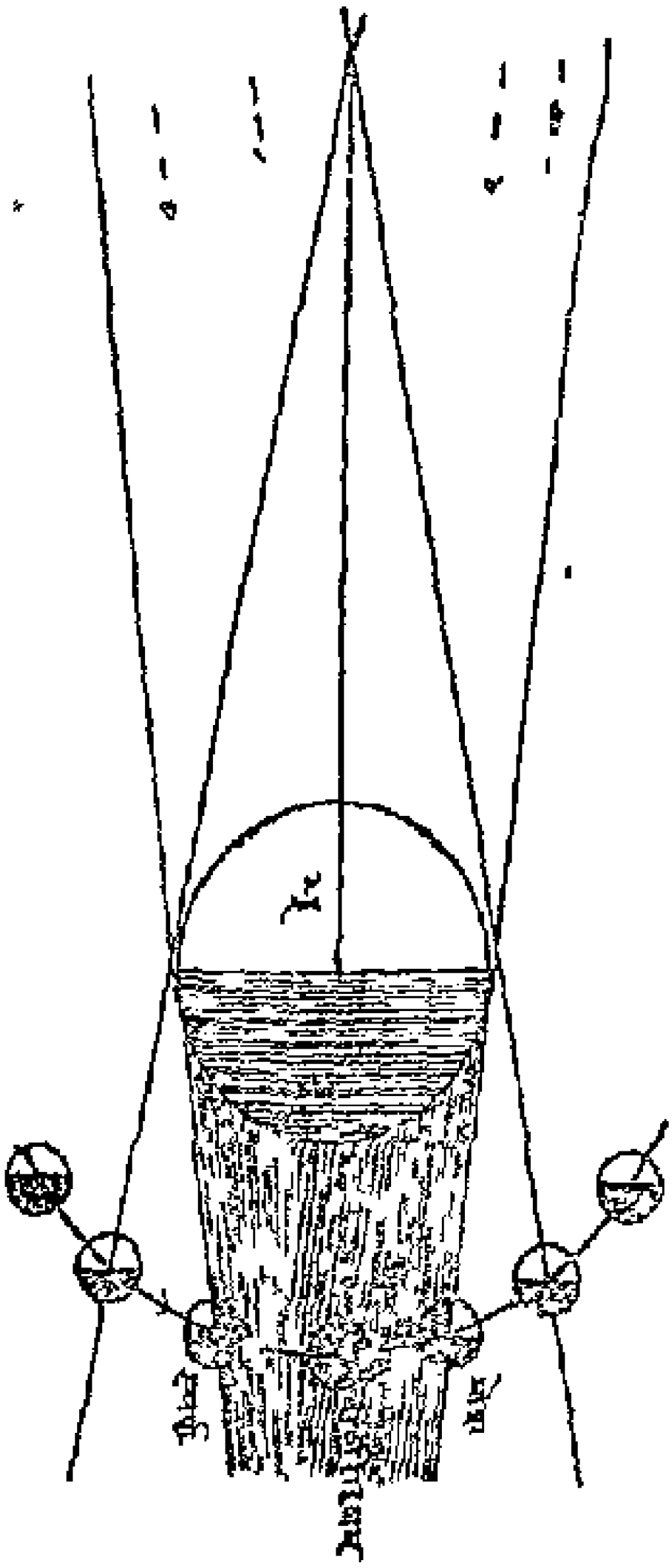
४ २२ चन्द्रग्रहणभेदा.

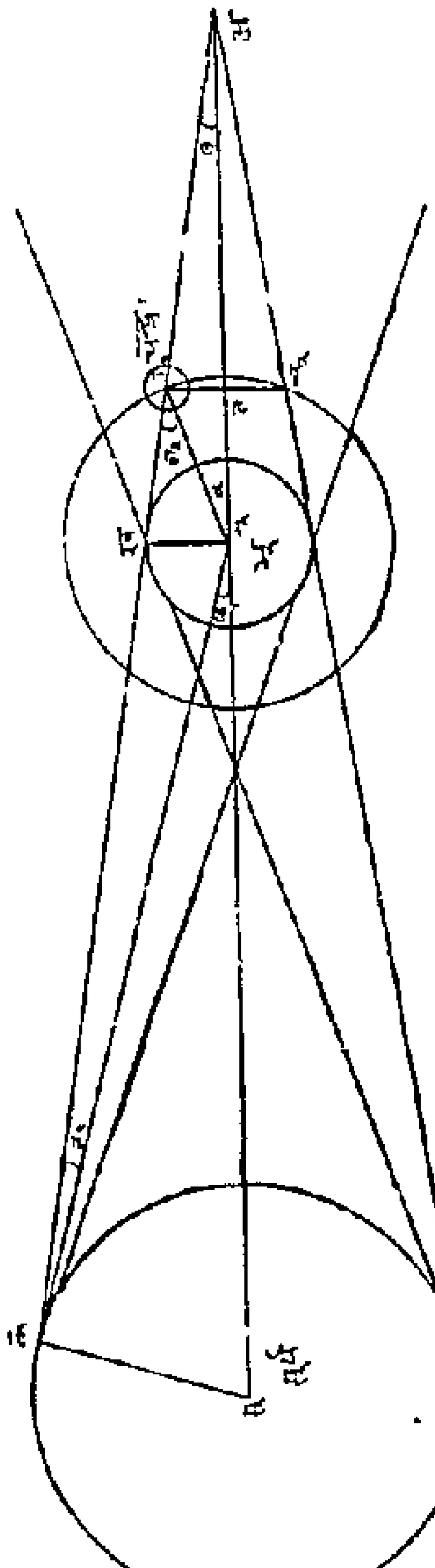
यदि चन्द्र स्वक्षाया परिभ्रमन् भूमा सूचीभेद्य प्रविशति यत्तस्य पूर्ण मण्डल तमोमय्या छायाया वर्तते, तर्हि पूर्ण चन्द्रग्रहण कथ्यते। यदि स केवलमादिकरूपेण प्रविशति, अर्थादतिक्रमणे सदैव कश्चिद् भाग प्रकाशवान् एव वर्तते, तर्हि खण्डचन्द्रग्रहण कथ्यते।

(द्रष्टव्य चित्र ८० तमे पृष्ठे)

४ २३ भूमायामलिक मणम्

यदा चन्द्रग्रहण भवति तदा चन्द्रो भ्रमन् शनै शनै भूमाया उप च्छायाया प्रविशति। उपच्छायाया चन्द्रालोको धूमिलो भवति, परन्तु क$_1$ — समीपभागागता किरणा पर्यन्त चन्द्र प्रकाशयन्ति ग्रहणस्य आभासमानमपि न विद्यते। ग्रहण तदैव





प्रतीयते यदा चन्द्रः प्रच्छायाया प्रविशति। शनैः शनैश्चन्द्रस्य कश्चिद् भागस्तमो गयो भवति, रात्रिस्तमोवृत्त वर्धते। पूर्णग्रहणे पूर्णतया चन्द्रो लुप्तो भवति। तत कश्चिद् भागः प्रकाशना याति। चन्द्रः प्रच्छायाया निर्गत्य उपच्छायायामायाति, पुनरुपच्छायाया बहिर्निर्गच्छति[1]।

४.२४ चन्द्रकलायां भूभा व्यासानयनम्

अत्र सूर्यकेन्द्रः 'सू', भूकेन्द्रः 'भू', चन्द्रकेन्द्र. च, सन्ति। भूभाव्यासार्धं अ स्थाने वर्तते। चन्द्रकलायां भूभाव्यासः च, च२, भूभा व्यासार्धंश्च च,त इव स्तः। ∠सचभू कोणः सूर्यस्य लम्बनं ल, अस्ति। सच, भू-कोणश्चन्द्रस्य क्षैतिजलम्बनं ल२ अस्ति। सूर्यस्य भिन्न व्यासार्ध. क भू सू-कोण. वि, अस्ति। अत्र भूभाव्यासार्धस्य मानं निरूपणीयम्।

कल्प्यते च, भू व योग. (भूभाव्यासार्ध) क अस्ति।

क भू अ—त्रिभुजे यद्दिकोण क भू सू = अन्त कोणद्वययोग

= ∠अ क भू + ∠क अ भू

---

1. पूर्णग्रहणेऽपि चन्द्र. किञ्चिद्भूमिम पाटलिलवर्णेनव दृश्यते। सूर्यास्ते सूर्योदये वा तिमिर लक्षणे सूर्येऽपि चन्द्रप्रदर्शनक्षमं भवति। वायुमण्डले प्रकाशकिरणानां वर्तनादिदं सर्वं भवति।

अर्थात् $\text{बि}_1 = \text{ल}_2 + \theta$

च, भू अ — त्रिभुजे बहि कोण $\text{कच}_1\text{भू} =$ अन्तःकोणद्वययोग

$= \angle \text{च}_1 \text{अ भू} + \angle \text{च}_1 \text{भू अ}$

अर्थात् $\text{ल}_2 = \theta + \alpha$

अत एव $\theta = \text{बि}_1 - \text{ल}_1$ (प्रथमसमीकरणात्)

$= \text{ल}_2 - \alpha$ (द्वितीयसमीकरणात्)

अत एव $\text{बि}_1 - \text{ल}_1 = \text{ल}_2 - \alpha$

अर्थात् $\alpha = \text{ल}_2 + \text{ल}_1 - \text{बि}_1$

सामान्यतया $\text{ल}_1 = 0'\,8''\,8$

$\text{ल}_2 = 57'\,2''\,3$

$\text{बि}_1 = 15'\,59''\,63$

अत एव $\alpha = 41'\,10'' - \varsigma$ अत एव[२] α = भूमाव्यास $= 82'\,21'' + 8$

(इदमेव कर्तव्यमासीत्)[१]

४ २५ भूमादैर्घ्यम्

भूमादैर्घ्यं चित्रे 'भूअ' अस्ति। 'भू ल' अस्य मानमेव निश्चीयते—

वृत्तीयमाने ज्ञातमेव यत् $\frac{\text{भूव्यासार्ध}}{\text{भूमादैर्घ्यम्}} = \frac{1''\ (\text{विकलामाने})}{20626'5'}$

अथात् भूमादैर्घ्यम् $= \frac{\text{भूव्यासार्ध} \times 20626'5''}{\theta''\ (\text{विकलामाने})}$

उपरिवर्त्यनुच्छेदस्य प्रथमसमीकरणात्

$\theta = \text{बि}_1 - \text{ल}_1 = 15\,59'\,63 - 8''\,8$

$= 959''\,63 - 8''\,8$

$= 951''\,0\,8$

अत एव भूमादैर्घ्यम् $= \frac{4000 \times 20626'5}{951\cdot 8}$

$= 867800$ क्रोशार्धानि।

४ २६ ग्रहणस्थितिकाल

चन्द्रः एकस्या होरायां $32'\,6''$ कोणीयान्तरमुल्लङ्घयति, अत एव भूमायाः उल्लङ्घनं स प्रायो होरात्रये करोति। भूमायां पूर्णग्रहणे पूर्णग्रहणस्थितिकालः $\frac{2\alpha - 31'}{32\ 56''} = 1\frac{3}{4}$ होरामितः।

भूमादैर्घ्यं 8,67,800 क्रोशार्धानि। चन्द्रस्य भुवा दूरत्वं केवलं 2,40,000 क्रोशा

---

१ उपच्छायायाः व्यासमानं गणनया $2\ (\text{ल}_1 + \text{ल}_2 + \text{बि}_1) = 1\varsigma'\ 22''\,5$ मितमागच्छति।

र्धानि, अत एव असम्भवमिदं यत् चन्द्रकक्षा भूभाया बहिर्भवेत्। अत एव राहुकेतुस्थौपपर्वति-
पौर्णमास्या चन्द्रग्रहणमवश्यं इष्यते।

४.३ सूर्यग्रहणम्

४.३१ कारणम्

निजकक्षाया भ्रमतश्चन्द्रस्य तमोमयी सूच्याकारा छाया सूर्यप्रतिमूलदिशाया सदैव पतति। यदि कदाचिद् भूश्चन्द्रभायामापतति, तर्हि चन्द्रो भूपृष्ठस्थदर्शकसूर्यमध्ये व्यवधानरूपेण तिष्ठति। सूर्यश्च तदा न दृश्यते व्यवधानभावात्, यथा मेघावृतः सूर्यो न दृश्यते। ईदृशमदर्शनं सूर्यस्य सूर्यग्रहणमुच्यते। यतः सूर्यग्रहणावसरे चन्द्रो भूसूर्यं मध्ये तिष्ठति, ईदृशी च स्थितिरमावस्यायां भवति, अत एवामावस्यायामेव सूर्यग्रहणं भवति।

परन्तु प्रत्येकस्याममावस्यायां ग्रहणं न दृश्यते। अत्र चन्द्रग्रहणे इव चन्द्रकक्षायाः क्रान्तिपतनमेव कारणम्। सूर्यग्रहणमत एव तदैव सम्भवं यदा चन्द्रो राहुकेत्वोस्तिष्ठति।

एवं सूर्यग्रहणं तदैव सम्भवम्, यदा—

(१) अमावस्या तिथिर्वर्तते।

(२) चन्द्रश्च राहुकेत्वोः, राहुकेत्वोः समीपं वा तिष्ठति।

४.३२ सूर्यग्रहणभेदाः

सूर्यग्रहणे चन्द्रबिम्बमाच्छादकम्, सूर्यबिम्बं चाच्छाद्यम्। साधारणोऽनुभवो जनानां यदाच्छादनमाच्छादकबिम्बव्यासम् आच्छाद्यबिम्बव्यासश्च अपेक्षते।

पूर्णग्रहणं वलयाकार-ग्रहणञ्च

आच्छादकस्य आच्छाद्यादधिकत्वे (आच्छाद्यसमत्वेऽपि) एवमेव वर्तित्वे च पूर्णच्छादनं भवति। आच्छादकस्य आच्छाद्यतोऽल्पत्वे एवमूनवर्तित्वे च आच्छाद्यबिम्बमध्ये तु आच्छाद्यते, परन्तु बिम्बस्य मध्याप्रकाशितभागाद् बहिर्भागः प्रकाशते वलयाकाररूपेण।

चन्द्रबिम्बव्यासः ३१′ ३२″
कलादिकमितात् २८′ ४८″ कला
दिकमितो दृश्यते। सूर्यबिम्बव्यासश्च
३२′ ३६″ मितात् ३१′ ३२″
मितपर्यन्तं दृश्यते। अत एव चन्द्र-
बिम्बव्यासः सूर्यबिम्बात् कदाचिद्
अधिकः, कदाचित् समः, कदाचि-
न्न्यूनो विद्यते।



पूर्णग्रहणम्



वलयाकार-ग्रहणम्

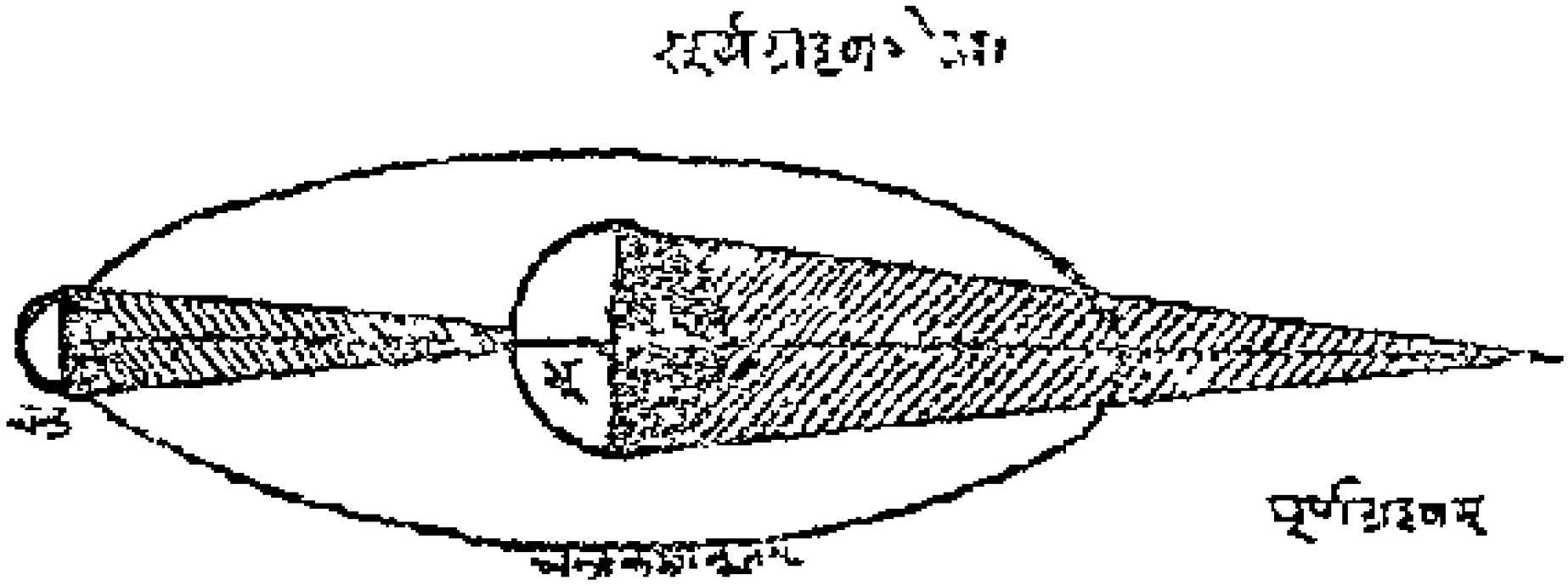
पूर्णग्रहणम्—पूर्णग्रहणे सूर्यस्य बिम्बं पूर्णतया चन्द्रबिम्बेनाच्छाद्यते। चन्द्रे नीचे स्थिते सति सूर्यो दृश्यो निर्दिश्यते।

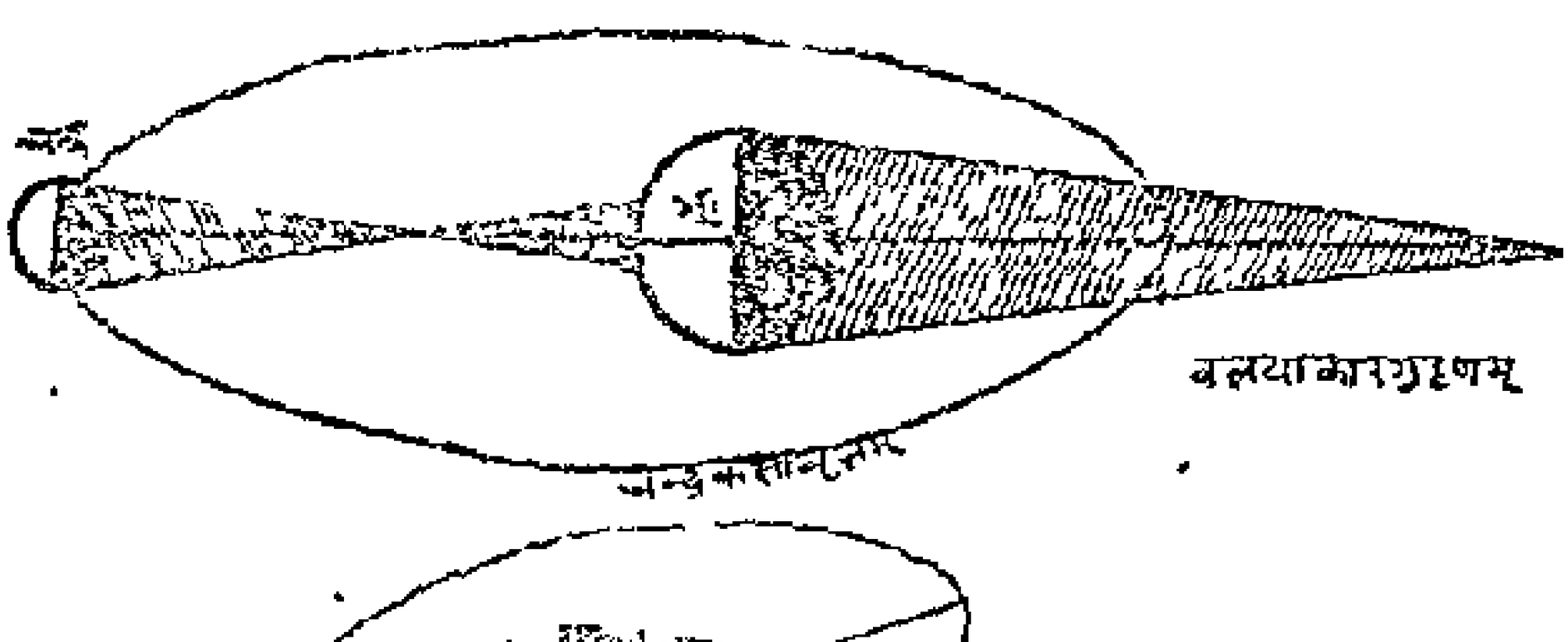
वलयाकारग्रहणम्—वलयाकारग्रहणे विद्युत्सूर्यबिम्बमध्ये स्थितः पूर्णाच्छादको भवति। तस्मिन् उभयोर्बहिर्बिम्बं भवति। चन्द्रे उच्चे स्थितः सूर्यो दृश्यो निर्दिश्यते।

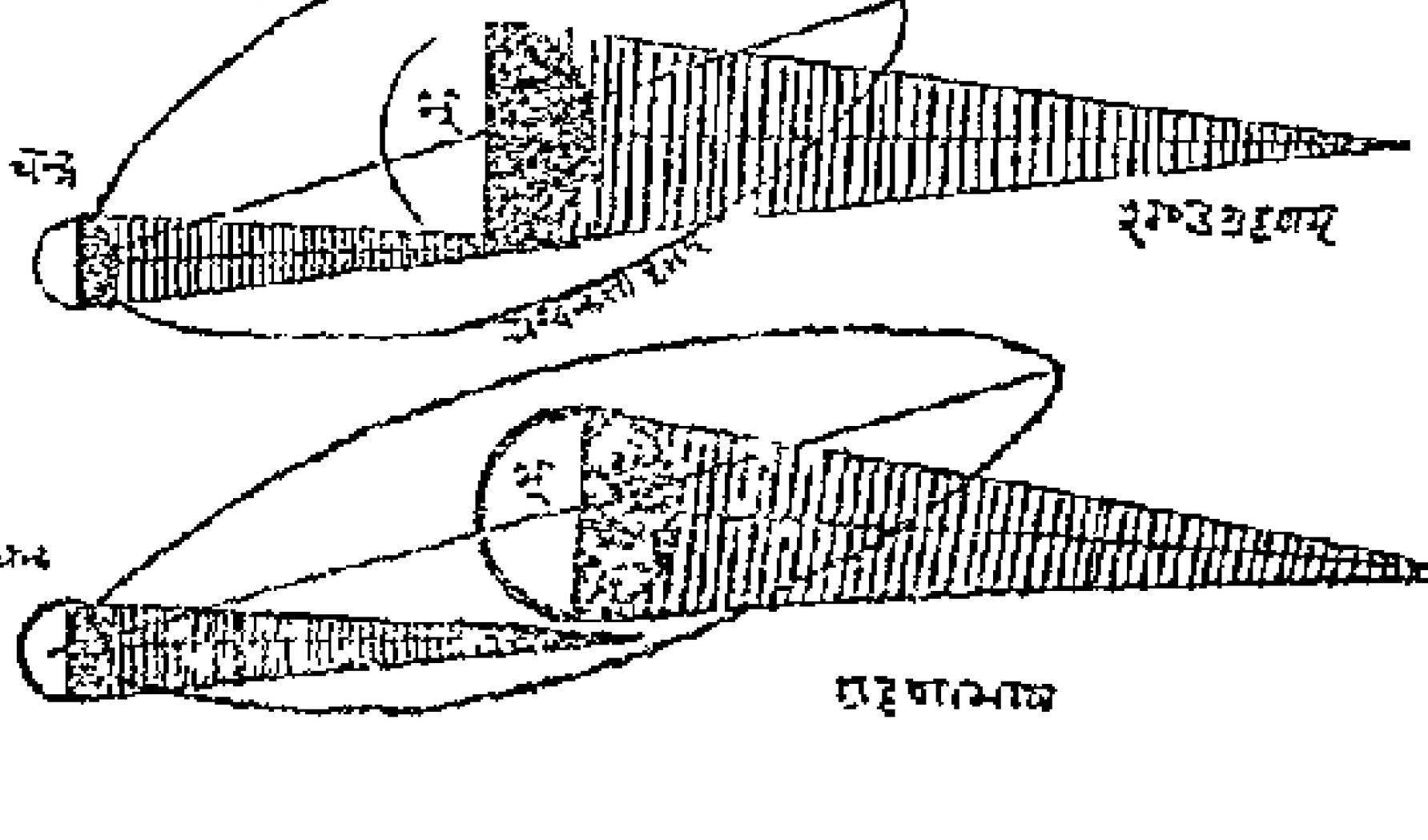
खण्डग्रहणम्—पूर्णग्रहणे वलयाकारग्रहणे च सूर्यकेन्द्र चन्द्रकेन्द्र लग्ना रेखैव भूपृष्ठस्थ-दर्शक सूर्यरेखा। परन्त्वीदृशी दशा सर्वदा न भवति। प्रायः सूर्यचन्द्रलग्नरेखायाः भूपृष्ठस्थ-दर्शक-केन्द्र-लग्नरेखा भिन्ना दृश्यते। अत एव चन्द्रबिम्बं सूर्यस्य भागं स्पृष्ट्वा निर्गच्छति, खण्डग्रहणञ्च भवति। सर्वेषां पूर्णग्रहणानां वलयाकारग्रहणानां च प्रारम्भा अन्ताश्च खण्डरूपेणैव भवन्ति।

ग्रहणाभावः

यदि सूर्यचन्द्रलग्नरेखातो भूपृष्ठ सूर्यलग्नरेखा पर्याप्ता भिन्ना, तर्हि सूर्यग्रहणं न भवति। (द्रष्टव्यान्यधश्चित्राणि)—

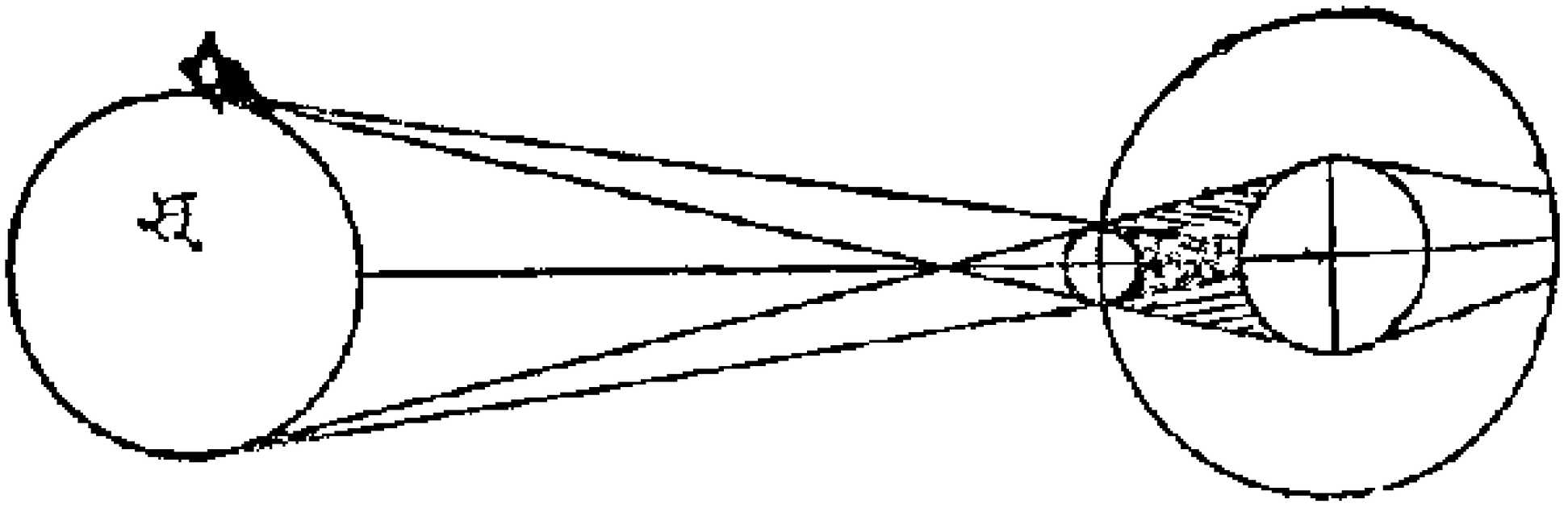






४.३३ चन्द्रभाया अतिक्रमणम्

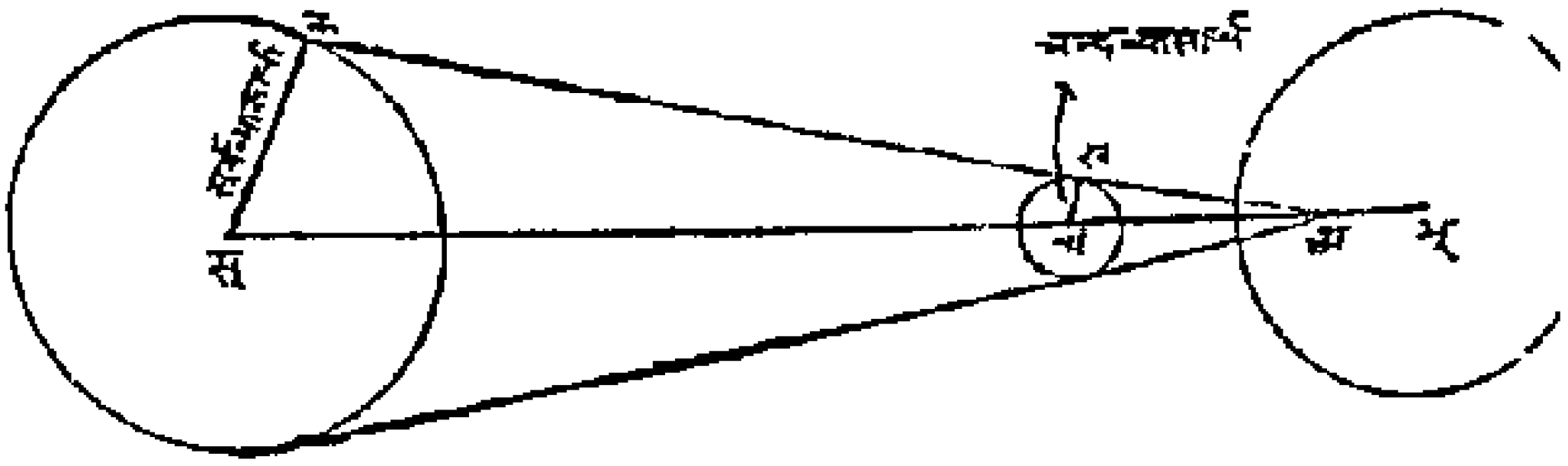
सूर्यग्रहणावसरे चन्द्रस्य उपच्छाया प्रच्छायापूर्वं भुवि पतति। उपच्छायाया भूपृष्ठस्थमनुज सूर्यस्य खण्डग्रहणं पश्यति। पुन शनै शनै प्रच्छाया भुवि पतति। प्रच्छायापतने पूर्णग्रहण



भवति, दिवैव पूर्णान्धकारो दृश्यते, नक्षत्राण्याकाशेऽवलोक्यन्ते, पक्षिणो खे भ्रुवंन्त' स्वनीडेषु प्रविशन्ति, पशवोऽसमये रात्रिमालोक्य व्याकुला भवन्ति। परन्तु तमिस्रेयं क्षणिका। प्रच्छाया झटिति भुवमुल्लङ्घयति। उपच्छायाया पुन खण्डग्रहणं दृश्यते। तत उपच्छायापि भुवमुल्लङ्घयति। ग्रहणस्य मोक्षो भवति।

पूर्णसूर्यग्रहणस्य ज्योतिर्विद्यागामतिमहत्ता वर्तते। विज्ञानविदो दूरदेशेभ्यस्तत्र सम्मिलिता भवन्ति, यत्र पूर्णग्रहणं दृश्यमानं भवति। तत्र क्षणिकान्धकारे सूर्यवर्णमण्डलस्य सूर्यप्रभामण्डलस्य च वैज्ञानिकपरीक्षणानि क्रियन्ते। सापेक्षवादस्य ('आइन्सटाईन'महोदयमतस्य) सत्यता स्थापिता क्रियते।

४.३४ चन्द्रभाव्यासस्य चन्द्रभादैर्घ्यस्य चानयनम्



चन्द्रभादैर्घ्यं चित्रे च अ अस्ति। चित्रे क सू अ त्रिभुजं स च अ त्रिभुज परस्पर सामानत्रिभुजे, अत एव

$$\frac{\text{क सू}}{\text{स च}} = \frac{\text{अ सू}}{\text{अ च}} \text{ अर्थात् } \frac{\text{सूर्यव्यासार्ध}}{\text{चन्द्रव्यासार्ध}} = \frac{\text{अ सू}}{\text{अ च}}$$

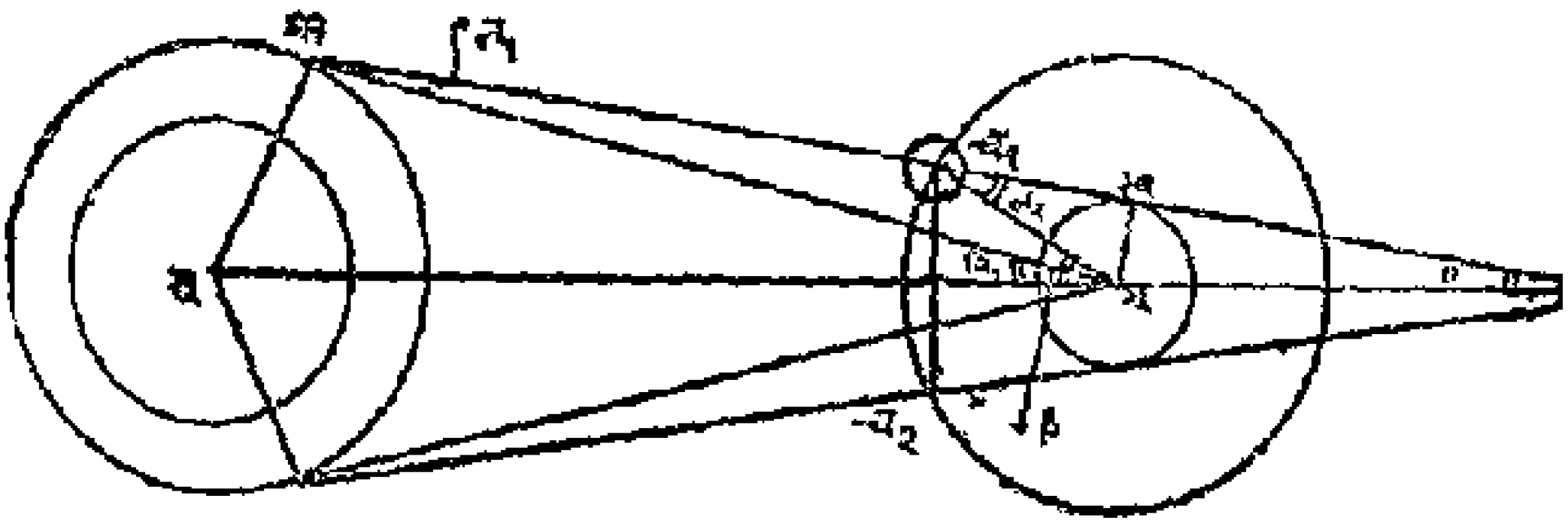
अ सू च अच—चसू—योगतुल्य, अर्थात् असू = अच + चसू

$$\text{अत एव } \frac{\text{सूर्यव्यासार्धः}}{\text{चन्द्रव्यासार्धः}} = \frac{\text{अ सू}}{\text{अ च}} = \frac{\text{अ च} + \text{च सू}}{\text{अ च}}$$

अर्थात् (अ च) (सूर्यव्यासार्धः) = (अ च) (चन्द्रव्यासार्धः) + (च सू) (चन्द्रव्यासार्धः)
अर्थात् (अ च) (सूर्यव्यासार्धः) − (अ च) (चन्द्रव्यासार्धः) = (च सू) (चन्द्रव्यासार्धः)
अर्थात् (अ च) (सूर्यव्यासार्धः − चन्द्रव्यासार्धः) = (च सू) (चन्द्रव्यासार्धः)

$$\text{अर्थात् अ च}(= \text{चन्द्रभादैर्घ्यम्}) = \frac{\text{चन्द्रसूर्यान्तरं} \times \text{चन्द्रव्यासार्धः}}{\text{सूर्यव्यासार्धः} - \text{चन्द्रव्यासार्धः}}$$

चन्द्रकक्षाया व्यासमानानयनम्



§. तमे दत्ते चित्रे यथा चिह्नानि तथा अत्र 'सू' क ख भू अ विद्यन्ते। चन्द्रकक्षाया व्यासार्धस्य आनयनमत्र कर्तव्यम्। अत्र $\frac{\text{च}_1\ \text{च}_2}{2}$ इदमानम्। कल्प्यते इदं B मितम्।

च1 भू अ त्रिभुजात् $B = \text{ल}_2 + \theta''$
क भू अ त्रिभुजात् $\text{वि}_1 = \text{ल}_1 + \theta$ अर्थात् $\theta = \text{वि}_1'' - \text{ल}_1$
अत एव $B = \text{ल}_2 + \theta = \text{ल}_2 + (\text{वि}_1 - \text{ल}_1)$
$= \text{वि}_1 + \text{ल}_2 - \text{ल}_1$

सामान्यतया $\text{ल}_1 = 0'\ 8''.8$
$\text{ल}_2 = 47'\ 2''.3$
$\text{वि}_1 = 15'\ 59''.63$
अत एव $B = 32'54''.33$
अत एव $2B =$ सूर्यग्रहणावसरे चन्द्रकक्षाव्यासः $= 1^\circ 4^\circ'\ 48''.66$

चन्द्रसूर्यान्तरं चन्द्रस्य भुवश्च स्थितिमपेक्षते, अत एव परिवर्तनशीलम्। भुवः सूर्यस्य सर्वाधिकदूरत्वं ९,४४,००,००० क्रोशार्धानि, अल्पतमदूरत्वञ्च ९,१४,००,००० क्रोशार्धानि। चन्द्रस्य भुवः सर्वाधिकदूरत्वं २,५६,००० क्रोशार्धानि, अल्पतमदूरत्वञ्च २,२१,००० क्रोशार्धानि।

अत एव सर्वाधिकसूर्यचन्द्रान्तर ९,४४,००,०००—२,२१,०००=९,४१,७९,००० क्रोशार्धानि, अल्पतमसूर्यचन्द्रान्तर ९,१४,००,०००—२,५६,००० = ९,११,४४,००० क्रोशार्धानि।

चन्द्रव्यासार्धमान १०८० क्रोशार्धानि, सूर्यव्यासार्धमानञ्च ४,३२,००० क्रोशार्धानि।

अत एव—

$$\frac{\text{चन्द्रव्यासार्ध}}{\text{सूर्यव्यासार्ध}-\text{चन्द्रव्यासार्ध}} = \frac{१०८०}{४३०१२९} = \frac{३}{११९७}$$

एव सर्वाधिकचन्द्रसूर्यान्तरे चन्द्रभादैर्घ्यम्= $\frac{९,४१,७९,००० \times ३}{११९७}$

= २,३६,०७१ क्रोशार्धानि

एवञ्च सर्वाल्पचन्द्रसूर्यान्तरे चन्द्रभादैर्घ्यम्= $\frac{९,११,४४,००० \times ३}{११९७}$

= २,२८,४३१ क्रोशार्धानि

एव सर्वाधिकचन्द्रसूर्यान्तरे भुवश्चन्द्रदूरत्व २,२१,००० क्रोशार्धानि, चन्द्रभादैर्घ्य २३६०७१ क्रोशार्धानि, सर्वाल्पचन्द्रसूर्यान्तरे भुवश्चन्द्रदूरत्व २,५६,००० क्रोशार्धानि, चन्द्रभादैर्घ्य २,२८,४३४१ क्रोशार्धानि

प्रथमावस्थाया चन्द्रभा भुवि २३६०७१—२२१००० = १५०७१ क्रोशार्धान्यन्त प्रविशति, पूर्णग्रहणञ्च दृश्यते।

द्वितीयावस्थाया चन्द्रभा भुव २५६०००—२२८४३१ = २७५६९ क्रोशार्धानि दूर बहिर्वर्तते, वलयाकारग्रहणञ्च दृश्यते।

४.४ सूर्यचन्द्रग्रहणानि

४.४१ सूर्यग्रहण चन्द्रग्रहणयोस्तुलना

दृश्यताविषयकतुलना

चन्द्रग्रहण भुवोऽप्रकाशितगोलार्धस्य प्रत्येकभागाद् दृश्यते। सूर्यग्रहण भुव प्रकाशित गोलार्धस्य तस्मादेव भागाद् दृश्यते य उपच्छायाया प्रच्छायाया वा पतति। ईदृशो भाग पर्याप्त सङ्कुचित, अत एव चन्द्रग्रहणानि सूर्यग्रहणापेक्षयाऽधिकसङ्ख्यायां दृश्यन्ते, यद्यपि तान्यल्प सङ्ख्याया भवन्ति।

ग्रहणसंख्याविषयकतुलना

चन्द्रग्रहणे चन्द्रकक्षाया व्यास ($२\alpha = ८२'$) सूर्यग्रहणे चन्द्रकक्षाव्यासाद् ($\beta = १४'$) अल्प, अत एव चन्द्रग्रहणाना सम्भवेना सूर्यग्रहणसम्भावनाया अल्पीयसी। अत एव सूर्यग्रहणाना सख्या चन्द्रग्रहणाना सख्याया अधिकतम भवति (एकस्मिन् ग्रहणचक्रे १४ सूर्य ग्रहणानि, २१ चन्द्रग्रहणानि च भवन्ति)।

ग्रहणस्थितिकालविषयकतुलना

चन्द्रग्रहणे भूभाया व्यासेन चन्द्रकक्षाया वास्तविकमान ७७०० क्रोशार्धानि भवति, अतश्चन्द्रो भूभा प्रायो होरात्रये उल्लङ्घयति। सूर्यग्रहणे च चन्द्रभाया (प्रच्छायाया) भुवि

वास्तविकव्यासः २६७ क्रोशार्धमितः, अत एव प्रच्छाया अष्टमिनटेभ्यः पूर्वमेव पृथिवीतलमुल्लङ्घयति। एवं पूर्णचन्द्रग्रहणस्य स्थितिकालोऽधिकः, पूर्णसूर्यग्रहणस्य स्थितिकालो न्यूनः।

४.४२ ग्रहणसम्भावना

चन्द्रग्रहणसम्भवः

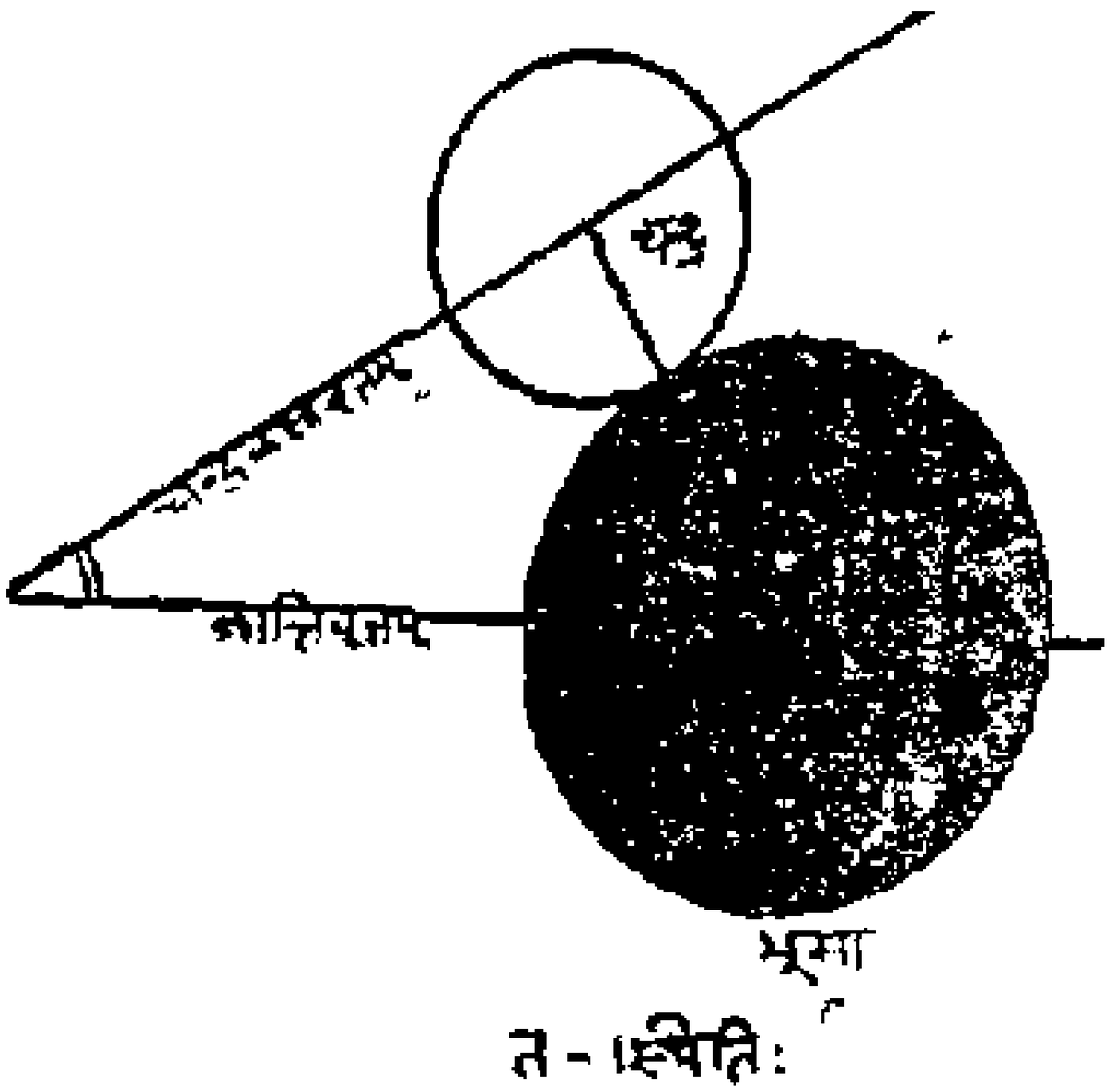
भूमा क्रान्तिवृत्ते भ्रमति, चन्द्रस्तु स्वकक्षायां भ्रमति। कल्प्यते त-स्थित्यां ग्रहणस्पर्शस्थितिः। यतः स्पर्शारम्भो भवति, अतः—

आ क + क अ = अ आ

अर्थाद् भूमाव्यासार्धः + चन्द्रबिम्बव्यासार्धः = अ आ[1]

पूर्वं ज्ञातमिदं यद् भूमाव्यासार्धः α = ४१′ १०.″९ चन्द्रबिम्बव्यासार्धः = १५′ ३२″.५८

अत एव अ आ = ४१′ १०″·९ + १५′ ३२″.५८″ = १६′ ४३″



त - स्थितिः

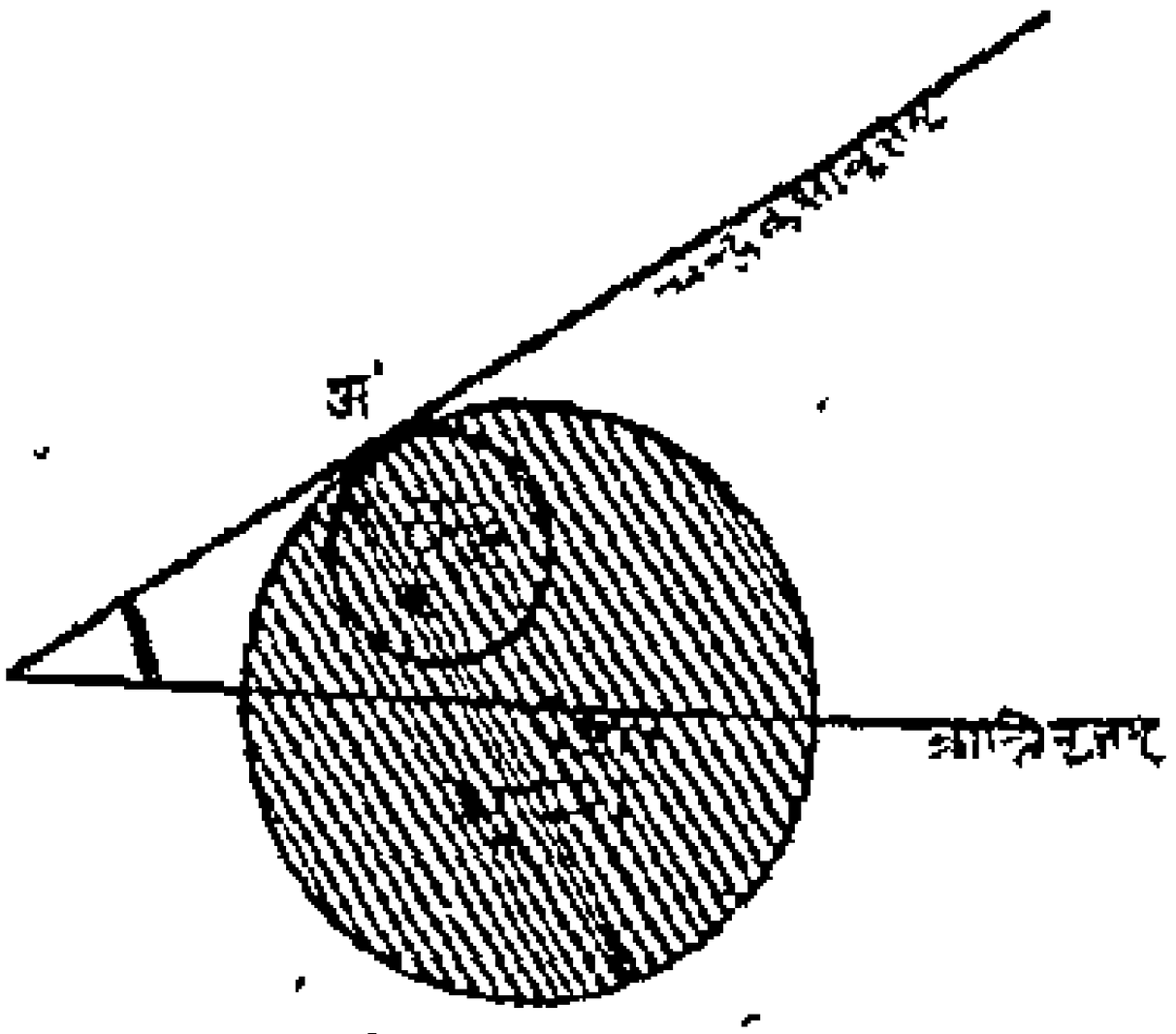
कल्प्यते थ-स्थित्यां पूर्णग्रहणस्यारम्भः। अत—

आ′ क′ − अ′ क′ = आ′ अ′[2]

अर्थाद् भूमाव्यासार्धः − चन्द्रबिम्बव्यासार्धः = आ′ अ′

अर्थात् ४१′ १०′.९ − १५′ ३२″.५८ = २५′ ३८″

अत एव ग्रहणं तदैव सम्भवति यदा चन्द्रकेन्द्र-बिम्बकेन्द्रान्तरं (चन्द्रस्य शरः) ५६′ ४३″ मितम्, ५६′.४३″ मिताधिकं वा। पूर्णग्रहणे इदमन्तरं २५′ ३८″ मितमथवा न्यूनं भवति।



थ - स्थितिः

---

१. अ आ = ल$_1$ + ल$_2$ − वि$_1$ + वि$_2$ सामान्यमानानि ल$_1$ = ९″ वि$_1$ = १६′.१८″ महत्तममानम्
ल$_2$ = ९′ = १२′.५६″ अल्पतममानम्

२. अ′ आ′ = ल$_1$ + ल$_2$ − वि$_1$ − वि$_2$ कथ्यतामम् = य = ९°२०′ महत्तममानम् वि$_1$ = ११′.५१″ महत्तममानम् = ४°५०′ अल्पतममानम् = १४′.२४″ अल्पतममानम्।

राहुकेत्योर्निम्नतमसान्निध्यम्

राहुकेत्वोः क्रियति दूरे सूर्यस्तिष्ठेद् यदा चन्द्रग्रहणं भवेत् ! इति प्रश्नस्योत्तरे 'प्रधाना ग्रहणविषयकसीमा', 'गौणी ग्रहणविषयकसीमा' च निश्चीयेते। चन्द्रग्रहणे प्रधाना ग्रहणविषयकसीमा १२°५' मिता, गौणी ग्रहणविषयकसीमा च ९°३०' मिता। सूर्यराह्वोः सूर्यकेत्वोर्वा अन्तर यदि प्रधानाया सीम्नि, तर्हि चन्द्रग्रहणस्य सम्भावनामात्रं विद्यते। यदि गौण्यां सीम्नि, तर्हि चन्द्रग्रहणस्य निश्चयेन भवितव्यता विद्यते।

सूर्यग्रहणसम्भवः सीमा च

यथा पूर्वं चन्द्रग्रहणसम्भवो निश्चितः, तथैव सूर्यग्रहणसम्भवो निश्चीयते। सूर्यग्रहणं तदैव सम्भवं यदि चन्द्रकेन्द्र भूभाबिम्बकेन्द्रान्तर = चन्द्रबिम्बव्यासार्धः + चन्द्रलम्बनम् − सूर्यबिम्बव्यासार्धः − सूर्यलम्बनम्

$$(बि_२ + ल_२ - बि_१ - ल_१)$$

= ८८′ (मध्यमानम्)

पूर्णसूर्यग्रहणं तदैव सम्भवं यदा—

चन्द्रकेन्द्र भूभाबिम्बकेन्द्रान्तरं = चन्द्रलम्बनं + सूर्यबिम्बव्यासार्धः − चन्द्रबिम्बव्यासार्धः − सूर्यलम्बनम्

$$= ल_२ + बि_१ - बि_२ - ल_१$$

= ५८′ (मध्यमानम्)

सूर्यग्रहणे 'प्रधाना ग्रहणविषयकसीमा' १८°३१′ मिता, 'गौणी ग्रहणविषयकसीमा' च १५°२१′ मिता। अत एव सूर्यराह्वोः सूर्यकेत्वोर्वा अन्तरं यदि प्रधानाया सीम्नि (अर्थात् १८°३१′ मितादल्पम्), तर्हि सूर्यग्रहणस्य सम्भावना विद्यते। यदि गौण्या सीम्नि (अर्थात् १५°२१′ मितादल्पम्), तर्हि निश्चयेन भवितव्यता वर्तते।

४.४३ एकस्मिन् वर्षे ग्रहणानां संख्या

चान्द्रमासे २९½ दिनानि भवन्ति, अत एव पूर्णिमाया अमावस्यापर्यन्तं $\frac{२९½}{२}$

= १४·७५ दिनानि भवन्ति। सूर्यश्च राहुं पुनः ३४६·६ दिनैः प्राप्नोति, अत एवैकस्मिन् पक्षे (चान्द्रपक्षे) $\frac{३६० \times १४·७५}{३४६·६}$ = १५°१८′ गच्छति। इमा चन्द्रगतिम्, इमां सूर्यगतिञ्च, विभिन्ना ग्रहणविषयकसीमाश्च विचार्य ज्योतिर्गणैर्ग्रहणानां संख्या निश्चीयते। एकस्मिन् वर्षे द्वे सूर्यग्रहणे अवश्यं भवतः। ग्रहणानामधिकतमा संख्या च सप्त अस्ति—पञ्च सूर्यग्रहणानि, द्वे चन्द्रग्रहणे, अथवा चत्वारि सूर्यग्रहणानि, त्रीणि च चन्द्रग्रहणानि।

४.४४ ग्रहणावृत्तिचक्रम् (सैरोस)

चान्द्रमासे २९·५३ दिनानि भवन्ति, राहोश्च द्युतिकालः ३४६·६२ दिनानि, अत एव ६५८५ दिनानां परश्चाद् राहु-केतुचन्द्रः सूर्यश्च सर्वे परस्परं पूर्ववद् भविष्यन्ति। यतः—

चन्द्रस्य २२३ भगणाः = ६५८५·३२ दिनानि

राहोश्च १९ भगणाः = ६५८५·३८ दिनानि

एवं ६५८५ = १८ व·११ दिनानां पश्चात् पूर्ववद् ग्रहणानि भविष्यन्ति।

अग्रे दीयते सारिणी ग्रहणावृत्तिचक्रद्वयान्तर्वर्तिग्रहणानाम्। एकस्मिन् ग्रहणावृत्तिचक्रे

४१ सूर्यग्रहणानि २१ चन्द्रग्रहणानि च भवन्ति। सारिण्या स्पष्टीभविष्यति यत् प्रत्येकस्मिन् पष्ठे मासे ग्रहणानुकूलकालो भवति।

४.४४ ग्रहणानां सारिणी

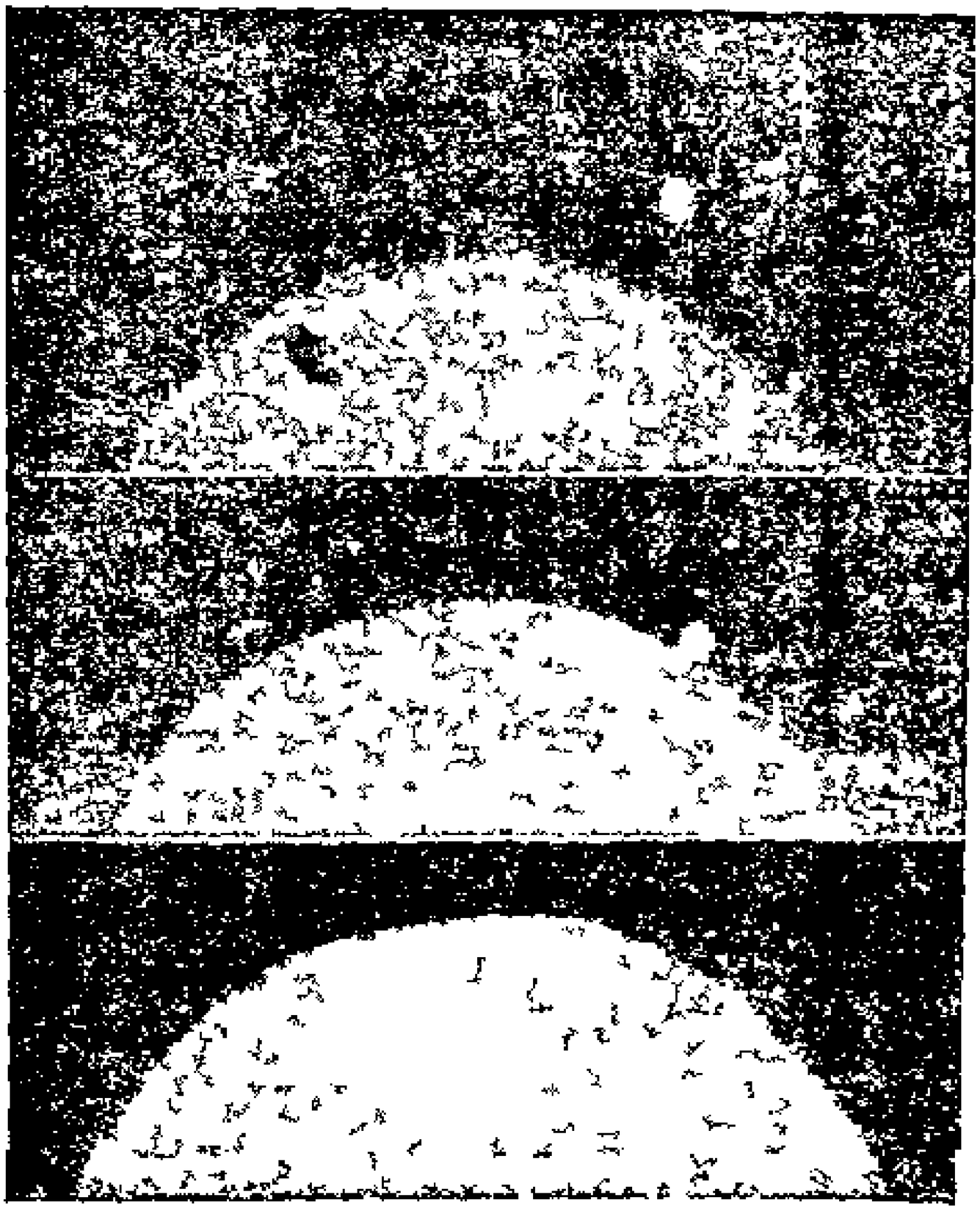
खिस्ताब्दः	चन्द्रस्य	उपराहु	सूर्यस्य	चन्द्रस्य	उपकेतु	सूर्यस्य
१९३२	मार्च २२		मार्च ७	सितम्बर १४		अगस्त २१
१९३३			फरवरी २४			अगस्त २१
१९३४	जनवरी ३०		फरवरी १४	जुलाई २६		अगस्त १०
१९३५	जनवरी १९		जनवरी ५ फरवरी ३ दिसम्बर २५	जुलाई १६		जून ३० जुलाई ३०
१९३६	जनवरी ८		दिसम्बर १३	जुलाई ४		जून १९
१९३७	नवम्बर १८		दिसम्बर २			जून ८
१९३८	नवम्बर ७		नवम्बर २२	मई १४		मई २९
१९३९	अक्टूबर २८		अक्टूबर १२	मई ३		अप्रैल १९
१९४०			अक्टूबर १			अप्रैल ७
१९४१	सितम्बर ५		सितम्बर २१	मार्च १३		मार्च २७
१९४२	अगस्त २६		अगस्त १२ सितम्बर १०	मार्च ३		मार्च १६
१९४३	अगस्त १५		अगस्त १	फरवरी २०		फरवरी ४
१९४४			जुलाई २०			जनवरी २५
१९४५	जून २५		जुलाई ९	दिसम्बर १९		जनवरी १४
१९४६	जून १४		मई २० जून २९	दिसम्बर ८		जनवरी ३ नवम्बर २३
१९४७	जून ३		मई २०			नवम्बर १२
१९४८	अप्रैल २३		मई ९	अक्टूबर ७		नवम्बर १
१९४९	अप्रैल १३		अप्रैल २८	सितम्बर २६		अक्टूबर २१
१९५०	अप्रैल २		मार्च १८			सितम्बर १२
१९५१			मार्च ७	अगस्त ५		सितम्बर १
१९५२	फरवरी ११		फरवरी २५	जुलाई २६		अगस्त २०
१९५३	जनवरी २९		फरवरी १४			जुलाई ११ अगस्त १
१९५४	जनवरी १९		जनवरी ५ दिसम्बर २५	जुलाई १६		जून ३०
१९५५	नवम्बर २९		दिसम्बर १४			जून २०
१९५६	नवम्बर १८		दिसम्बर २	मई २४		जून ८

खिस्ताब्द.	चन्द्रस्य	उपराहु	सूर्यस्य	चन्द्रस्य	उपकेतु	सूर्यस्य
१९५७	नवम्बर ७		अक्टूबर २३	मई १३		अप्रैल २१
१९५८			अक्टूबर १२			अप्रैल १९
१९५९			अक्टूबर २	मार्च २४		अप्रैल ८
१९६०	सितम्बर ५		सितम्बर २०	मार्च १३		मार्च २७
१९६१	अगस्त २६		अगस्त ११	मार्च २		फरवरी १५
१९६२			जुलाई ३१			फरवरी ५
१९६३	जुलाई ६		जुलाई २०	दिसम्बर ३०		जनवरी २५
१९६४	जून २५		{ जून १० जुलाई ९ }	दिसम्बर १९		{ जनवरी १४ दिसम्बर ४ }
१९६५	जून १४		मई ३०			नवम्बर २३
१९६६			मई २०			नवम्बर १२
१९६७	अप्रैल २४		मई ९	अक्टूबर १८		नवम्बर २
१९६८	अप्रैल १३		मार्च २८	अक्टूबर ६		सितम्बर २२

४.५आच्छादन सक्रमणश्च

४.५१ आच्छादनम्

चन्द्र पूर्वदिशा भ्रमन् प्रायेण देदीप्यमाननक्षत्राणा पुर आगच्छति, तत्र चाच्छादयति। एवभूतो नक्षत्रलोप आच्छादन कथ्यते। 'नाक्किल'पञ्चाङ्ग मुख्यानामाच्छादनाना गणनादय पूर्वं दत्ता भवन्ति। सूर्यग्रहणवत् सर्वत्राच्छादनानि न दृश्यन्ते, विभिन्नस्थानेषु च विभिन्नकालेषु दृश्यते।



ज्योतिर्गणिते आच्छादनानि परममहत्त्वपूर्णानि। आच्छादनाना वेधै (१) चन्द्रस्य विषुवाया रेखायाश्च, (२) पार्थिवरेखाया, (३) चन्द्रस्य कक्षावृत्तम्, (४) सूर्यस्थानम्, (५) नक्षत्राणा महागाञ्च विम्बव्यासाश्च सूक्ष्मातिसूक्ष्म निर्णीयन्ते।

४.५२ बुधशुक्रयो सक्रमणानि

ग्रहणवद् विश्वे एकोऽन्यो दाक्षयम। साधारणतो बुधशुक्रौ (बुधशुक्रौ) सूर्यबिम्बस्य उपर्यधो वा कक्षाया भ्रमत, कक्षागमनत्वात्। परन्तु यदि पृथिवी तयो भ्रान्तिरुत्पाते

वियते, तर्हि तौ सूर्यबिम्बस्य सक्रमणं कुर्वन्तौ अवलोक्येते, अर्थात् तौ बिन्दुरूपेण गच्छन्तौ दृश्येते इद (चन्द्रवृत्तसूर्यग्रहणमित्र) ग्रहणं नोच्यते, यतो बुधबिम्ब शुक्रबिम्ब वास्यदृपमितम्, न ते सूर्यच्छादने सक्षमम्। अत एव सूर्यमण्डले केवल सूर्यव्यासस्य $\frac{1}{60}$ भाग व्यासमितक्रमे श्यामवर्णं बिन्दु तीव्रगत्या चलद् दृश्यते। (द्रष्टव्य § ७•१९ तमे दत्त फोनोचित्रम्)

बुधसक्रमणस्य शुक्रसक्रमणस्य दिनाङ्का विवरणं च दास्यन्ते § ७•१९ § ७ २६ इत्यत्र।

विशेषद्रष्टव्यानि

छायानिर्माणविषयका भौतिकशास्त्रनियमा प्राचीनज्योतिर्विदा विदिता आसन्निति कोऽपि सन्देह । तैरवलोकिता गणनापद्धतिरेवात्र प्रलक्ष्य प्रमाणम्। अधो दीयते ग्रहणसिद्धान्तवर्णन भास्कराचार्यस्यैव शब्दै —

"इदानीं ग्रहणे छाद्यच्छादकत्व प्रतिपादयति। भूमा विधुग्रहणे विधु छादयति (§ ४•२१ रविग्रहणे तु रविं विधुश्छादयति (§ ४•२१) • अर्कोदयचन्द्रस्था। यथा मेघोऽप्य पश्चाद्भागादागत्य रविं छादयति। एव चन्द्रोऽपि शीघ्रगतित्वात् पश्चाद्भागादागत्य र्क छादयति। तत पश्चात् स्पर्श (§ ४ २१)।

"चन्द्रो हि विमण्डले भ्रमति, क्रान्तिमण्डलस्य विमण्डलस्य च य समातस्तस्य पातसज्ञ स पातो भोनान्ताद्विलोम गच्छति (§ ३ ७१) । रवेरग्रतो भार्धान्तरे क्रान्तिवृत्ते भूम भ्रमति। अत पौर्णमास्यन्ते भूमान्तश्चन्द्रो सगो भवत। किन्तु यास्योत्तरमन्तर विक्षेपतुल्य भवति स विक्षेपच्छाद्यच्छादकबिम्बगत्ययोरन्तरम् (§ ४•४२)। । यदा यावता मानैक्यखण्डेन तावच्छाद्यबिम्बे छादकबिम्ब गच्छति। अत उक्त 'तत् खण्डितप्रमाणम्' इति। त खण्डित छाद्यबिम्बादधिक यदा भवति तदा सर्वग्रहण भवति (§ ४•२२)" (सिद्धान्त शिरोमणिस्थ —चन्द्रग्रहणाधिकार, सूर्यग्रहणाधिकार, गोलाध्यायश्च) इति।

तत्रैव भूभाव्यासमानादीन्यपि कृतानि।

सूर्यग्रहण चन्द्रग्रहण तुलनापि तेन कृता—"चन्द्रग्रहे तु लम्बनत्योरभाव, यत सममण्डले भूभा चन्द्रे लगति। तया दर्श सर्वै विदेशान्तरस्था अपि गतमपि त चन्द्र सर्व पश्यन्ति" इति।

पञ्चमोऽध्यायः

सूर्यः

"सूर्य आत्मा जगतस्तस्थुषश्च" [ऋ० स० १।११५।१]

["सूर्यः कियद्दूरे वर्तते ? कियत्तस्य परिमाणम् ? कुतस्तस्य प्रकाशतापौ" इत्यादीन्यत्र व्याख्यायन्ते]

५.१ सूर्यस्य भुवो दूरत्वम्

सूर्यस्य दूरत्वमतिदीर्घं ९,२९,००,००० क्रोशार्धमितम्। अस्मामासमानमनेन कथ नेन मविष्यति यद् यदि कोऽपि जनः प्रतिघटिकम् २४ क्रोशार्धानि रेलयानेन गच्छेत् तर्हि प्रस्थानस्य १७५ वर्षानन्तरं स सूर्यतश्च प्राप्नुयात्। जगति सर्वाधिकवेगशालिवस्तु प्रकाशरश्मयो विद्युद्रश्मयो वा, ते प्रतिसेकिण्डं १,८६,००० क्रोशार्धानि गच्छन्ति, परन्तु तेऽपि सूर्यात् ८½ मिनटैर्भुवमागच्छन्ति।

५.११ दूरत्वनिर्धारणम्

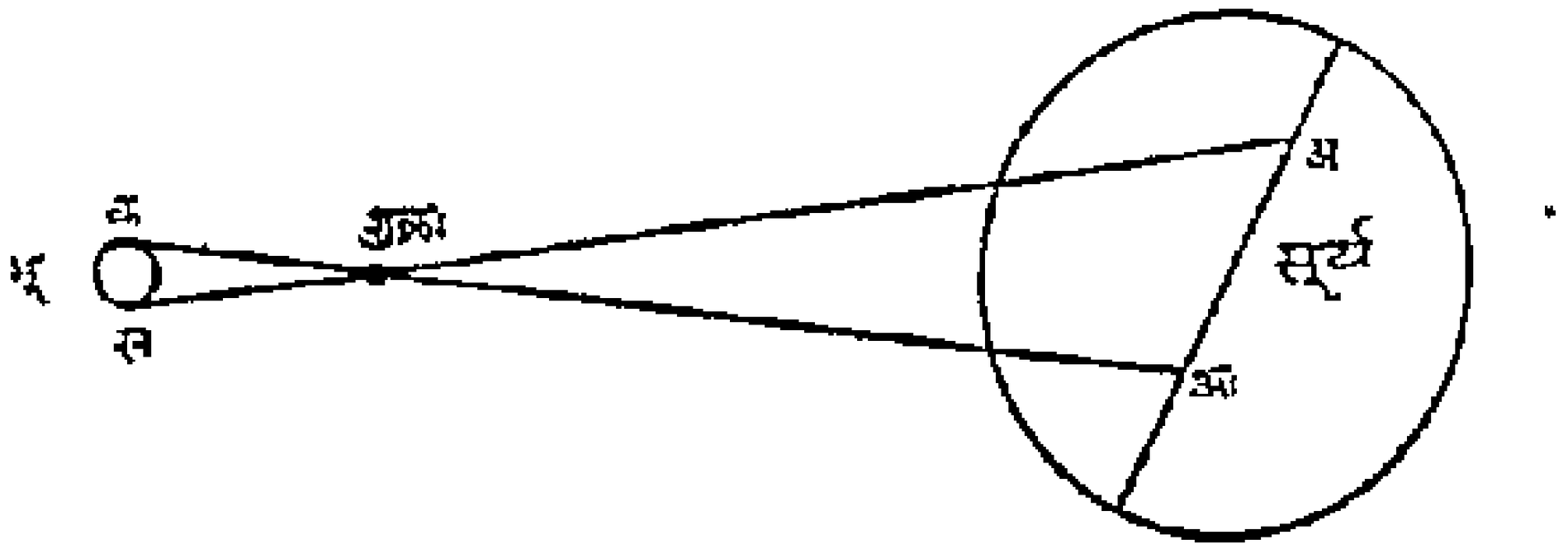
चन्द्रदूरत्वनिर्धारणे यो लम्बनविधिर्व्याख्यातः स न सोलीमति सूर्यदूरत्वनिर्धारणे, यतः प्रथम सूर्ये न विद्यते क्रोऽप्यचलो बिन्दुः (अथवा किमपि स्थिरचिह्नं यथा चन्द्रे चन्द्रकलङ्कः) यस्माद् लम्बनं निश्चेतव्यम्, द्वितीयश्च सूर्योऽतिदूरवर्ती, तस्य लम्बनोपलब्धये बृहत्याधार रेखापेक्ष्यते, पृथिव्या व्यासश्च नाभीष्टाधाररेखा। अत एव लम्बनमुपायान्तरेण माप्यते।

ज्योतिर्विद्भिर्लम्बनानयनविधौ भुवः समीपतमाः खगोलीयपिण्डा इष्टाः—ते च शुक्रभौमै रोसाः। शुक्रोऽन्तर्ग्रहः, अत एव लघुयुतः समीपतमो भवति, परन्तु तदा तस्य सूर्यकिरणेषु लोपो भवति, तस्य वेधश्च न सुकरो भवति। केवल तस्य सूर्यबिम्बे सक्रमणानि किञ्चित् प्रयुज्यन्ते। भौमस्य बहिर्ग्रहत्वात् षड्भान्तरे समीपतमत्वाद् यतो च दृष्टिगोचरत्वाद् वेधोऽतिसरलः। तृतीय एरोस नामकोऽन्तरग्रहः काले काले भुवोऽतिसमीपमागच्छति। एभिस्त्रिभिः सूर्यस्य दूरत्व वेधेन ज्ञायते। सन्त्यप्रत्यक्षविधयोऽपि यैः दूरत्वं निश्चीयते। एवा मार्गच्युति डाउल्र सिद्धान्त गणनादयः प्रमुखाः।

५.१२ शुक्रसंक्रमणविधिः

काले काले शुक्र सूर्यबिम्बे सक्रमणानि कुर्वन् दृश्यते। (द्रष्टव्योऽनुच्छेदः ७.२६ तमो यत्र संक्रमणतिथयोऽपि दत्ताः)। खिस्ताब्दे १७६१ तमे, खिस्ताब्दे १७६९ तमे च शुक्रसक्रमण निरीक्ष्य सूर्यलम्बन ८.५७ विकलामित निश्चितम्। पुनः १८७४ तमे खिस्ताब्दे, १८८२-तमे खिस्ताब्दे च ज्योतिर्विद्भिर्महान्तः प्रयत्नाः कृता यथार्थलम्बनानयनार्थम्, परन्तु वदाचित् शुक्र वायुमण्डलवशाद् वेधेषु भिन्नादृश्यते।

संक्रमणकाले शुक्रो भुव समीपतममागत्य लघुयुतौ तिष्ठति, दूरत्वाच्च सूर्यदूरत्वसतोऽपि मितो भवति। अत एव शुक्रसंक्रमणस्य ईषत्खानभ्रंश पर्यन्त लम्बन सृजति। भुव क स्थानात्



शुक्रसंक्रमणविधी

शुक्र सूर्यस्य निम्नतरभागे (आ स्थाने) दृश्यते, भुव ख स्थानात् तस्मिन्नेव समये सूर्यस्य उच्चतरभागे (अ-स्थाने) दृश्यते। शुक्रस्य युतिकालो ज्ञात एव, भुव शुक्रस्य दूरत्वस्य सूर्यदूरत्वापेक्षया निष्पत्ति $\left(\frac{\text{भुव शुक्रस्य दूरत्वम्}}{\text{भुव सूर्यस्य दूरत्वम्}}\right)$ अपि विदितपूर्वैव, अत एव गणनया (विस्तरभयादत्र गणना न दत्ता) सूर्यदूरत्व निश्चीयते।

५.१३ भौमदूरत्व विधिः

'केप्लर'महोदयस्य तृतीयनियमेन ग्रहाणा परस्परदूरत्वनिष्पत्तिर्ज्ञायते। अत यद्येक स्यापि ग्रहस्य दूरत्व ज्ञात भवति, तर्हि सर्वेषा ग्रहाणा सूर्यस्य वा दूरत्वानि ज्ञातानि भविष्यन्ति। भौमस्य दूरत्व सर्वानुकूलप्रतियोगसाहेषु (§ ७ ३१) चन्द्रदूरत्वानयनविधिना ज्ञायते। भौमदूरत्व प्राप्यनन्तर सूर्यस्यापि दूरत्व लभ्यते।

५.१४ एरोसदूरत्वविधि

भौमलम्बनायन एका बाधा दृश्यते। भौमस्य बिम्बत्वाद् लम्बनकोणनिर्णयो दुष्करो भवति। अत एव ज्योतिर्विदो बहुकालात् कस्यचिद् अल्पबिम्बवतो ग्रहस्यान्वेषणे रता आसन्। खिस्ताब्दे १८९८ तमे वैरेक ईदृशो लघुबिम्बवान् ग्रहो लब्ध। सोऽनन्तरग्रहः 'एरोस' नामक (द्रष्टव्य § ७·४२)। 'एरोस'स्य व्यास केवल १२ कोलार्धमित। परिक्रमणकक्षाया उत्केन्द्रता पर्याप्ता, अत एव काले काले भुव सर्वाधिक सामीप्य भजते। १९३१-तमे खिस्ताब्दे एरोस भुव केवल १,६२,००,००० कोलार्धदूर आसीत्। (अस्य सर्वाधिकमदूरत्व १,३८,४०,००० कोलार्धानि)। सर्वे ज्योतिर्विदो लम्बननिर्धारणार्थमवसरस्यास्य प्रतीक्षा कुर्वन्तो महायोजनानि ययुः। वेधेन गणनया च सूर्यस्य लम्बन ८·७९ विकलामितं निश्चितम्। अनेन सूर्यस्य दूरत्वं ९,३०,९१,००० कोलार्धमित लभ्यते।

५.१५ भूचलनसिद्धान्तेन (मार्गच्युतिसिद्धान्तेन)

भूचलनसिद्धान्तेन भुव परिक्रमणमार्गे वेगो ज्ञायते। लम्बनया १८½ कोलार्धानि प्रतिसेकण्ड ज्ञायते। सर्वे ३,१५,६०,००० सेकण्डानि भवन्ति, अत एव सर्वे पृथिवी

३,१५,६०,००० × १८½ क्रोशार्धानि गच्छत्याकाशे। यदि परिक्रमणमार्गो गोलाकारः, परिधिमानज्ञेयन्मात्रकं (३१५६०००० × ३½ क्रोशार्धानि), तर्हि व्यासार्धः कियन्मात्रक इति त्रैराशिकेन ज्ञायते। इदं व्यासार्धमानम् = ३१५६०००० × ३½ × ⅐π

$$= ३१५६०००० \times \frac{३७}{२} \times \frac{७}{४४}$$

$$= १२८८६८१८$$

= १२९००००० (आसन्नमूल्येन)

क्रोशार्धानि।

व्यासार्धमानमिद सूर्यस्य भुवो दूरत्वम्।

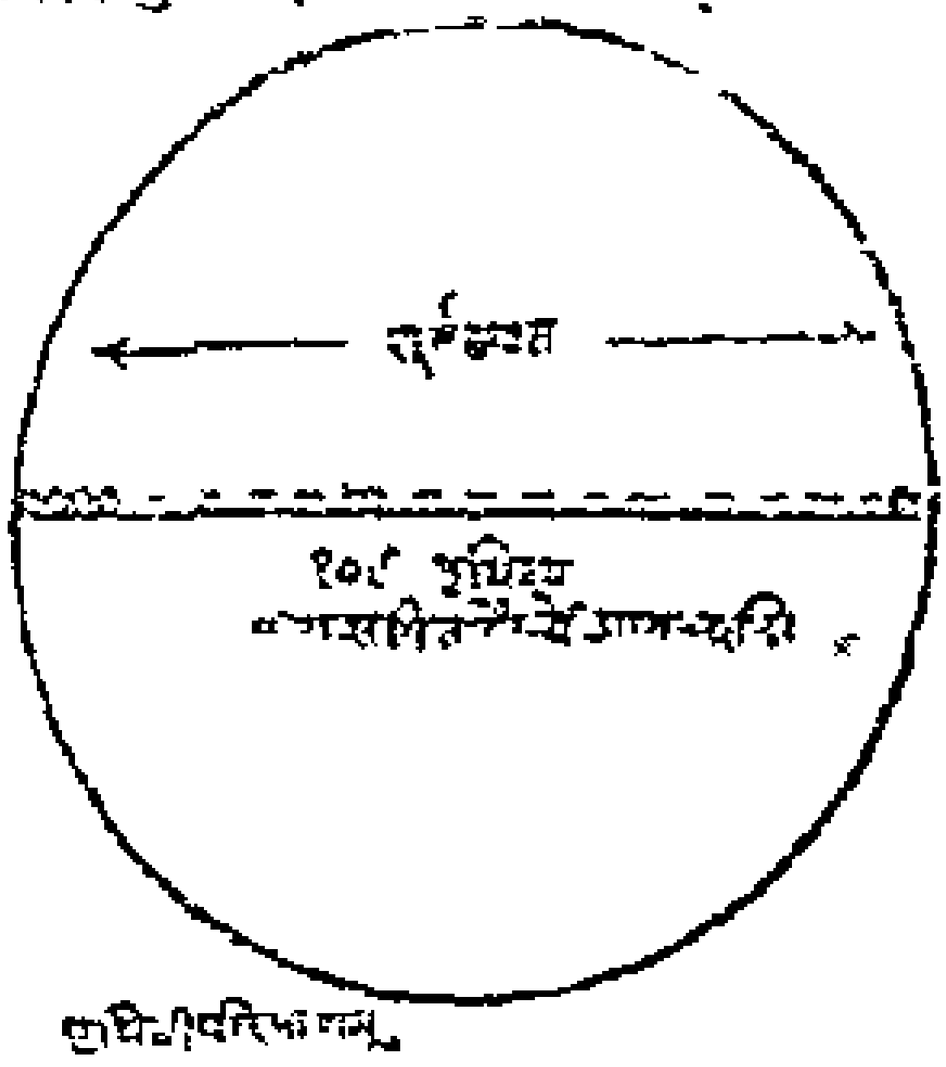
५.१६ डाल्लरसिद्धान्तेन

नक्षत्रस्यापसरणेनोपसरणेन वा रश्मिविश्लेषणचित्रे विभिन्नानि परिवर्तनानि दृश्यन्ते।[1] यथा यथा नक्षत्रं दृक्सूत्रेऽस्माकं समीपमागच्छति तथा तथा रश्मिविश्लेषणे (वर्णच्छत्रे रेखा नीललोहितोचरं प्रति विचलन्ति, यथा यथा च नक्षत्रमस्माद् दूरीभवति तथा तथा रेखा उपरक्तं प्रति विचलन्ति। अनेन 'डाल्लरसिद्धान्तेन' 'स्पेक्ट्रजोन्स' महोदयेन भुव. प्रदक्षिणागति. १८½ क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्ड निर्धारिता, पूर्ववत् च गणनया सूर्यस्य भुवो दूरत्वं प्रायः ९,२९,००,००० क्रोशार्धानि प्राप्यते।

५.२ परिमाणादयः

५.२१ सूर्यस्य परिमाणम्

सूर्यस्य दूरत्वमानं लब्ध्वा, तस्य परिमाणानयनं सुसरलम्। वेधेन सूर्यस्य मध्यमबिम्बमानं ३१′ ५९″ अस्ति। दूरत्वञ्च ९,२९,००,००० क्रोशार्धानि। अत एव अनुच्छेद'''''तमे प्रयुक्तविधिना सूर्यव्यासस्य मान ८,६४,००० क्रोशार्धानि लभ्यते।



सूर्यस्य निश्चलत्वम्

५.२२ सूर्यस्य पिण्डमात्रा, घनत्वम्, गुरुत्वाकर्षणञ्च

'न्यूटन' महोदयस्याकर्षणसिद्धान्तेन सूर्यस्य पिण्डमात्राया मानं निश्चीयते। 'न्यूटन' नियमेन

$$\frac{\text{सौरपिण्डमात्रा}}{\text{पार्थिवपिण्डमात्रा}} \times \frac{\text{पार्थिवव्यासार्धः}}{\text{सौरव्यासार्धः}}$$

$$= \frac{\text{सौरगुरुत्वाकर्षणशक्तिः}}{\text{पार्थिवगुरुत्वाकर्षणशक्तिः}}$$

---

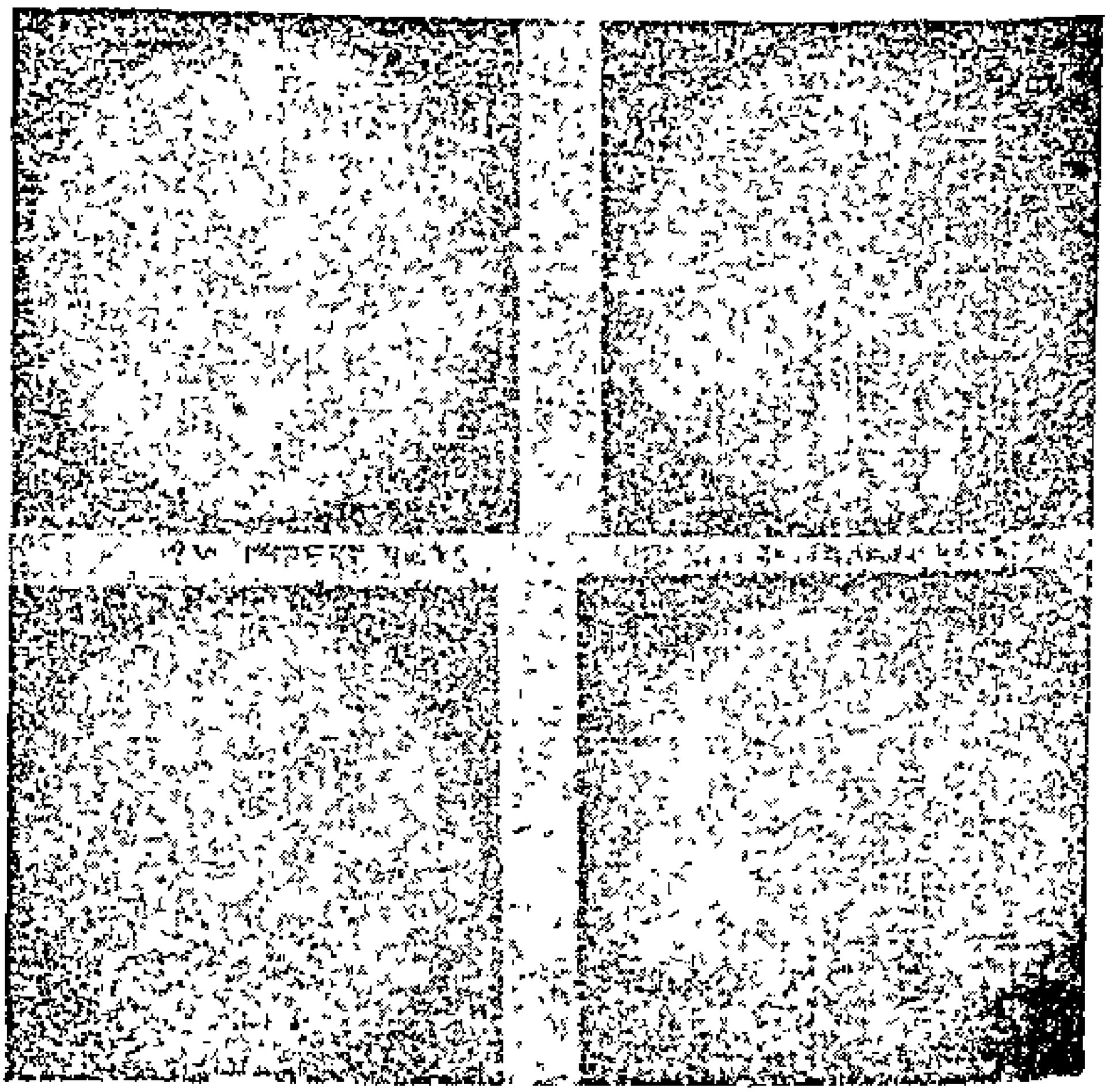
1. द्रष्टव्यो § ११·४१२ तम.।

अत्र सौरपिण्डमात्रां विहायान्ये विदितपूर्वाः, अत एव सौरपिण्डमात्रा गणनया पार्थिव-पिण्डगान्त्रागानस्य १,३२,००० गुणिता (५×१०१८ मनगिता) प्राप्यते ।

सूर्यस्य घनत्वं पार्थिवघनत्वस्य ५½ गुणितम्, जलघनत्वस्य च १¼ गुणितमस्ति । गुरुत्वाकर्षणशक्तिश्च पार्थिवगुरुत्वाकर्षणशक्तेः २७·९ गुणितास्ति ।

५.२३ सूर्यभ्रमणम्

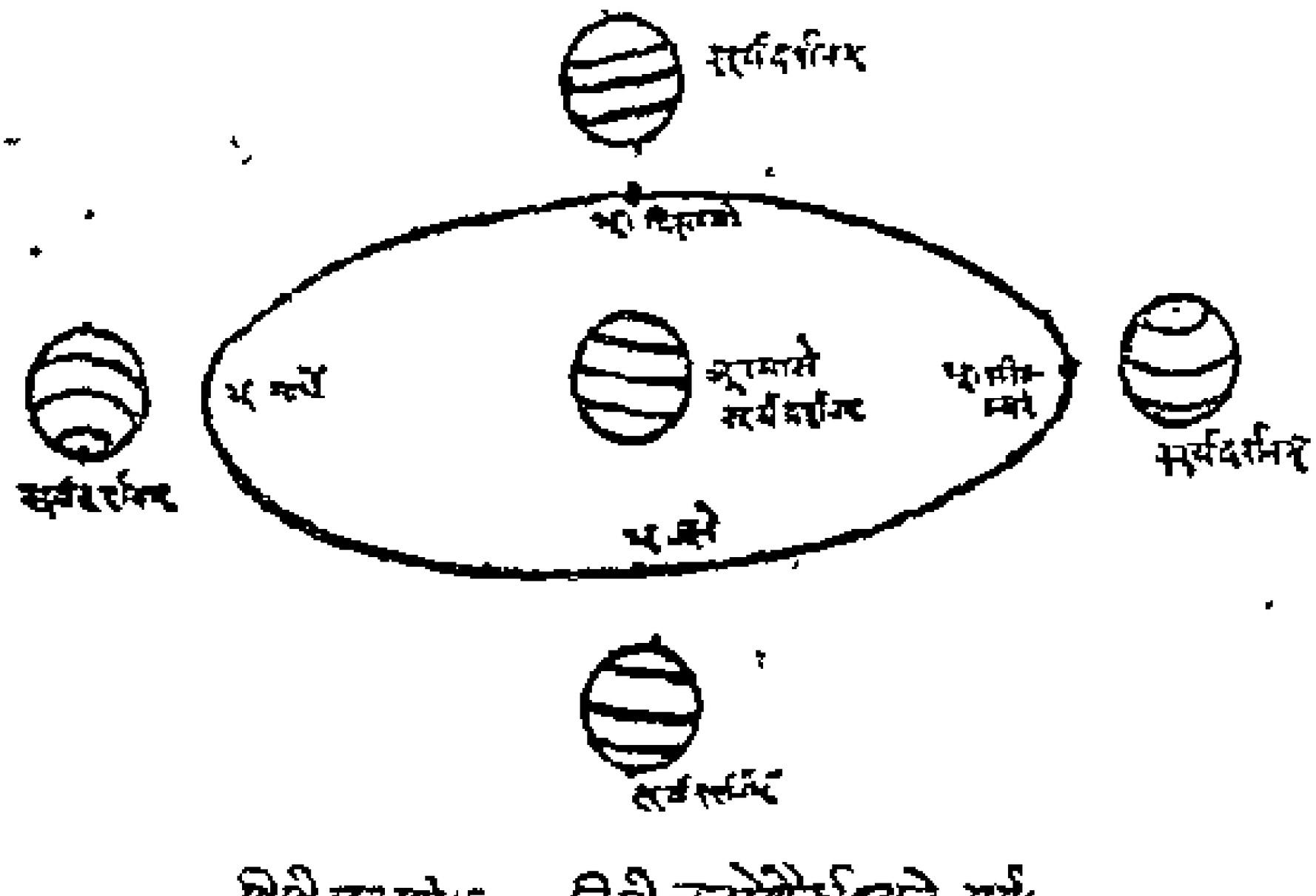
सूर्योऽप्यक्षभ्रमणं करोतीति सूर्यलाञ्छनानां सूर्यबिम्बे चलनेन सिद्धयते । सूर्यलाञ्छनानि पश्चिमतः पूर्वे प्रति गच्छन्ति । यदि किमपि लाञ्छनमद्य सूर्यबिम्बमध्ये दृश्यते, तदेव



सप्ताहानन्तरं पूर्वबिम्बकोटिं लप्स्यते, ततः पक्षानन्तरमपरकोटिं प्रथमं दृश्यमानः सप्ताहानन्तरं पुनर्मध्यभागमागमिष्यति । एवमक्षभ्रमणकालस्यासन्नमानं २५ दिनानि लभ्यते ।

परन्तु सूर्ये पृष्ठे सर्वत्राक्षभ्रमणकालः समो न, विषुवप्रदेशानां २४-६५ दिनानि, २५-अक्षांशवर्तिमार्गाणां २७ दिनानि, ध्रुवीयप्रदेशानाञ्च २४ दिनान्यक्षभ्रमणकालो दृश्यते। वर्णच्छत्रे डाष्टरनियमगणितरेखाविचलनैरपि प्रायस्तदेवाक्षभ्रमणकालमान लभ्यते।

सूर्यस्य विषुवरेखायाः क्रान्तिसूत्रात् प्रवणता समासङ्गिनी, अत एव लाञ्छनानि कदाचिद्



चित्रम्५ विभिन्नकोणैर्दृश्यते सूर्यः

ऋजुमार्गेण, कदाचिच्च दीर्घवृत्ताकारमार्गेण भ्रमन्ति दृश्यन्ते। जूनमासस्य ६-दिनाङ्के दिसम्बरमासस्य च ६-दिनाङ्के तानि ऋजुरेखायां भ्रमन्ति। मार्चमासस्य प्रथमदिनाङ्के, सितम्बरमासस्य च पञ्चदशदिनाङ्के तानि दीर्घवृत्ताकारमार्गेण भ्रमन्ति, इत्युपरिदत्तचित्रेण स्पष्टीभवति।

५·३ सूर्यविधानम्

सूर्योऽत्युष्णवाष्पाणां विशालपिण्डोऽस्ति। वर्णनसौकर्यार्थमस्य पञ्चाङ्गानि क्रियन्ते—(१) सूर्यमध्यभागः, (२) प्रकाशमण्डलम्, (३) प्रत्यादर्शकस्तरः, (४) वर्णमण्डलम्, (५) प्रभामण्डलञ्च।

सूर्यमध्यभागो दृष्टपृष्ठादधो वर्तते। विवरणमस्य केवलं सैद्धान्तिकगणनया सम्भवम्। अस्य केन्द्रे तापक्रमः २,००,००,००० सेन्टीग्रेडमितो वर्तते। परमाणवः सर्वे छिन्नभिन्नरूपेण विद्यन्ते।

प्रकाशमण्डलं दृश्यभागः। अत्र कणचिह्नानि, श्यामवर्णसूर्यलाञ्छनानि च दृश्यन्ते। अस्योपरि पारदर्शकवाष्पाणि वायुमण्डलरूपेण तिष्ठन्ति।

प्रत्यादर्शकस्तरः प्रकाशमण्डलस्योपरि कतिपयसहस्रक्रोशार्धोच्छ्रयपर्यन्तं विद्यते। अस्मात् स्तरात् सूर्यलाञ्छने श्यामा रेखा उत्पद्यन्ते।

वर्णमण्डलं प्रत्यादर्शस्तरस्योपरि वर्तते। शोणितवर्णकमिदं नैकसहस्रकोशार्धोच्छ्रयपर्यन्तं विद्यते। अस्मादुन्नतज्वालाशिलराण्युद्गच्छन्ति, यानि पूर्णसूर्यग्रहण एव (विशेषयन्त्रेणान्यदा वा) दृश्यन्ते।

प्रभामण्डलं सूर्यस्य बहिस्तमो भागः। पूर्णसूर्यग्रहणेऽस्या मुक्ताशुक्लत्वमत्यन्तं शोभनीयं दृश्यते। प्रभामण्डलीययन्त्रेण ('कोरोनोग्राफ'यन्त्रेण) अन्यदापीदं दृश्यतां याति।

५·३१ प्रकाशमण्डलम्

सूर्यस्य यो गोलाकारो भागोऽस्माभिर्दृश्यते स प्रकाशमण्डलमुच्यते। अयं सूर्यपृष्ठं सूर्यतलं चापि कथ्यते। अस्योपरि पारदर्शकाणानि सूर्यवायुमण्डलरूपेण तिष्ठन्ति, अस्माच्चाधो नास्मद्दृष्टिः प्रविशति। अस्माद् भागाद् मुख्यतया सूर्यप्रकाश उद्गच्छति, अनेनायं भागः प्रकाशमण्डलं प्रोच्यते। प्रकाशमण्डलमिदं शतकोशार्धाल्पविस्तीर्णम्। अस्य पर्यन्तप्रदेशेषु प्रकाशे विच्छिन्नान्यं रक्तवर्णकत्वञ्च दृश्येते।

५·३१ कणचिह्नानि

दूरदर्शकेन सूर्यस्य प्रकाशमण्डलं पूर्णतया श्वेतोज्ज्वलवन्न दृश्यते, यत्र तत्र श्यामलकणचिह्नानि श्यामलाञ्छनानि च वर्तन्ते। एतानि कणचिह्नानि चलतोऽत्युष्णप्रदेशाः सन्ति। एषां तापक्रमः सामान्यपृष्ठतापक्रमात् शतसेन्टीग्रेडाधिको वर्तते। प्रायः प्रत्येकं चिह्नं ७००-कोशार्धविस्तीर्णं गोलाकारं दीर्घवृत्ताकारं वा दृश्यते। एषां जीवनगतिक्षणिकं जलबुद्बुदवत् प्रतीयते।



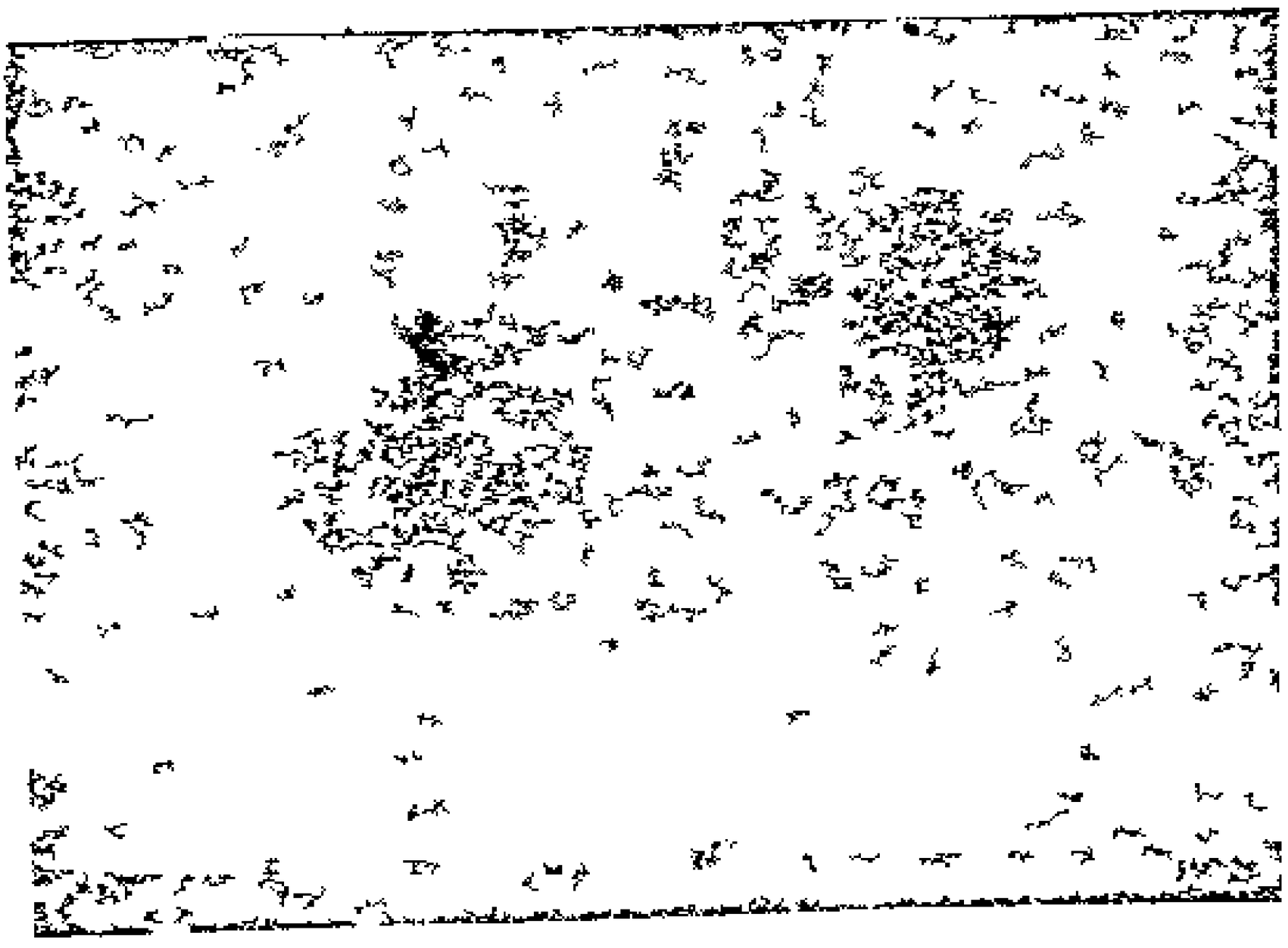
प्रकाशमण्डले कणाः [यरकिज़-वेधशाला]

५·३२ सूर्यलाञ्छनानि

चन्द्रे कलङ्को वर्तत इति साधारणोऽनुभवो जनानाम्, परन्तु सूर्येऽपि लाञ्छनानि वर्तन्ते इत्यद्भुतो विषयः। परन्तु सूर्यलाञ्छनानि चन्द्रलाञ्छनानीव न स्थायीनि। एतानि नैकाकीनि दृश्यन्ते, सर्वदा समूहरूपेणैव लक्ष्यन्ते। यदि कचिदेकाकि लाञ्छनं दर्शनीयतां याति,

तन्मूलमेव विनाशप्राप्तानां लाञ्छनानामवशेषमात्रम्। लाञ्छनसमूहं प्रायो द्वे विशाललाञ्छने, नैकानि लघुलाञ्छनानि विद्यन्ते। विशाललाञ्छनयोरेकमग्रे चलति द्वितीयश्च सर्वेषां पश्चात्, अनयोरप्रचारि पश्चचारिलाञ्छनयोर्मध्ये नैकानि लघुचिह्नानि चलन्ति।

लाञ्छनानां परिमाणमत्यधिकमपि दृश्यते। एकस्मिन् लाञ्छने विंशति-पञ्चविंशति सङ्ख्याका पृथिव्योऽपि प्रवेष्टुं योग्या भवन्ति (द्रष्टव्य फोटाङ्के लाञ्छनतुलनाया पृथिव्या परिमाणम्।) अचिरात् पूर्वं १५४६-तमे खिस्ताब्दे जनवरीमासस्य २१ दिनाङ्के दृष्टस्यैकस्य लाञ्छनस्य परिमाणं लम्बत्वदिशाया १०,००० क्रोशाधानि, वितानदिशायाश्च ६०,००० क्रोशा



सूर्यलाञ्छनानि

धान्यासीत्। यस्मिन् समूहे लाञ्छनमिदमवित्त, तस्य लम्बत्वं २,००,००० क्रोशाधान्यासीत्। १९४७-तमे खिस्ताब्दे दृष्टस्य लाञ्छनसमूहस्यापि परिमाणमीदृशमासीत्।

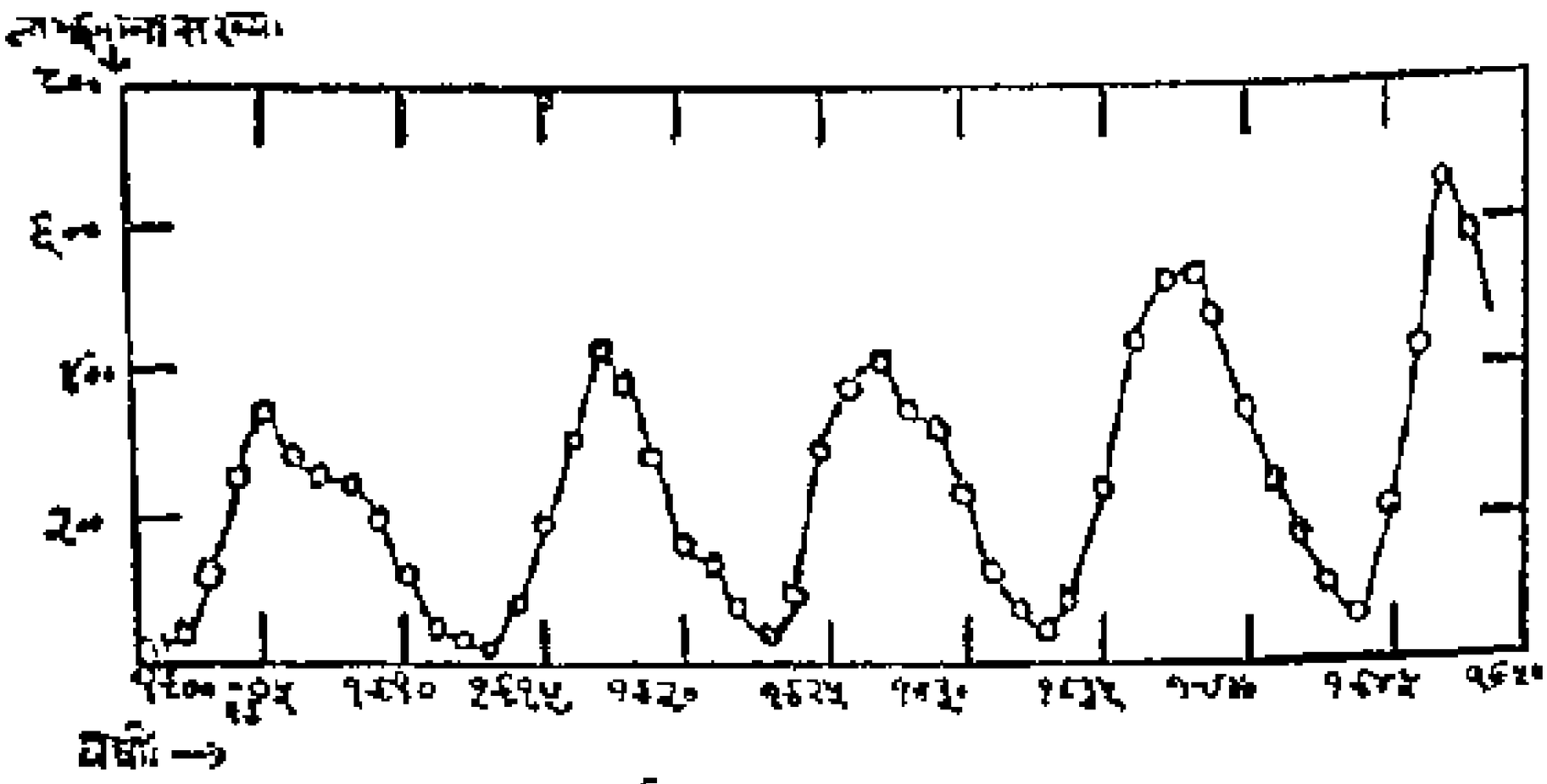
लाञ्छनानि प्रायो गोलाकाराणि। तेषां श्यामवर्णका मध्यभागा प्रच्छायप्रदेशा वर्ण्यन्ते। प्रच्छायप्रदेशान् परितः किञ्चिद् ह्रपत् श्यामला उपच्छायप्रदेशा वर्तन्ते। प्रायः कतिपयानां प्रच्छायप्रदेशानामेवोपच्छाया दृश्यते। यदा कदाप्युपच्छाया परितो बल्याकारप्रदेशा अवलोक्यन्ते, ये प्रकाशमण्डलादप्युज्ज्वलतराः। अनेदमवधार्यते यदेतानि लाञ्छनानि प्रकाशमण्डलभूमिकाया श्यामलानि दृश्यन्ते, वस्तुतस्तान्यधोधिसुप्तनिम्नप्रकाशसाधनेभ्योऽप्यधिकगुणानि प्रकाशमानानि च सन्ति।

लाञ्छनानि क्षणिकायन्ते। कतिपयानां जीवनं केवलं द्विनदिनानि, कतिपयानामेकमासं मासद्वयं वा (अर्थात् तान्येकवारं द्विवारं वा पूर्णपरिक्रमणं कुर्वन्ति), परन्तु प्रायस्तेषां जीवन

त्रिचतुर्मासाधिकं न। लोपक्रमस्तु—प्रथममग्रचारिविशाललाञ्छन-पश्चचारिविशाललाञ्छन-मध्यमतिलघुलाञ्छनानि, ततः पश्चचारिविशाललाञ्छनभञ्जनितलघुलाञ्छनानि, ततोऽन्ते अग्रचारिविशाललाञ्छनमित्येवं लुप्यन्ते। लाञ्छनानि शीघ्रगत्या वर्धन्ते, मन्दगत्या च लुप्यन्ते।

५·३१३ सूर्यलाञ्छनचक्रम्

कस्मिंश्चिद् वर्षे लाञ्छनानां संख्या त्वेतावत्यधिका भवति यत् सर्वदा सूर्यप्रकाशमण्डले नैके लाञ्छनसमूहा दृश्यन्ते, कस्मिंश्चिद् वर्षे चैतावत्यल्पा भवति यत् कतिपयानि दिवसान्येकमपि लाञ्छनमदर्शयित्वा व्यतीतानि भवन्ति। विज्ञानविद्भिरेषा यावती गणना कृता, तया च क्रम एको लब्धः—प्रायः ११.२ वर्षानन्तरं लाञ्छनानां सर्वाधिका बहुलता दृश्यते। इदं सूर्यलाञ्छनचक्रं कथ्यते। निम्न दीयते सूर्यलाञ्छनसंख्यायाः रेखाचित्रं येन सूर्यलाञ्छनचक्रस्य सत्ता समर्थ्यते—



सूर्यलाञ्छनचक्रम्

रेखाचित्रम् ३ वार्षिकसूर्यलाञ्छनसंख्यायाः रेखाचित्रम्

५·३१४ सूर्यलाञ्छनस्य वर्णच्छत्रम्

सूर्यलाञ्छनस्य वर्णच्छत्रं सूर्यवर्णच्छत्राद् भिन्नं दृश्यते। वर्णच्छत्रविश्लेषणेन निष्कर्षद्वयं लभ्यते—(१) सूर्यलाञ्छनानां तापक्रमः प्रकाशमण्डलतापक्रमाद् निम्नः। ४३००°K-पर्यन्तं एषां तापः। (२) सूर्यलाञ्छनेषु चुम्बकीयक्षेत्राणि वर्तन्ते।

५·३१५ सूर्यलाञ्छनानां चुम्बकीयक्षेत्रवत्त्वम्

'जीमन'महोदयेन वर्णच्छत्राणां परीक्षणेन ज्ञातं यत् सबलचुम्बकीयक्षेत्रोल्लङ्घयितृप्रकाशकिरणानां वर्णच्छत्रे रेखा द्विधा त्रिधा वा भिन्ना भवन्ति, अर्थाद् ऊर्ध्वाधरलम्बासु रेखासु

दन्तुरत्वमायाति । रेखाणा दन्तुरत्वस्य गणनया चुम्बकीयक्षेत्रस्य व्यवस्था ज्ञायते । सूर्यविषुवरेखा



'जीमन' रेखादन्तुरत्वम्

वर्तिसूर्यलाञ्छनाना वर्णच्छटेषु दन्तुरत्वमीदृशं दृश्यते, अत एव सूर्यलाञ्छनाना चुम्बकीयक्षेत्रवत्त्व सिध्यते (उपरि दत्त वर्णच्छटस्य फोटोचित्र द्रष्टव्यम्) ।

सूर्यलाञ्छनाना चुम्बकीयक्षेत्रवत्त्वं निम्नलिखिततथ्यैरपि सिध्यते—

(१) सूर्यलाञ्छनदर्शने सह पार्थिवचुम्बकीयविक्षोभा दृश्यन्ते । सूर्यलाञ्छनाना दर्शनेन सह पार्थिवचुम्बकीयविक्षोभाणा सम्बन्धो 'माउण्डर'महोदयेन सुस्थापित ।

(अ) यदि सूर्यलाञ्छनाना सख्या विपुला, विक्षोभाणा सख्यापि विपुला, यदल्पा तर्हि विक्षोभाणा सख्याप्यल्पा ।

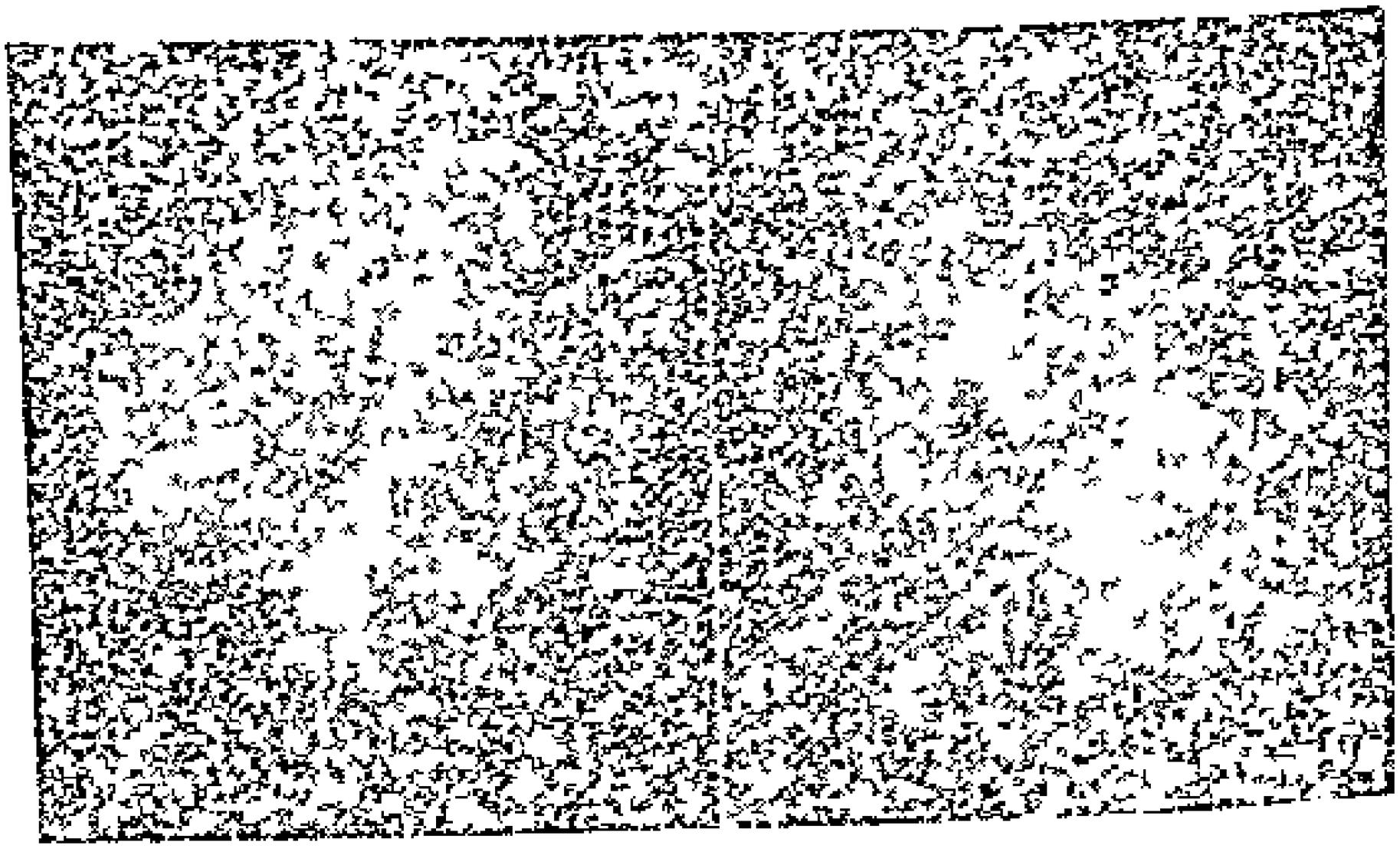
(आ) पार्थिवविक्षोभाणामावृत्तिकाल २७ ३ दिनानि, सूर्यलाञ्छनानामपि युतिकाल २७ ३ दिनानि ।

(इ) सूर्यलाञ्छनस्य प्रथमदर्शनस्य २० होरानन्तर विक्षोभा भवन्ति । अत एव सूर्याद् विक्षोभजनिता सूर्यलाञ्छनसोदरा विद्युत्कणा अनन्ताकाशमुल्लङ्घ्य भूवायुमण्डल २० होराया प्राप्नुवन्तीति प्रतीयते ।

(ई) चुम्बकीयविक्षोभा अधिकतर वसन्तसम्पाते शारदसम्पाते च भवन्ति, वसन्तसम्पाते शरत्सम्पाते च पृथिव्या लम्बसूत्रे सूर्यस्य विषुवरेखावर्तिप्रदेशा सन्ति (द्रष्टव्य §—१ २३ तमे दत्त चित्रम्), तत्र च सूर्यलाञ्छनेषु चुम्बकक्षेत्राणि लम्बन्ते ।

(२) सूर्यलाञ्छनदर्शनसमकाले आयनमण्डले परिवर्तनानि दृश्यन्ते । § २ ५१ तमे व्याख्यातं यत् पृथिव्या वायुमण्डलस्योच्चतमं स्तरं आयनमण्डलमस्ति । आयनमण्डलस्यापि द्वौ स्तरौ—L स्तर, F-स्तरश्च । L स्तरस्योच्छ्रय ६० क्रोशार्धमित । अत्र आक्सीजन वाष्पस्य व्यूहाणवो भिन्ना भवन्ति (अर्थात्तेषा विद्युत्कणा आयनाश्च स्वच्छन्दा भवन्ति), F-स्तरस्योच्छ्रय १३० क्रोशार्धमित, अत्र आक्सीजनवाष्पस्य परमाणवो नाइट्रोजनवाष्पस्य व्यूहाणवश्च भिन्ना भवन्ति । उच्चतरक्षेत्रदेर्घ्यवन्तो रेडियोतरङ्गा २०० क्रोशार्धोच्छ्रयात् ३०० क्रोशार्धोच्छ्रयाद्वा प्रत्यावर्तन्ते । सूर्यलाञ्छनदर्शनेन सहायनमण्डले घनत्ववृद्धिर्दृश्यते, घनत्व वृद्धया रेडियोतरङ्गा हतोच्छ्रय न गच्छन्ति, निम्नोच्छ्रयादेव परावर्तनाद् भूमण्डले सुदूर न गच्छन्ति, दूरवर्तिरेडियोयन्त्रेषु ध्वनिविपोऽभवता आयान्ति ।

(३) उत्तरीयध्रुवसमीपवर्तिदेशेषु 'अरोरा' (ध्रुवप्रकाश.) दृश्यते । ध्रुवप्रकाशदर्शनमपि सूर्यग्रच्छनसमयलिखितमेव । ध्रुवप्रकाश आकाशे रात्रौ दृष्टः प्रकाशविशेष. । अयञ्चाकाशे नृत्यन् नवानि रूपाणि च धारयन् दर्शनेऽद्भुतो भवति ।। अधो दीयेते द्वे फोटोचित्रे ध्रुवप्रकाशस्य)—



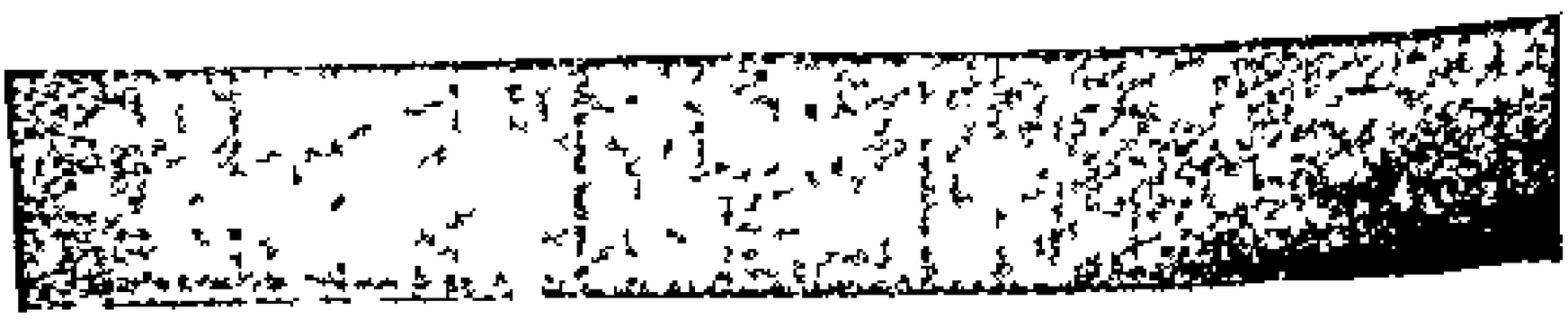
ध्रुवप्रकाशचित्रे

५.३२ वर्णमण्डलम्

सूर्यस्य प्रकाशमण्डलं सूर्यपृष्ठं सूर्यतलं वापि कथ्यते । अस्योपरि पारदर्शकवाष्पाणि सूर्यं वायुमण्डलरूपेण तिष्ठन्ति, अस्माच्चाधो नास्मद्दृष्टिं प्रविशति । अस्योपरि प्रत्यादर्शकस्तरो विद्यते, प्रत्यादर्शकस्तरस्योपरि च वर्णमण्डलं विद्यते, यस्योपस्थिते सूर्यस्य रक्तवर्णशोभना ज्वालाशिखराणि दृश्यन्ते ।

५.३२१ वर्णच्छत्रं सूर्यस्य

सर्वप्रथमं १६९५ खिस्ताब्दे न्यूटनमहोदयेन निपाटंमध्यगतसूर्यकिरणानामिन्द्रधनुवद् वर्णच्छत्रमदृश्यत । ततः शतत्रयानन्तरं १८०२—तमे खिस्ताब्दे 'वुल्स्टन'महोदयेन दृष्टं यद् यदि किरणा एक सङ्कीर्णबिलमतीत्य निपाटंमुल्लङ्घयन्ति तर्हि सौरवर्णच्छत्रे वर्णमण्डलाधो श्यामरेखा दृश्यन्ते । परन्तु सर्वप्रथममासां रेखाणां नामकरणं स्थानादिनिर्णयञ्च 'फ्राउनहौफर' महोदय एव वृतवान् । एता रेखास्तन्नामानुसार 'फ्राउनहौफर रेखा.' कथ्यन्ते ।



फ्राउनहौफर रेखा

एता रेखाः सूर्यवायुमण्डलवर्तिनाम्नामुपस्थितेर्भवन्तीति हेतुः 'फ्राउनहौफर'महोदयस्याशात आसीत्। एव निम्नलिखिताः प्रथमस्तम्भस्च द्वितीयस्तम्भस्च 'फ्राउनहौफर'महोदयेन



सूर्यवर्णच्छत्रम्

दत्तौ, तृतीयश्चतुर्थश्चाधुनिकविज्ञानविदामेव कर्म। तृतीयस्तम्भे रेखाणा तरङ्गदैर्घ्यं दत्तम्, चतुर्थ च रेखाणा हेतुः।

फ्राउनहौफर वर्णम्	तरङ्गदैर्घ्यम्[1]	स्वरूपम्	अभिज्ञानम्
A	७५९४	मेखला	वायुमण्डले आक्सीजनम्
a	७२६०	मेखला	वायुमण्डले जलीयवाष्पम्
B	६८६७	मेखला	वायुमण्डले आक्सीजनम्
C	६५६३	रक्तवर्णं रेखा	सूर्यस्थहाइड्रोजनम् (H α)
D	५८९३	पीतवर्णं द्विकरेखाः	सूर्यस्थसोडियमम्
E	५२७०	नैका घना रेखाः	लौहं कैल्शियमञ्च
b	५१८४	हरिद्वर्णं रेखाः	मैग्नेशियमम्
F	४८६१	नीलहरिद्वर्णं रेखा	सूर्यस्थहाइड्रोजनम् (H β)
G	४३०८	नील-नीललोहिते रेखाः	कार्बन हाइड्रोजनयौगिकाः
H	३९६९	नीललोहिते रेखा	कैल्शियमम् (आयर्णीकृतम्)
K	३९३४	,, ,,	,, ,,

५·३२२ सूर्यस्य रासायनिकतत्त्वानि

रसायनशास्त्रे ९६ सख्याकानि तत्त्वानि प्रसिद्धानि। एषा ६१ सख्याकानि सूर्ये निर्विवादतया अभिज्ञातानि, पञ्चानामुपस्थितिश्च सम्भवा वर्तते। तथापि परीक्षणविधेः परिष्कारेण सर्वाणि तत्त्वानि सूर्ये द्रक्ष्यन्त इति सम्भवमेव।

५·३२३ सूर्यरश्मिविश्लेषकयन्त्रम्

सूर्यपृष्ठे कानि कानि तत्त्वानि, कियन्मात्रया च वर्तन्त इति निश्चयः सूर्यरश्मिविश्लेषकयन्त्रेण क्रियते। दूरदर्शकयन्त्रसूर्यबिम्बस्यभौष्टा. किरणाः सङ्कीर्णविवरमनीत्य त्रिपार्श्वमुल्लङ्घ्य

---

1. तरङ्गदैर्घ्यमतिसूक्ष्ममापकेन माप्यते। प्रमापकस्यास्य नाम 'ऐंग्स्ट्राम' अस्ति। ऐंग्स्ट्राम. $\frac{१}{१०००००००००}$ सेन्टीमीटरसमः।

चैकस्मिन् पट्टे पतति। तस्मिन्नेव पट्टे युगपत् सूर्यवर्णच्छनस्य इष्टतत्त्वस्य रेखाश्चापि सङ्कीर्णं भिन्नमुल्लिखन्ति पतन्ति। एवं तत्त्वविशेषस्य प्रकाशकिरणेषु सूर्यस्य फोटोचित्रं गृह्यते। अत्र नील-लोहितोत्तरवर्णस्य कैल्शियम (K) रेखा, रक्तवर्णस्य हाइड्रोजनरेखा (H α) वा प्रायः प्रयुज्यते।

सूर्यरश्मिविश्लेषगृहीतफोटोचित्रे वर्णमण्डले श्वेतचिह्नानि श्यामचिह्नानि च दृश्यन्ते। एतानि चिह्नानि आल्भाषाया flocculi नाम्ना प्रसिद्धानि। उष्णतरवाष्पाणां पिण्डाः श्वेतचिह्नैः, शीततरवाष्पाणां पिण्डाश्च श्यामचिह्नैः फोटोचित्रे प्रदर्शिता भवन्ति। 'कैल्शियम'चिह्नानि प्रायः उच्चतरानि वर्णमण्डलस्य समीपे दृश्यन्ते। अधः कैल्शियमरेखायां गृहीतं सूर्यस्य फोटोचित्रम्, एवं साधारणं फोटोचित्रं चेयुभे दत्ते।

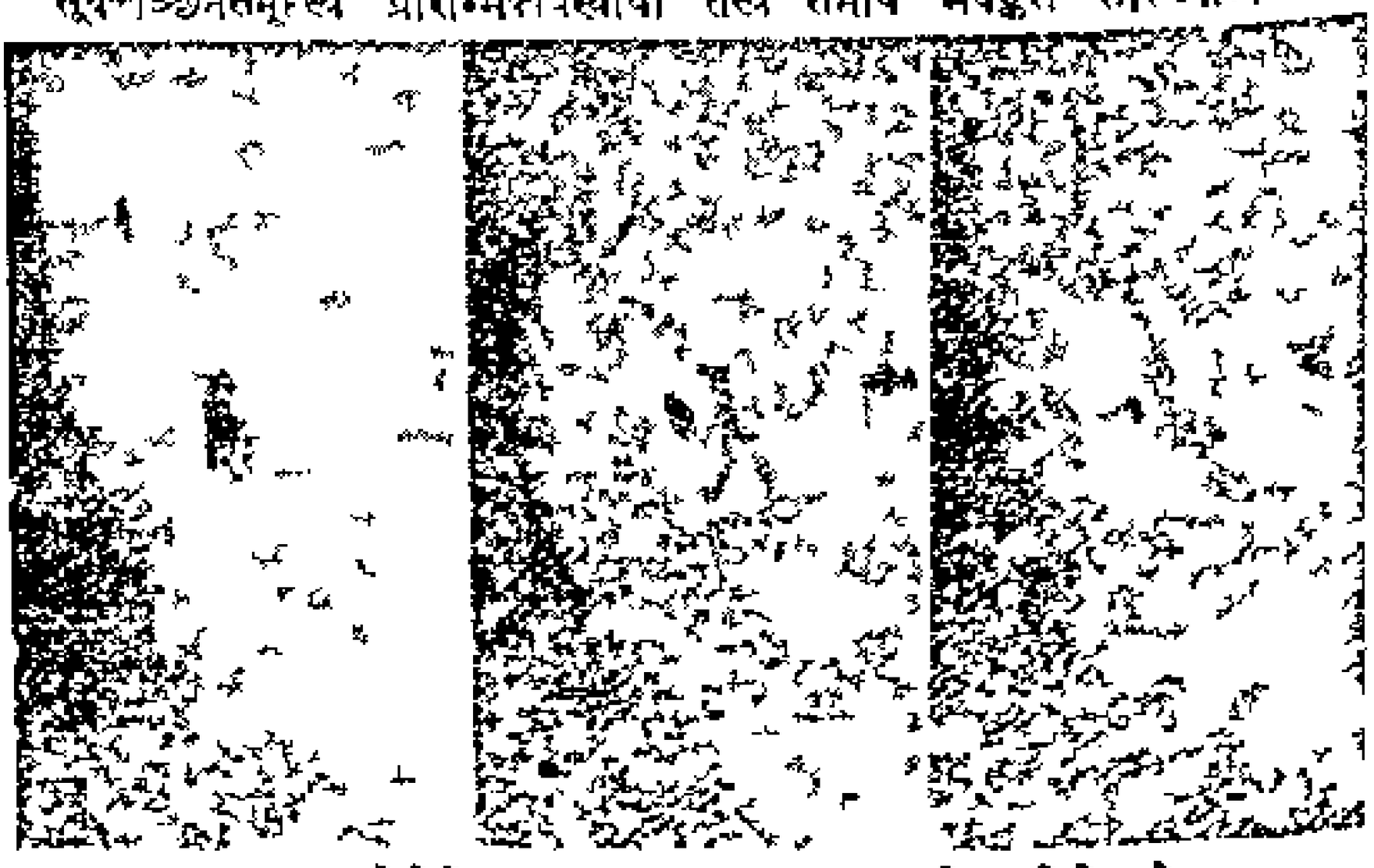


रश्मिविश्लेषगृहीतचित्रम् साधारणफोटोचित्रम्

[माउण्टविल्सन वेधशाला]

३५४ सौरलोलज्वाला

सूर्यवर्णच्छनसमूहस्य प्रारम्भिकावस्थायां तस्य समीपे भयङ्कराः लोलज्वालाः दृश्यन्ते।



साधारणफोटोचित्रम् हाइड्रोजनफोटोचित्रे

सूर्यरश्मिविश्लेषकयुक्तदूरदर्शके एता वर्णमण्डलेऽन्तर्मुज्ज्वला प्रदेशा प्रतीयन्ते। एता अकस्मात् सरभसमुत्पतन्ति, होरेक्काले च शान्ता भवन्ति। लाल्यालास्तीव्रान् नीलपीतोत्तरकिरणान् विकिरन्ति, एते किरणाश्च ५३१५ तमप्रत्युच्छदे वर्णितान् रेडियोविघ्नादीन् कुर्वन्ति।

५३२५ सूर्योन्नतज्वालाशिलराणि

हाइड्रोजनसूर्यरश्मिविश्लेषकगृहीतरोचिषे प्राय श्यामवर्णानि दीर्घाणि चिह्नानि



सूर्योन्नतज्वालाशिलरम् (१)

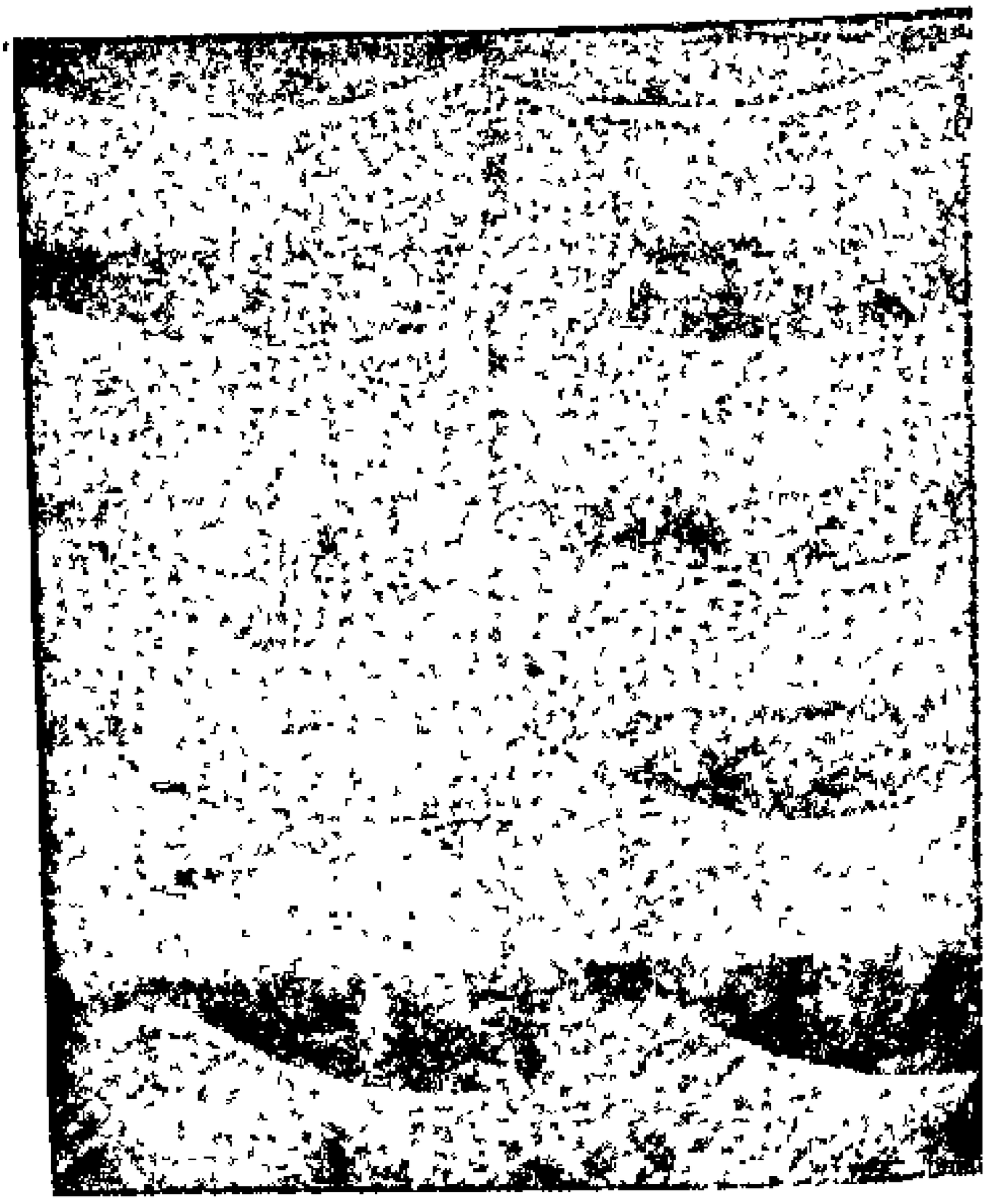


सूर्योन्नतज्वालाशिलम् (२)

दृश्यन्ते, यानि सूर्यसाक्षभ्रमणात् सूर्यस्य सामीप्यं प्राप्याकाशस्य भूमिकायामुज्वलानि सन्ति। एतानि सूर्योन्नतज्वालाशिखराणि कथ्यन्ते। एतानि शोणितवर्णकानि पूर्णसूर्यमण्डलेऽतिसुन्दरं प्रतीयन्ते। [अधुना 'कोरोना-माफ'यन्त्रेणान्यदापि दृश्यन्ते (यन्त्रस्य विवरणार्थं द्रष्टव्यः §)] एषां फोटोचित्रद्वयं १०७ पृष्ठे द्रष्टव्यम्।

एषां विविधा भेदाः, विविधानि रूपाणि च दृश्यन्ते। 'माउण्टविल्सन'वेधशालाया-मेतानि षड्वर्गेषु स्थापितानि—

(१) सक्रियाणि सूर्योन्नतज्वालाशिखराणि सामान्यतया दृश्यन्ते।
(२) उत्क्षेपात्मकानि ,, विरलतया दृश्यन्ते।
(३) सूर्यच्छन्नविषयकाणि ,, सूर्यच्छन्नेन सम्बद्धानि सन्ति।



सूर्योन्नतज्वालाशिखराणि

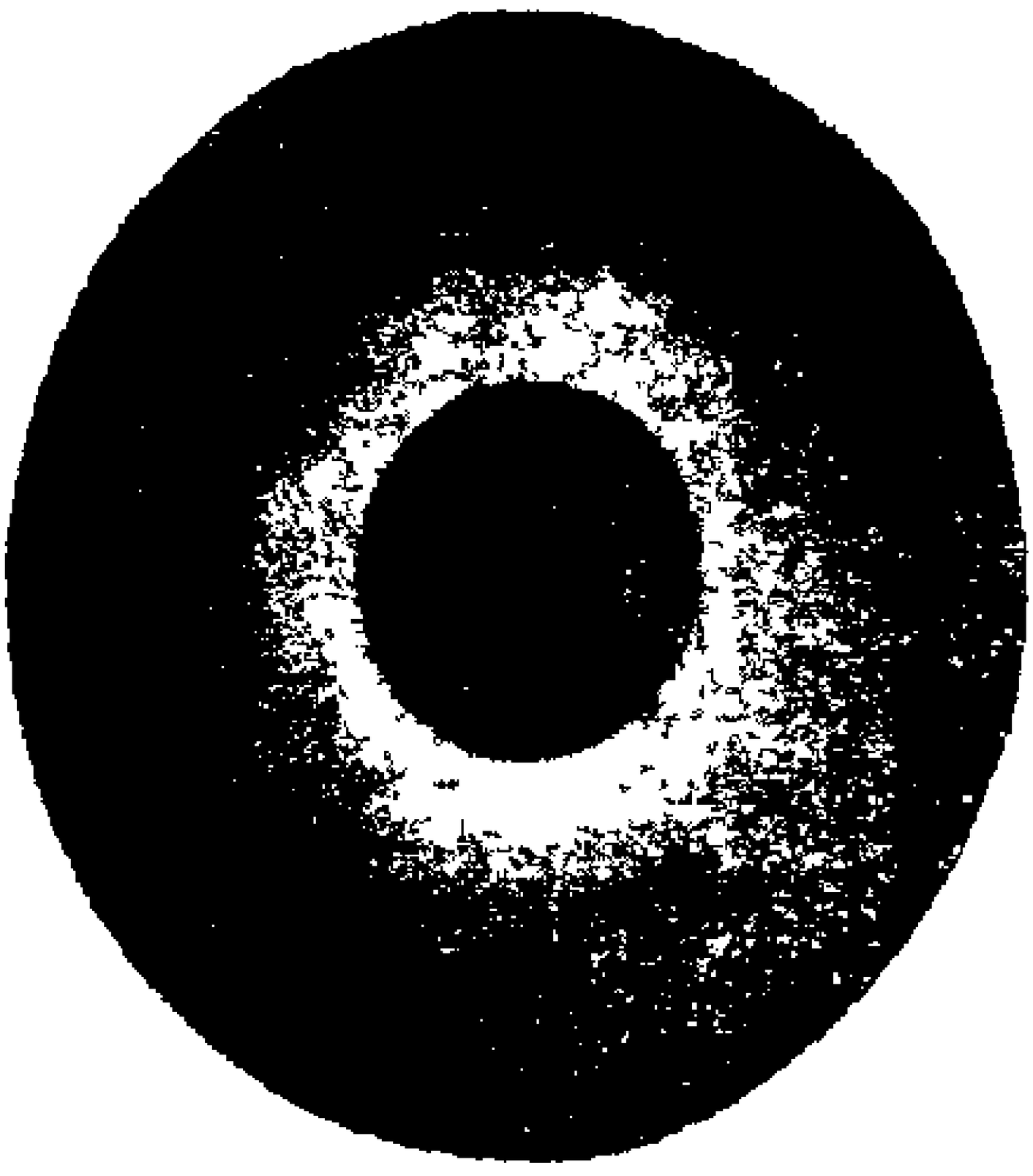
[अनुवर्तिष्यते]

(४) घूर्णमभञ्जनानि ,, घूर्णमानस्तम्भा इव दृश्यन्ते ।
(५) निष्क्रियाणि ,, पूर्णतया शान्तानि दृश्यन्ते ।
(६) प्रभामण्डलीयानि ,, क्षणिकानि प्रभामण्डले दृश्यन्ते ।

५·३३ प्रभामण्डलम्

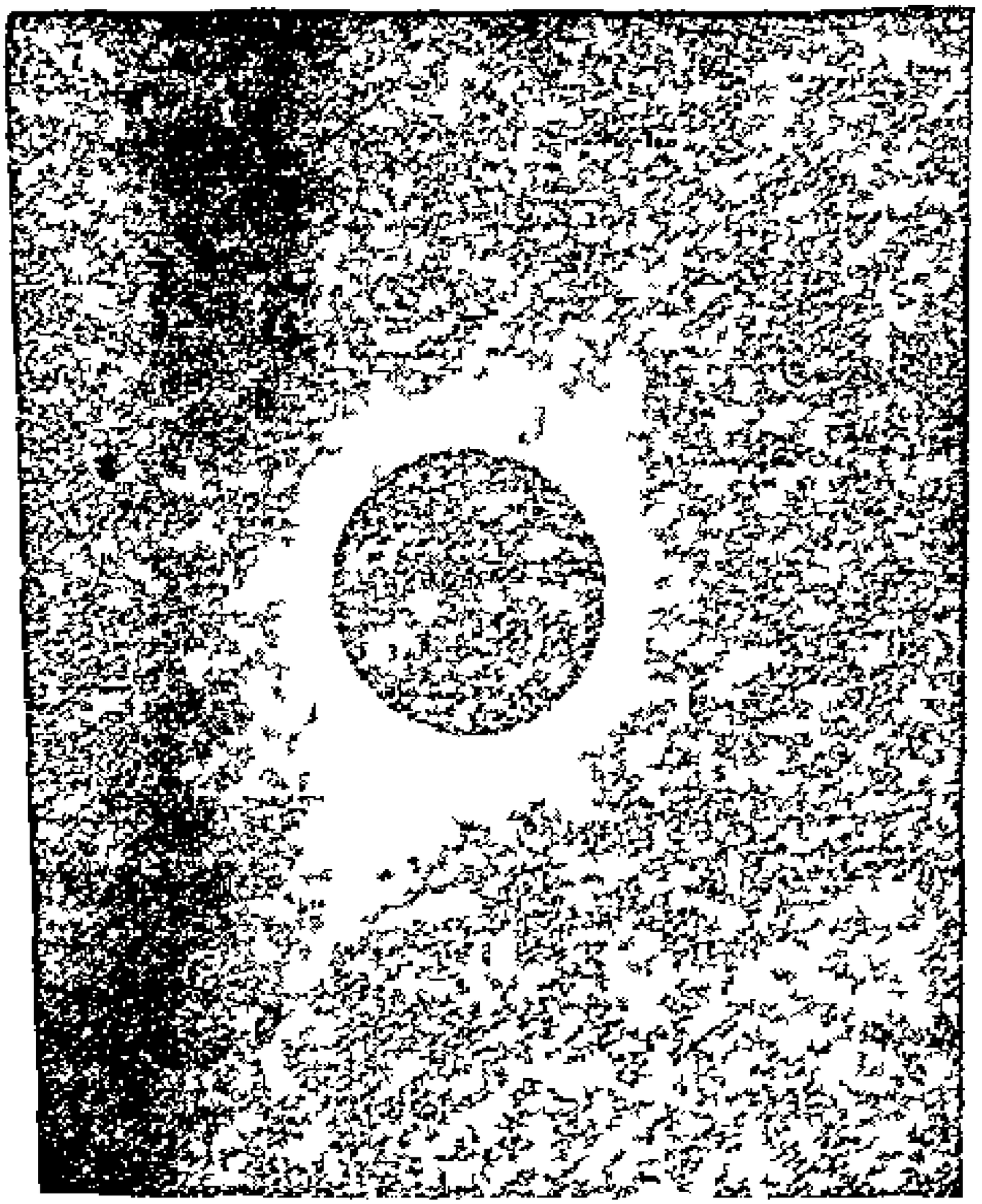
सूर्यस्य बाह्यतममतिरिक्तमावरणं प्रभामण्डलं कथ्यते । अस्य सूर्यपृष्ठादुच्छ्रयः कतिपय-लक्षक्रोशमितः, तथाप्यल्पप्रकाशत्वाद् दर्शनमस्य दुर्लभम् । प्रकाशोऽस्य पूर्णचन्द्रप्रकाशादपि न्यूनः, अत एव सूर्यग्रहणे सदैवाद्दश्यो वर्तते । कोरं पूर्णसूर्यग्रहणे (कोरोनाग्रफयन्त्रेण तत्रत्यदापि) स्वसौन्दर्यं विवृणोति । अस्यान्तर्भागः पीतवर्णः, बहिर्भागश्च मुक्तावत् शुक्लः ।

प्रभामण्डलस्य बहिर्भागः सूर्यग्रहणस्य एकादशवर्षीयचक्रे विभिन्नरूपाणि प्रदर्शयति ।



यदा सूर्यस्थानां संख्या महत्तमा वर्तते तदा कमलदलमण्डलवद् दृश्यते (इदं लण्डनस्थ पौटोचित्रम्) ।

परन्तु सूर्यग्रहणानां भास्मरत्वमाकाले प्रथमस्पर्शयोर्दृश्यमाना निम्न, मध्यग्रासेषु च केतुवदिति सूत्रं भवति (द्रष्टव्यमत्र स्थापितं कार्योचितम्)।



५४ सूर्यस्य प्रकाशस्तापश्च

५४१ प्रकाशशक्तिविज्ञानम्

सूर्यस्य भास्मरत्वकोटिः (§ ५)—२६ ७२—मिता। अर्थात् प्रथमकोटिकस्य तत्रभास्मरत्वापेक्षया १,२२,१८,००,००,००० गुणमस्य भास्मरत्वम्। अयं २,००,००० पूर्णचन्द्रवत्, ५००,००० गुणवच्चामावि। सूर्यस्य प्रत्येकस्माद् वर्गसेन्टीमीटरमितक्षेत्रात् ०,००० २५ शिलाना प्रकाश इव प्रकाशो निस्सरति।

५.४२ तापविकिरणम्

सूर्यः सततं महाकाशे तापं विकिरति। अस्य विकीर्णतापस्य लघुभाग एव पृथिव्या ग्रहैर्वा गृह्यते, शेषभागो महाकाशे विलीयते। पृथिव्यागतभागस्यापि भूयिष्ठांशो वायुमण्डलेन शोष्यते, अल्पभाग एव भूपृष्ठमागच्छति, तथापि तयं सूर्यतापस्य प्रखरत्वं ग्रीष्मे मृगमनुभवामः। अस्य भूपृष्ठागततापस्य मानानिर्धारणमतिदुष्करम्। तापमात्रागणनार्थं सौरस्थिराङ्को निश्चीयते।

५.४२१ सौरस्थिराङ्कः

सौरस्थिराङ्कः सूर्यतापस्य सा मात्रा ('कैलोरी' प्रमापकेन) या वर्गसेंटीमीटरमितभू-पृष्ठभागेन मिनटैकाले लभ्यते; यदि (१) सूर्यकिरणा ऋजुतया पतेयुः, (२) वायुमण्डलं न विद्येत, (३) पृथिवी च सूर्याद् मध्यमदूरत्वे स्यात्। स्थिराङ्कनिर्णये त्रिविधे द्वे प्रक्रिये—प्रथमया वर्गसेंटीमीटरमितभूपृष्ठभागलब्धतापमात्रा माप्यते, द्वितीयया च वायुमण्डलकृततापशोषणं माप्यते।

प्रथमा प्रक्रियेयम्—दृश्यन्ते कतिपये पदार्थाः, ये तापं पूर्णतया शोषयन्ति। तापशोषणाच्चैषु तापो जायते, स च तापमापकयन्त्रेण माप्यते, अनेन च तापविकिरणमात्रा निश्चीयते। अत्र 'पिरहेलियोमीटर'नामक यन्त्रं विशेषतया तापविकिरणमात्रामापने समर्थं रचितं ज्योतिर्विद्भिः।

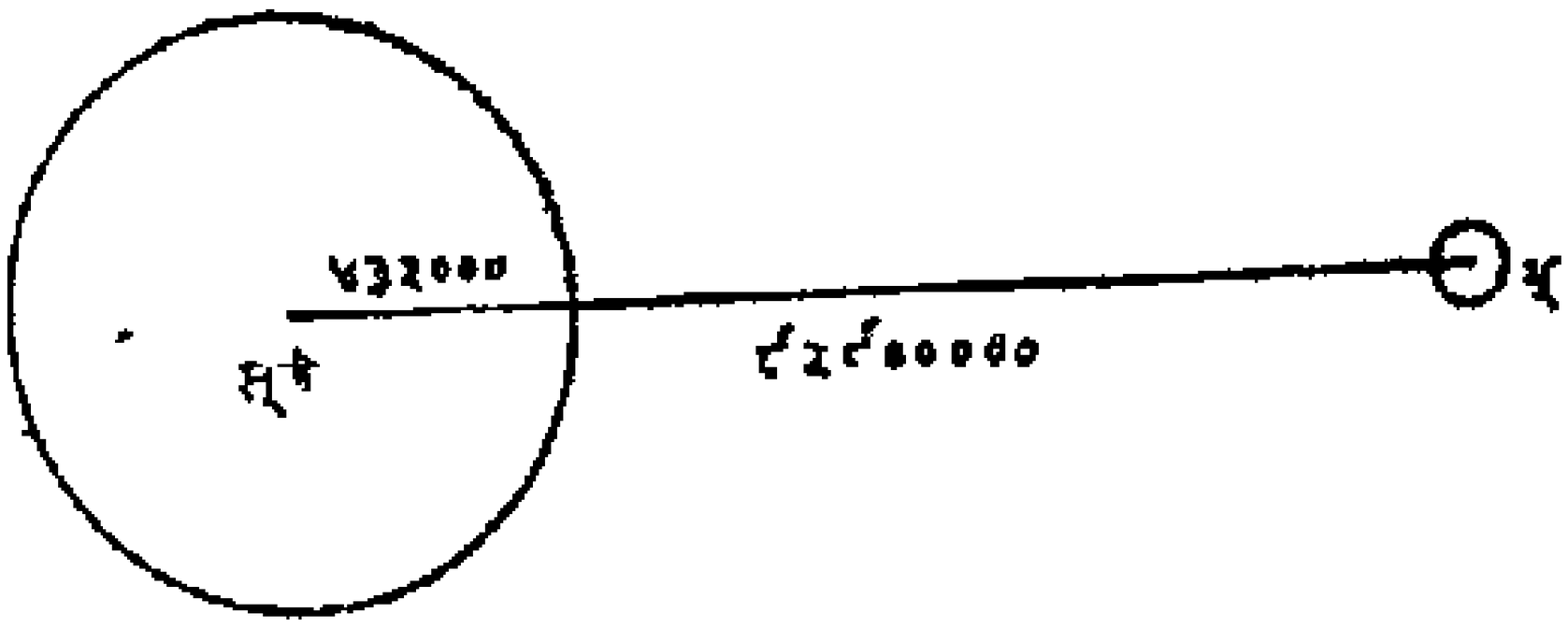
द्वितीया प्रक्रियेयम्—तापमात्रा दिवसस्य विभिन्नकाले माप्यते। वायुमण्डलोल्लङ्घन-सूर्योदये सूर्यास्ते च सर्वाधिकम्, मध्याह्ने चाल्पतमम्; अत एव विभिन्नकालीन-लब्धतापमात्रा गण-नया तुलनात्मकविधिना वायुमण्डलोल्लङ्घनजनिततापशोषणं स्पष्टीभवति। अत्र 'ऐंग्ली'महोद-येन सर्वाविरलसूक्ष्मतया परीक्षणानि कृतानि; विशेषतः स्वरचितेन 'स्पेक्ट्रोबोलोमीटर'यन्त्रे-१४,८८७ स्टिोच्छ्रयशालि 'माउण्ट व्हिटनी'पर्वतशृङ्गे वायुमण्डलकृततापशोषणनिश्चयं निहितः।

एवं द्वाभ्यां प्रक्रियाभ्यां निर्णीतः सौरस्थिराङ्कः १·९३ 'कैलोरी'मितो लभ्यते।

५.४२२ सूर्ये तापविकिरणमात्रा

सूर्यकेन्द्राद् भूकेन्द्रस्य दूरत्वं ९,२९,००,००० कोशार्धानि। भूपृष्ठे यदि वर्गसेंटी-मीटरमितक्षेत्रे प्रतिमिनटं १·९३ 'कैलोरी' मितलाभः, तर्हि सूर्यस्थे वर्गसेंटीमीटरमितभाग प्रतिमिनटं कियानिति सरलनैव लभ्यते।

सूर्यस्य व्यासार्धः ४,३२,००० क्रोशार्धमित, अत एव सूर्यपृष्ठस्य सूर्यकेन्द्राद् दूरत्वं



४ ३२,००० क्रोशार्धानि । सूर्यकेन्द्रात् पृथिवीपृष्ठस्य दूरत्वं प्रायः ९,२९,००,००० क्रोशार्धानि । अतश्च पृष्ठविस्तारो व्यासार्धवर्गापेक्षो, अत एव

$$\frac{\text{क}}{\text{एक सेन्टीमीटरम्}} = \frac{(\text{अ}_१)^२}{(\text{अ}_२)^२}$$

अर्थात् $$\text{क} = \frac{(४३२०००)^२}{(९३००००००)^२}$$

$$= \frac{१}{४६०००} \quad \text{(आसन्नमान) वर्गसेंटीमीटराणि,}$$

यतः क वर्गसेंटीमीटर सूर्यपृष्ठे = १ वर्गसेंटीमीटर भूपृष्ठे

अत एव क वर्गसेंटीमीटरेषु सूर्यपृष्ठे तापः = भूपृष्ठस्य वर्गसेंटीमीटरे तापप्रभावः

= १ १३ कैलोरीमित

अतएव १ वर्ग सेंटीमीटरे सूर्यपृष्ठे ताप = $\frac{१००१३}{\text{क}}$ कैलोरीमित

= १·१३ × ४६०००

= ८·००० 'कैलोरी'मित प्रतिमिनटम्

= १ अश्वबलप्रभावः

एवं सम्पूर्णात् सूर्यपृष्ठात् प्रतिसेकण्डं १ × १०^२७ अश्वबलप्रभावः निर्गच्छति । अस्य महातापविकिरणस्य केवल $\frac{१}{२,२०,००,००,०००}$ अंशो भूपृष्ठेन लभ्यते, तथापि लभ्यांशेन २०,००,००० अश्वबलशक्तिसम प्रतिवर्षमोदार्थं प्राप्यते । अस्याः सूर्यशक्तेर्निरवच्छिन्न

विज्ञानविद्भिरनेके प्रयत्नाः कृताः, परन्तु केवलं लघुसूर्यसञ्चालनमेव सूर्यतापचक्रत्वा अद्यपर्यन्तं कृतम्।[1]

५.४३ सूर्यस्य तापक्रमः

तापविकिरणनियमैः पदार्थस्य तापविकिरणं लब्ध्वा तापक्रमस्य मापनं नातिदुष्करम्। नियमानां विवरणबोधाय भौतिकशास्त्रस्य पर्याप्तं ज्ञानस्यापेक्षा वर्तते, तथापि किञ्चिन्मात्रं प्रदर्श्यते—

(१) स्टेफेन नियमः। अत्र सूत्रं निम्नलिखितमस्ति—

$$\text{तापशक्तिः} = ५.६७२ \times १०^{-५} \times (\text{तापक्रमः})^{४}$$

[तापक्रमो निरपेक्षमापके]

अनेन यदि पदार्थस्य तापक्रमो द्विगुणीभवति, तापशक्तिश्च १६ गुणिता भवति।

(२) वीन-नियमः। यदि महत्तमतापविकिरणे तरङ्गदैर्घ्यं y अस्ति, तर्हि

$$y = \frac{०.२८९७}{\text{तापक्रमः (निरपेक्षमापके)}}$$

(३) प्लेन्क-नियमः। अत्र कस्मिंश्चिदपि तापक्रमे, कस्मिंश्चिदपि च तरङ्गदैर्घ्ये तापविकिरणमापनं शक्यम्। (सूत्रमतिदुर्बोधत्वादत्र न दत्तम्)

सूर्यनापक्रम एभिर्नियमैर्माप्यते। स्टेफेन नियमेन ५९८०° K° मितः, वीननियमेन ६१००° K-मितः, प्लेन्कनियमेन च ६००° K-मितोऽस्ति। तापक्रमोऽयं बिम्बमध्यभागे लभ्यते, परन्तु विभिन्नभागेषु विभिन्नास्तापक्रमा लभ्यन्ते (सूर्यस्य मध्यमानं ५७५०° K-मितमस्ति)। वर्णमण्डलस्य निम्नभागे ४५००° K मितः, प्रभामण्डले ३००० K-मितः, सूर्यकलङ्कानां प्रच्छायभागे च ४६०० K मितः तापक्रमा भवन्ति। सूर्यकेन्द्रस्य तापक्रमो महत्तमः २०,००,०००° K-मितः।

५.४४ तापविकिरणस्य समस्या

सूर्यः कोटिशतकाल्याः प्रतिसेकिण्डं ५×१०२३ अश्वबलसमशक्तिं विकिरति, अत एव प्रश्नोऽयं स्वाभाविको यत् कुतः स लभते शक्तिम्! अत्र द्वे मते प्रश्नस्यास्योत्तरं दत्तः—

(१) परमाणूनां गर्भे महती शक्तिर्निहितास्ति। 'आइन्स्टीन'मन्त्रेणाल्पमात्रायाम्, परमाणु'धर्म'पातेन चात्यधिकमात्रायामीदृशी शक्तिर्लभ्यते। परन्तु सूर्यस्थे तापाधिक्यात्

---

१. द्रष्टव्या 'धर्मयुग'नामपत्रिका १९५९ तमे खिस्ताब्दे ४ फरवरीमासस्य, यत्र नैकानि चित्राणि दृश्यानि सूर्यतापनियन्त्रणस्य।

२. li-चिह्नं निरपेक्षतापमापकविधौ स्वाध्यते। निरपेक्षतारतमापकक्लप्तप्रमापक्रमे २७३° संयुक्ते सेन्टीग्रेडमानके तापक्रमो लभ्यते। यथा उदाहरणार्थं १२° li = १२ + २७३ = २८८° सेन्टीग्रेडम्।

निरन्तर परमाणुभङ्गा. स्वतो भवन्ति, अर्जीमिता च शक्तिः प्रतिसेकिण्ड निस्सरति। सूर्ये हाइड्रोजनत्राप्य पर्याप्तमात्रया लभ्यते। हाइड्रोजनपरमाणवो हेलियमपरमाणवो भवन्ति, अत्यधिकाञ्च शक्तिं जनयन्ति।[1]

(२) भौतिकशास्त्रे पिण्डमात्रा शक्तिश्च पर्यायवाचिनौ शब्दौ। अत एव शक्तिविकिरणात् पिण्डमात्राहानिरवश्यम्भाविनी। सापेक्षवादेन गण्यते यत् 'ग्राम'-एकमितपिण्डमात्राया हानेः २,२०,००,००,००,००,००० कैलोरीमितशक्तिर्निस्सरति। अनेन नियमेन प्रति सेकिण्ड ४,००,००,००,००० 'टन'मितपिण्डमात्राहानिर्भवति। अनुपातोऽयं दृश्यते भयावहः, परन्तु अनेनैवानुपातेन १०,००,००,००,००,००० वर्षेषु ७% पिण्डमात्रया हानिर्भवति।

षष्ठोऽध्यायः

ग्रहाः

(ग्रहविषयकसिद्धान्ताः)

['किमस्मदादिशिल्पेन सूर्यं परिभ्रमति, अन्येऽपि वा पिण्डाः' इति जिज्ञासयातिप्राचीन-ज्योतिर्विदस्तादृशान् पञ्च ग्रहानुः । तेषां लक्षणाद्यत्र सामान्यं वर्णनम् ।]

६.१ ग्रहनक्षत्रयोर्भेदः

निशायां यावदाकाशमवलोक्यते, तावत्तत्र नीलाम्बरे रत्नानीव नेत्रप्रकाशबिन्दवो दृश्यन्ते । प्राकृतजनैस्ते नक्षत्राणीत्युच्यन्ते, परन्तु न ते तथा । सर्वे प्रकाशबिन्दवो नक्षत्राणि न । नक्षत्राणां मध्ये ग्रहा अपि वर्तन्ते, ये सामान्यतया नक्षत्रपुञ्जानां मध्ये स्थानपरिवर्तनेन स्वग्रहत्वं सूचयन्ति । ज्योतिर्विद्भिरिमे भेदा ग्रहनक्षत्रयोः प्रोक्ताः—

(१) सर्वप्रथमन्तु ग्रहाश्चलाः प्रकाशबिन्दवः (ओल्गायाया ग्रहेभ्यो यः Planet शब्दः प्रयुज्यते, तस्य व्युत्पत्त्यर्थः 'चलः' एव), नक्षत्राणि चाचलानि । यत्र कोऽपि ग्रहो मेषराशौ दृश्यते, कालान्तरे स एव वृषराशौ भविष्यति, अर्थाद् ग्रहस्य विषुवांशाः क्रान्त्यंशाश्च चलाः । नक्षत्राणि तटैवैकस्मिन्नेव राशौ तिष्ठन्ति, तेषां विषुवांशाः क्रान्त्यंशाश्च स्थिराः ।

(२) नक्षत्राणि सूर्यं इव स्वतन्त्रपिण्डाः, तानि प्रायेण सूर्यसमानि सूर्याद् दीर्घतराणि वा । ग्रहाः सूर्यमण्डलस्यावयवरूपाः, सूर्याद् अल्पपरिमाणकाः, सूर्यांशेभ्यश्च; सूर्यं परितः परि-भ्रमणशीलत्वात् ।

(३) नक्षत्राणि निजौज्ज्वल्येन प्रकाशन्ते यान्ति, तानि सूर्यं इव प्रकाशन्ते वा । ग्रहाश्च चन्द्र इव प्रकाशहीनपिण्डाः । तेषामुपरि ये सूर्यांशवः पतन्ति, तै एव तान् अस्मान् प्रदर्शयन्ति ।

(४) ग्रहाणां प्रकाशः स्थिरौज्ज्वल्येन भाति, परन्तु नक्षत्राणि कम्पमानया प्रकाशन्ते ।

(५) दूरदर्शकयन्त्रेण ग्रहाणां निश्चिह्नमाकारबिम्बं दृश्यते, परन्तु नक्षत्राणि महति वर्धनशक्तिदूरदर्शकयन्त्रैरपि केवलं देदीप्यमानबिन्दव इव दृश्यन्ते ।

(६) नक्षत्राणि सूर्यं इव ज्वलनशीलपिण्डाः, ग्रहास्तु चन्द्र इव उष्णरश्मीनां अनिर्गोलाः (यानिगुरु प्रायेण हिममयाश्च) । तेषु यदालक्ष्यते तत्र कारणं सा रापसक्रिया, या सूर्यात् तैः प्राप्ता ।

६.२ ग्रहाणां संख्या

सौरपरिवारे सन्ति यद्यपीमे ग्रहाः, तेषामुपग्रहाः, धूमकेतवः उल्कापिण्डाश्च । एते सर्वे ग्रहा नूतनाः प्राचीनकालाः सर्वेऽतिलघवश्च । यूरोपदेशेषु प्राचीनकाले सप्तग्रहा एव ते

सप्तसङ्ख्याका आसन्। तदा 'भू स्थिरा' इति सर्वेषां सम्मतिरासीत्। अत एव सा ग्रहेभ्यो व्यतिरिक्तैव गणिता ज्योतिर्विद्भि । सूर्यचन्द्रौ तदा ग्रहाणां मध्ये गणितायास्ताम्। अन्ये च ग्रहा बुधशुक्रभौमगुरुशनय आसन्। भारतीयानामप्येतावदेव गणनासीत्।[1]

कापनिकसमहोदयेन भुव सूर्यमभितो भ्रमण प्रतिपादितम्, सूर्यश्च केन्द्रे स्थापित। ततो भुवो महत्त्व चन्द्रस्य च तस्योपग्रहत्व निश्चितम्। तदाप्रभृति बुधशुक्रभूभौमगुरुशनयो ग्रहा इति प्रसिद्धि.।

खिस्ताब्दे १७८१-तमे शनिरक्षाबहि स्थित एको नूतनग्रह उपलब्धो 'हर्शल'महोदयेन। तस्य नाम 'हर्शल' अथवा 'युरेनस' अस्ति। देवयाण्या वरुणनाम्नोपशातोऽयम्। तदनन्तर खिस्ताब्द १८४६-तमे 'लेविरिए'महोदयेन वरुणवक्षाबहि स्थितोऽन्यो ग्रहो दृष्ट, तस्य नाम च 'नेप्च्यून' कृतम्। नीर्वाणवाण्यामयमिन्द्रनाम्ना प्रसिद्ध। अचिरात्पूर्वमेव खिस्ताब्दे १९३० तमे 'लॉवेल'महोदयेन 'प्लूटो'ग्रह इन्द्रवक्षाया बहिरुपलब्ध, सस्कृतभाषाया स एव 'कुबेर'नाम्ना प्रथित। एवमधुना नवसङ्ख्याका ग्रहा—बुधशुक्रभूभौमगुरुशनि वरुणेन्द्रकुबेरा।

६ २१ ग्रहाणां सक्षिप्त सामान्यवर्णनम्

बुध—यदा कदा सान्ध्यालोके दृश्यते क्षितिजस्य समीपे प्रात काले पूर्वदिशि, सायकाले च पश्चिमदिशि।

शुक्र—अतिभासुरो ग्रहोऽय दिवापि कदाचिद् नेत्रगोचरतां याति। सामान्यतया प्रात काले पूर्वक्षितिजे, सायकालेऽपरक्षितिजे चालोक्यते।

भौम—रक्तवर्णेनोपलक्ष्यते। भुव समीपेऽतिभासुर।

गुरु—आकारे भारे च बृहत्तमो ग्रह, अतिभासुरश्च।

शनि—सुदूरवर्तित्वात् शनै शनैश्चरति।

वरुण—सुदूरत्वात् षष्ठकोटिकदर्शनयन्त्रमुरीकृत्य केवल तीक्ष्णदृष्टिकेन जनेन दृश्यते।

इन्द्रकुबेरौ—दूरदर्शकयन्त्रेणैव दर्शनीयतां भजेते।

६.३ ग्रहाणा वर्गीकरणम्

सन्ति नैके प्रयासा ज्योतिर्विदा ग्रहवर्गीकरणविषये। प्रमुखवर्गीकरणानि दीयन्तेऽत्र—

(१) लघुग्रहा, प्रधानग्रहाश्च। बुधशुक्रौ लघुग्रहौ, भौमगुरुशनिवरुणेन्द्रकुबेरा प्रधानग्रहा। लघुग्रहाणा कक्षा भूकक्षान्तर्गता, प्रधानग्रहाणा कक्षा च भूकक्षाबहिर्गता। अत एव लघुग्रहाणा दैनन्दिनी गति पृथिव्यपेक्षया शीघ्रा, प्रधानग्रहाणा मन्दा।

---

१ भारतीयफलितज्योतिर्विद्यायां यो नवग्रहाणामुल्लेखस्तस्मिन् सूर्यचन्द्रबुधशुक्रभौम गुरुशनय सराहुकेतुका सन्ति।

(२) अन्तर्ग्रहाः, बहिर्ग्रहाः । बुधशुक्रभौमा अन्तर्ग्रहाः, गुरुशनिवरुणेन्द्रकुबेरा बहिर्ग्रहाः । अन्तर्ग्रहा भुवो ऽर्धीयासः, बहिर्ग्रहाश्च गरीयासः । अन्तर्ग्रहा अवान्तरग्रहणमेकस्मिन् पक्षे, बहिर्ग्रहाश्चापरे पक्षे ।

(३) पार्थिवग्रहाः, मुख्यग्रहाः । बुधशुक्रभौमकुबेराः पार्थिवग्रहा भुवोऽल्पीयांसः, मुख्यग्रहा भुवो महीयांसः ।

६.३१ प्रमुखग्रहाणां परिक्रमणे सामान्यम्

यदि तिष्ठेत् कोऽपि जनः सौरपरिवारात् बहिः कस्मिन्नपि नक्षत्रे, पश्येत् स सौरपरिवारस्य प्रमुखग्रहाणां परिक्रमणे नियमविशेषान् ।

(१) तेषां कक्षाः प्रायेण वृत्ताकाराः । यद्यपि सर्वेषां ग्रहाणां कक्षा दीर्घवृत्ताकारा, तथापि तेषामुत्केन्द्रिताऽत्यल्पमिता, आकाराच्चात एव वृत्ताकाराः । केवलं कुबेरकक्षयोरुत्केन्द्रिता पर्याप्ता ।

(२) तेषां कक्षाः प्रायेणैकस्मिन्नेव तले, अर्थात् समतल एव सर्वे ग्रहा भ्रमन्ति । कुबेरं विहाय सर्वे यत्किंचन एव भ्रमन्ति, अर्थात् तेषां कक्षागमनमार्गाल्पमेव ।

(३) ते सर्वे पश्चिमतः पूर्वं भ्रमन्ति । पश्चिमतः पूर्वगमनमृजुगतिः कथ्यते ।

६.३२ ग्रहाणां सूर्याद् दूरत्वम्

सौरपरिवारस्य केन्द्रे सूर्यः सर्वेषां ग्रहाणां परिचालक इव तिष्ठति । सर्वे ग्रहा गुरुत्वाकर्षणरज्जुना सूर्यं परितो भ्रमन्ति भिन्नदूरत्वे । सूर्याद् ग्रहस्य दूरत्वे मन्दकर्णः कथ्यते । कक्षाया दीर्घवृत्ताकारत्वाद् मन्दकर्णो न सदा समः । सर्वमन्दकर्णानां मध्यमानं तस्य ग्रहस्य मध्यमकर्णं उच्यते । सामान्यदावल्या सूर्याद् मध्यमदूरत्वं मध्यमकर्णः ।

'बोडे'नियमः[1]

सूर्यस्य समीपतमो ग्रहो बुधः, तदनन्तरं शुक्रभूमौमगुरुशनिवरुणेन्द्रा उत्तरोत्तरं दूरतराः, कुबेरश्च दूरतमो ग्रहः । एषां दूरत्वकथनीकरणाय (कथनीकरणाय) 'बोडे'-महोदयेन[2] सिद्धाब्दे १७७२-तमे एकं सूत्रं निर्धारितम् । तेन दूरत्वक्रमानुसारं शनिपर्यन्तं ग्रहा लिखिताः, पुनस्तेषामधस्तात् ०,३,६,१२ अंकाः (अत्र ३,६,१२ आदयो गुणोत्तरश्रेण्यां सन्ति) लिखिताः । तेषु ४ मितं संकलय्य दशभिर्विभज्य दूरत्वं लभ्यते । अत्र पृथिव्याः सूर्याद् दूरत्वमेकमितम् । तेनैवानुपातेनान्येषां ग्रहाणां दूरत्वं ज्ञेयम् । अग्रे 'बोडे'नियमेन दूरत्वक्रमो दीयते, अन्तिमपङ्क्त्या द्वितीयदशमलवस्थानपर्यन्तं सान्निध्यमज्ञातं दत्तम् ।

---

१. अग्रेदं लक्षणीयं यद् बोडेनियमः कदर्थीकरणाय रचितं सूत्रमात्रम् ।
२. यदा 'बोडे'महोदयेन सूत्रं निर्धारितं तदा शनिपर्यन्तमेव ग्रहा विदिता आसन् ।

६.५१ भगणकालः (परिक्रमणकालः)

ग्रहेण भमण्डलपरिभ्रमणे किंवा सूर्यं परितः पूर्णपरिभ्रमणे यः कालोऽतिक्रम्यते, स तस्य भगणकालः परिक्रमणकालो वा। भगणकाल एव नाक्षत्रकालो ग्रहस्य। भगणकालः कक्षादैर्घ्याधीनः। यदि कक्षावृत्तं लघु, भगणकालोऽपि लघुः। यदि कक्षावृत्तं बृहत्, भगणकालोऽपि दीर्घः। भगणकाल मध्यमदूरत्व सम्बन्धः केवलस्य आकर्षणशक्तीयतृतीयनियमेन नियतः। तेन नियमेन

$$\frac{(\text{ग्रहस्य मध्यमदूरत्वं})^३}{(\text{ग्रहस्य परिक्रमणकालः})^२} = \text{स्थिरः राशिः।}$$

बुधस्य परिक्रमणकालः सर्वाधिकाल्पकालिकः। बुधः ८८ दिनान्येव सूर्यं परितो भ्रमति। शुक्रस्य भगणकालः सर्वाधिकदीर्घकालिकः, स प्रायः २४८ वर्षेषु सूर्यस्य परिक्रमणं करोति।

६.५२ युतिकालः

यद्यद्य कोऽपि ग्रहो (यथा भौमः) भूपृष्ठस्थपुरुषेण सूर्यस्य षड्भान्तरे वेधेन दृश्यते, तदा यावत्कालानन्तरं (भौमः) ग्रहः पुनर्भूपृष्ठस्थपुरुषेण षड्भान्तरे दृश्यते, तावत्कालावधिः (ग्रहस्य भौमस्य) युतिकाल उच्यते। एवं युतिकालः सूर्यग्रहयुत्यन्तरम्।

युतिकालो ग्रहस्य भुवश्च भगणकालाधीनः। युतिकालानयने निम्ननियमः—

प्रधानग्रहयुतिकालानयनम्— $\frac{१}{\text{ग्रहयुतिकालः}} = \frac{१}{\text{भूपरिक्रमणकालः}} - \frac{१}{\text{ग्रहपरिक्रमणकालः}}$

लघुग्रहयुतिकालानयनम्— $\frac{१}{\text{ग्रहयुतिकालः}} = \frac{१}{\text{ग्रहपरिक्रमणकालः}} - \frac{१}{\text{भूपरिक्रमणकालः}}$

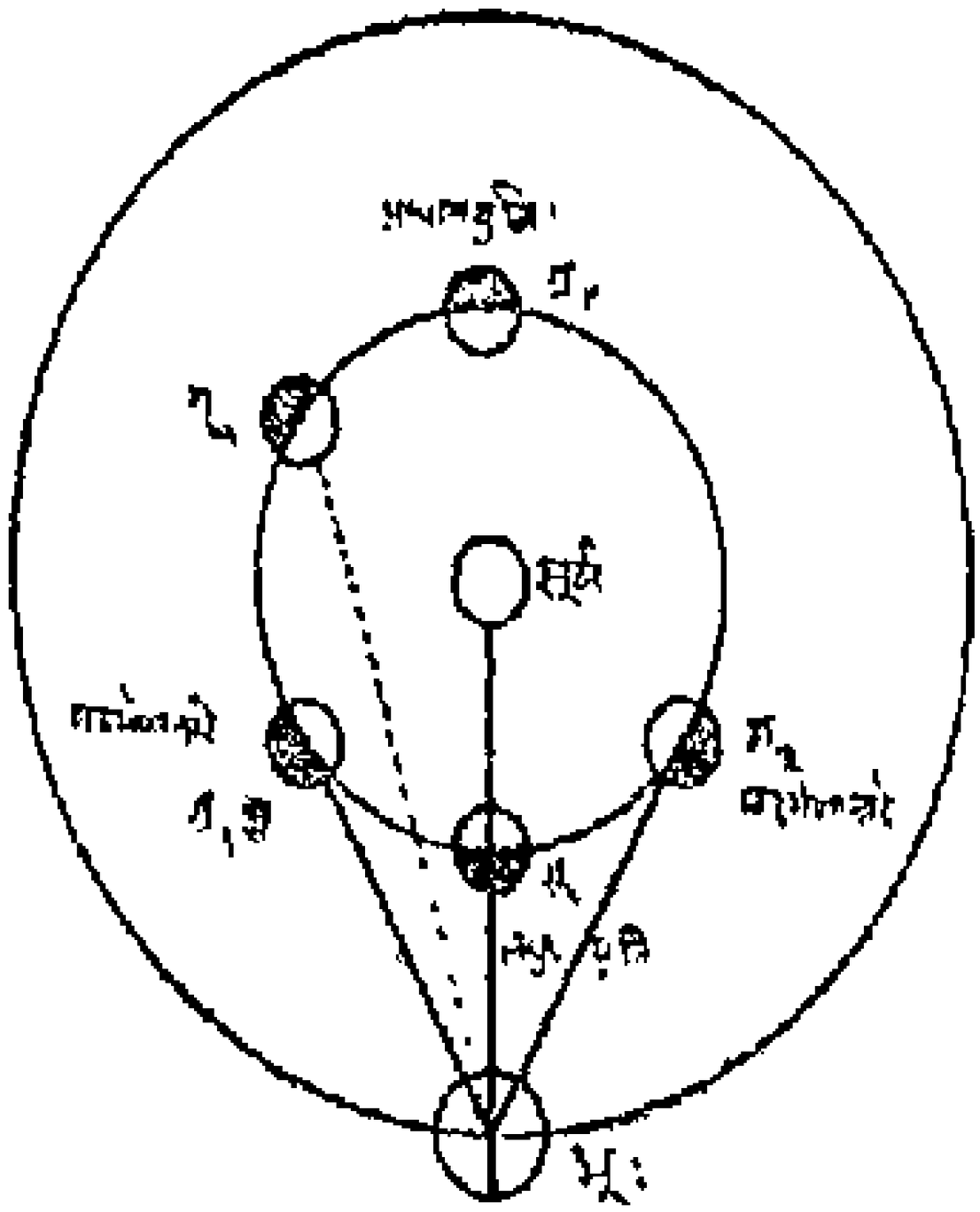
६.६१ लघुग्रहाणां वृद्धिः कलाश्च

लघुग्रहाणां चन्द्रस्येव कलानां वृद्धिक्षयौ स्तः। वृद्धिक्षयप्रक्रिया ग्रहस्य स्थानान्तर-परिवर्तनाज्जायते। स्थानान्तरं भूपृष्ठस्थपुरुषस्य भिन्नभिन्नकाले ग्रहदर्शन-रेखयोः कोणः, अर्थात् सूर्य भू ग्रहकोणः। चिह्ने यद् भू-म$_{\chi}$ ग्रहस्य ग्र$_{\chi}$ अवस्थायामिनान्तरम्।

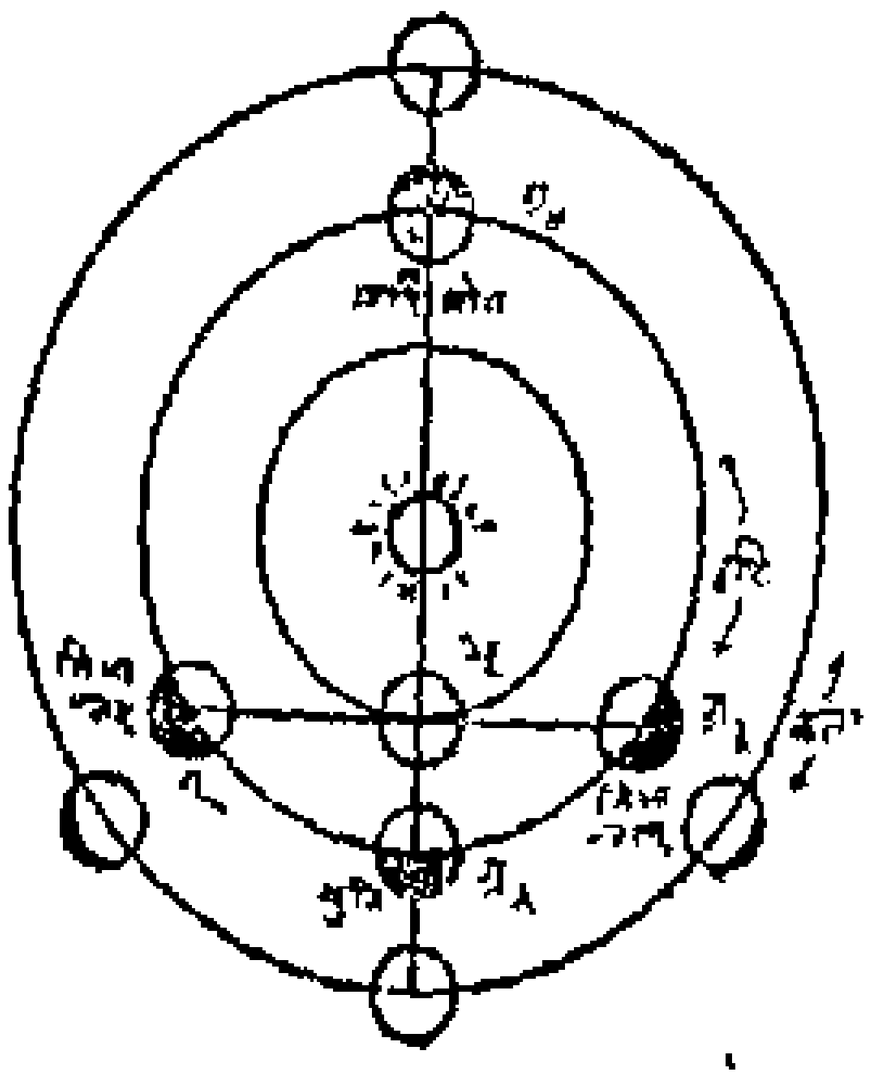
लघुग्रहाणां परिक्रमणकालो वर्षाद् (भूभगणकालाद्) अल्पः, अत एव ते भुवोऽग्रतः शीघ्रगामिनः, सूर्यस्थानात् कदाचित् पूर्वे, कदाचित् पश्चिमे दृश्यन्ते।

वृद्धिः

यदा लघुग्रहः सूर्यभुवोर्मध्ये आयाति तदा लघुयुतिः कथ्यते। यदा सूर्यो लघुग्रहभुवोर्मध्ये आयाति तदा प्रधानयुतिः कथ्यते। स्थानान्तरं सूर्यभूरेखया ग्रहभूरेखया लघुग्रहः कोणः, अर्थात्



लघुयुतौ लघुमहो न दृश्यते, तत्र तस्य अमावस्या लघुमहस्य अप्रकाशितभागस्य असार्के सम्मुखवर्तित्वात्। प्रधानयुतौ लघुमहः पूर्णतो दृश्यते, तत्र तस्य पूर्णाः कलाः—पूर्णप्रकाशितभागस्य अस्माकं सम्मुखवर्तित्वात्। परमेणान्तरे चाष्टमीशकलं दृश्यते। लघुयुतिं परमेणान्तरमग्रे सप्तदश-कलं वहति महः, परमेणान्तर-प्रधानयुतिमध्य एकादशीं कलां भजते महः।



प्रधानमहस्य दृष्टिः कलाश्च

६'६२ प्रधानमहाणां दृष्टिः कलाश्च

प्रधानमहाणां परिक्रमणकालो वर्षाधिकः, अत एव ते सूर्यापेक्षया आसन्ने पूर्वदिशि मन्दतरं भ्रमन्त इव दृश्यन्ते। भूश्च काले काले सान्तिकामति। तेषामिनान्तरं लघु महाणामिव न सीमितम्, प्रत्युत तस्य मानं शतवर्षात् षड्भपर्यन्तं लभ्यते।

दृष्टिः

यदा भूः सूर्यमहयोर्मध्ये आपतति तदा षड्भान्तरं (प्रतियोगः) भवति। यदा सूर्यो भूमह्योर्मध्ये पतति तदा युतिः कथ्यते। यदा कोणः सूर्य भू-महः समकोणमितस्तदा त्रिभान्तरं (वृत्त पादः) उच्यते।

---

१ परमेणान्तरमेवं निश्चीयते परमेणान्तरम् = $\frac{\text{महस्य महत्तममन्दफलं}}{\text{शुक्रोऽष्टकलमो मन्दफलं}}$

कला

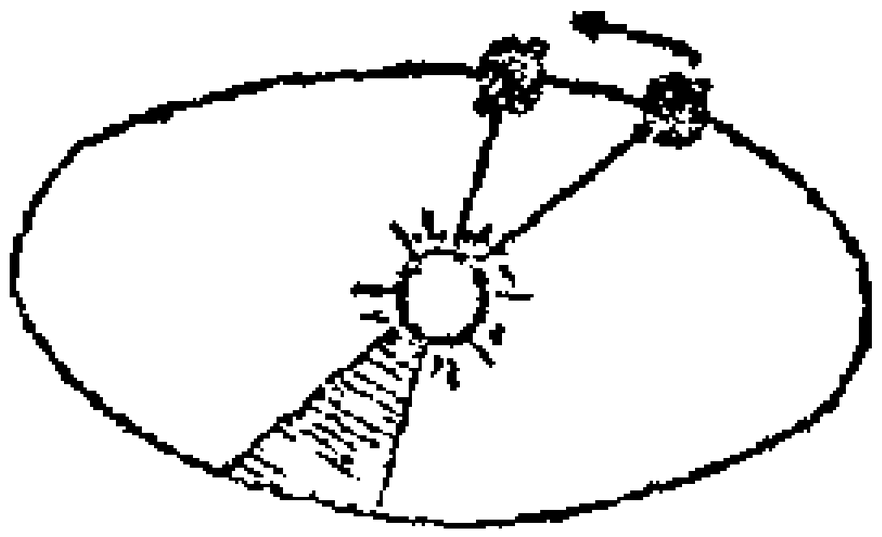
षड्भान्तरे युतौ च ग्रहस्य पूर्णकला, पूर्णप्रकाशितभागस्य भूसम्मुखत्वात्। निभान्तरे किञ्चित् कलाक्षय, तथापि त्रयोदशीकलावद् दृश्यते ग्रह। अय कलात्रयोऽपि केवल भौमस्य, अन्येषा तु सुदूरवर्तित्वात् सदैव पूर्णा कला विद्यते। अमा न विद्यते प्रधानग्रहाणाम्।

६७ ग्रहाणां गतिः

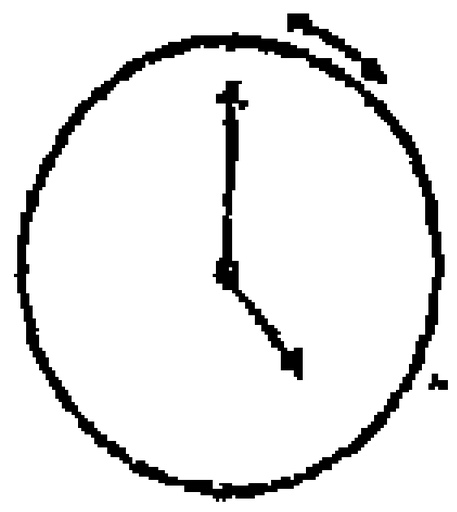
नक्षत्राणा भूमिकाया ग्रहाणा विचित्रा गतिर्दृश्यते। कदाचित्ते नभोमण्डलस्य मध्ये पूर्वदिशा गच्छन्तो दृश्यन्ते, कदाचित् पश्चिमदिशा गच्छन्त। कदाचिच्च ते स्थिरा इव प्रतिभान्ति। एव तेषा गतित्रयम्—वक्रा, स्थिरा, ऋज्वी च।

६७१ ऋज्वी गति

यथा यथा भूर्निजकक्षाया चिह्नाङ्कितदिशाया सूर्ये परितो भ्रमति, तथा तथा व्यत्यासेन सूर्यो विपरीतदिशायां भ्रमनिव दृश्यते। सूर्ये भू रेखा घटिकासूचिवद्भ्रमणस्य प्रतिकूलदिशाया



भूपरिक्रमणम्



ऋजुगति

घटिकाया ग्रह

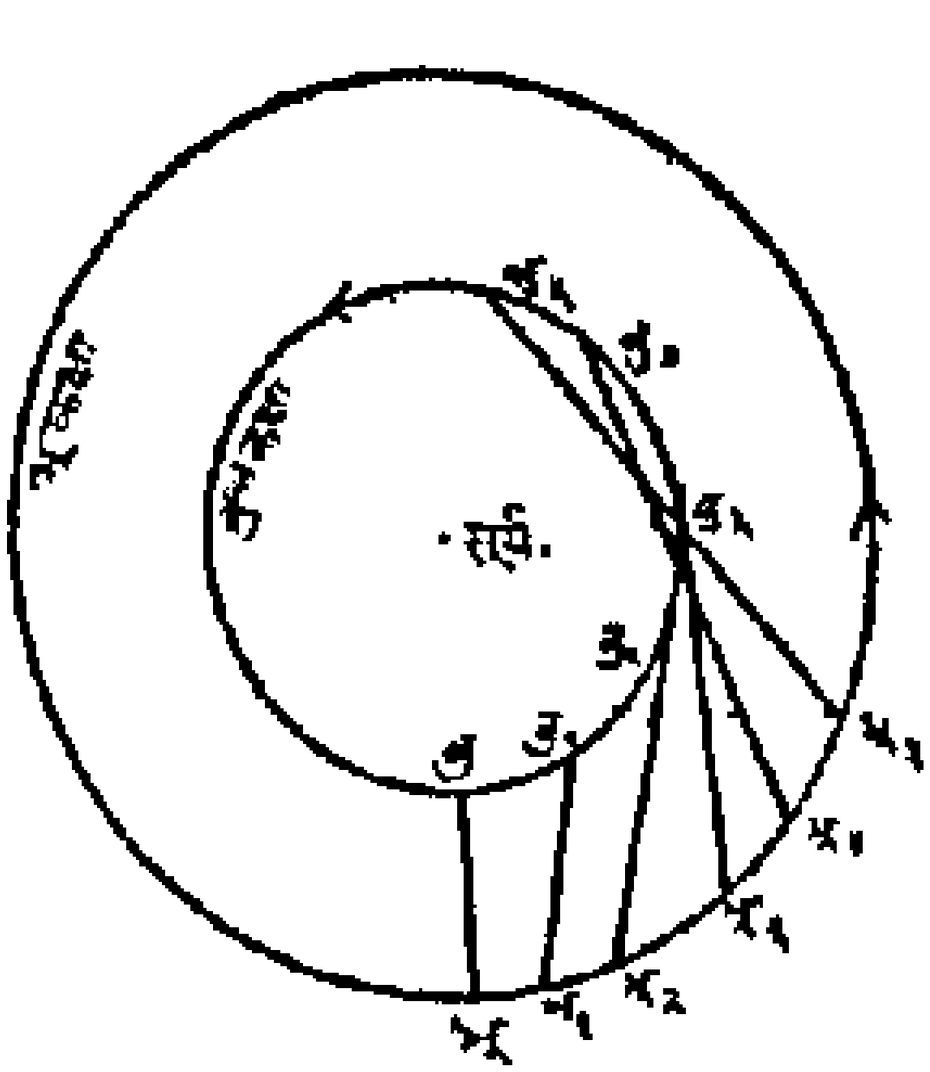
भ्रमति, गतिश्च ऋज्वी गतिरुच्यते। अत एव ज्योतिर्विन्दिर्निश्चित यद् यदि ग्रह भू रेखा घटिका सूचिवा प्रतिकूलभ्रमण कुर्वन्ती प्रतीयते, तर्हि ग्रहस्य गति ऋज्वी, यदि च ग्रह भू रेखा घटिका सूचिवदनुकूलभ्रमण कुर्वती प्रतीयते, तर्हि ग्रहस्य गतिर्वक्रा।

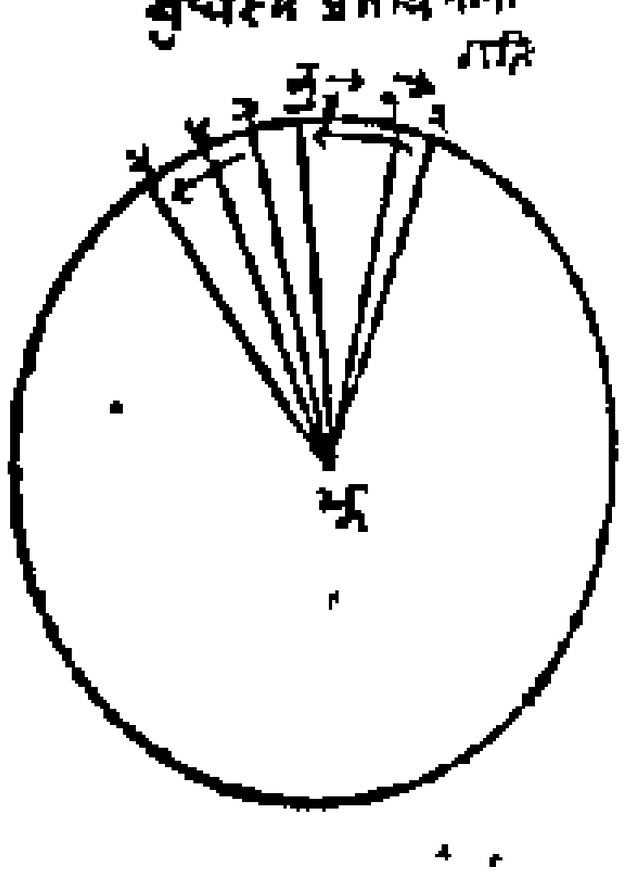
ऋजुगया क्षेत्राशा उत्तरोत्तर वृद्धिं लभन्ते, वक्रगत्याञ्च तेषा ह्रासो दृश्यते।

६७२ लघुग्रहस्य पक्षगतेर्ज्ञानम्

लघुग्रहस्य (बुधस्य शुक्रस्य वा) कक्षावृत्त भूकक्षावृत्ताद् लघुतरम्, अत एव तस्य गति र्भुवो गतेर्द्रुततरा। यदि लघुग्रहो बुधोऽस्य लघुयुतौ स्यात् (प्रथमचित्रे दक्षवर्तीया स्थिति 'भू' 'बु' अस्ति), बुध भू रेखा द्वितीयचित्रे भू बु अस्ति। यदा भू स्वकक्षाया भू, स्थाने भविष्यति, बुधश्च बु, स्थाने। बुधभूरेखा द्वितीयचित्रे बु, भू, भविष्यति। शनै शनै भू स्वकक्षया भू, भू, भू, भू, स्थानेषु भविष्यति, बुधश्च बु, बु, बु, बु, स्थानेषु। बुध भू रेखा द्वितीयचित्रे बु, भू, बु, भू, बु, भू, बु, भू भविष्यति। पूर्वानुरूप यस्मिन् यद् प्रदेशे पक्षे कक्षया वा आनुक्रमिकभूरेखाया परिवर्तनस्य स्थिता निर्दीयते। अत एव द्वितीयचित्रे स्थिता देवेत्यस्माद् द्वितीयचित्रम्। भू बु, स्थाने भू बु, अनया परिवर्तनस्थिता

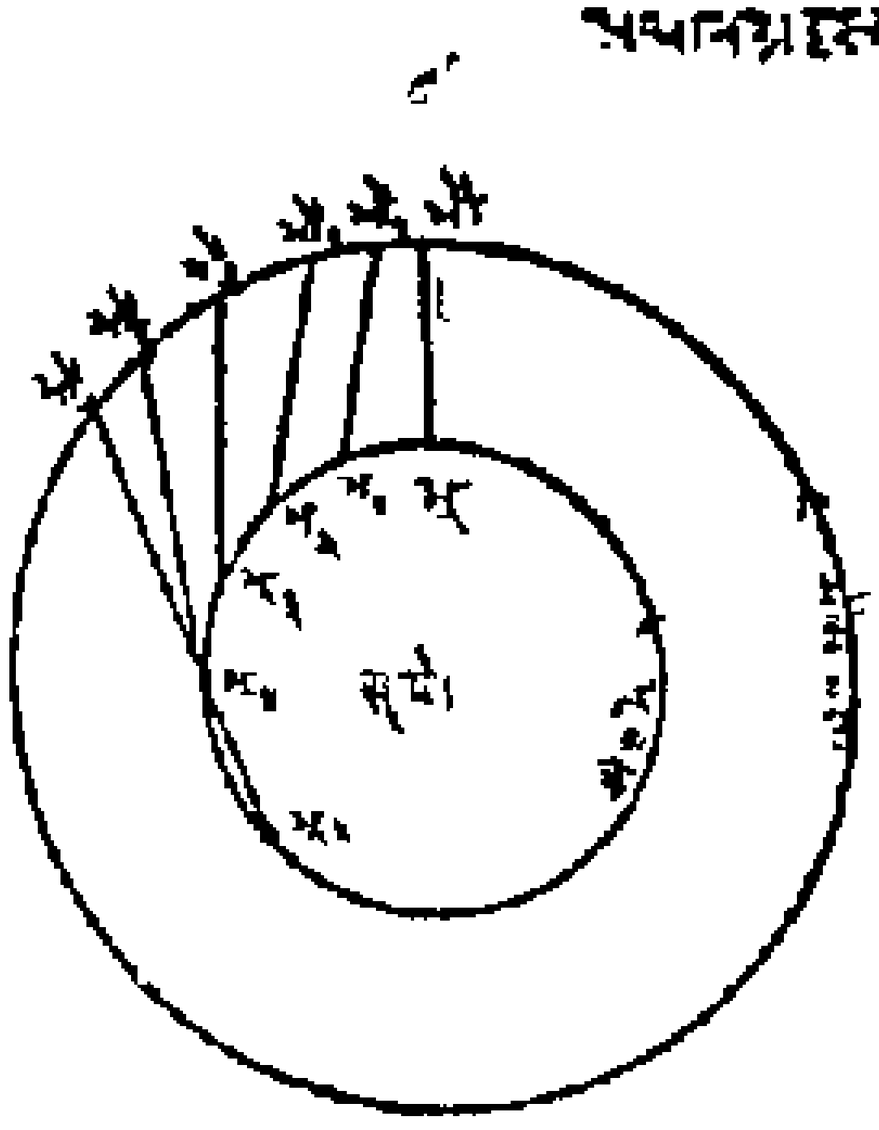
नुकूलदिशायां परिवर्तनमस्ति, एवमेव भू$_1$-भू$_2$ रेखयोः भू$_2$ रेखायाः। अत एव ग्रहस्य गतिः बु$_1$-मध्ये बु$_1$ बु$_2$-मध्ये च वक्रा। भू$_2$-भू$_3$-रेखयोः भू$_3$-रेखाया घटिका-सूचिकाप्रतिकूलदिशायां परिवर्तनमस्ति, एवमेव भू$_3$ भू$_4$-रेखयोः भू$_4$-भू$_5$-रेखयोः क्रमशः भू$_4$ भू$_5$-रेखयोः। अत एव ग्रहस्य गतिः बु$_3$-बु$_4$ मध्ये ऋज्वी अस्ति।

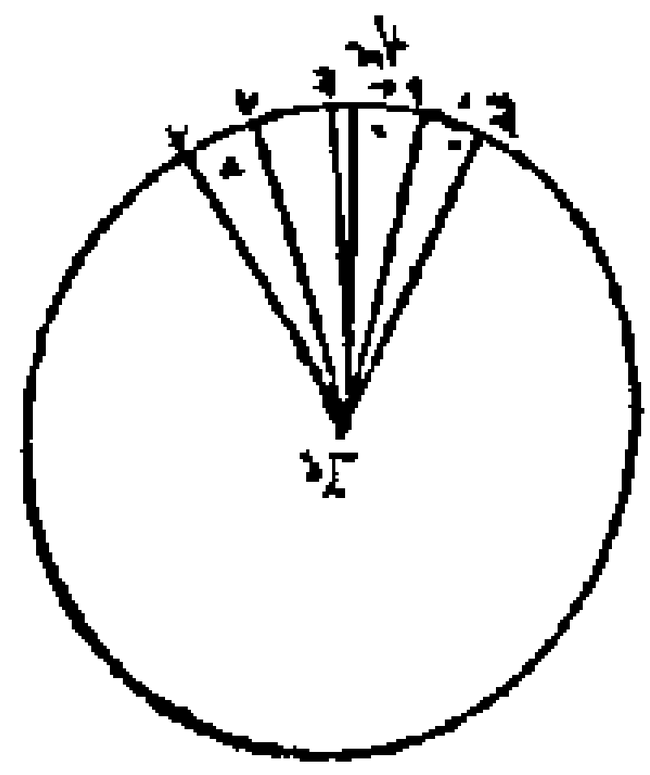




६.७२२ प्रधानग्रहस्य वक्रगतेर्व्याख्या।

प्रधानग्रहस्य (भौमगुरुशन्यादीनां) कक्षावृत्तं भू-कक्षावृत्ताद् बृहत्तरम्, अत एव तस्य गतिर्भुवो गतेर्मन्दितरा। यदि भौमः प्रधानग्रहोऽस्य प्रतियोगे स्थितः, प्रथमचिन्हेऽवतीर्य





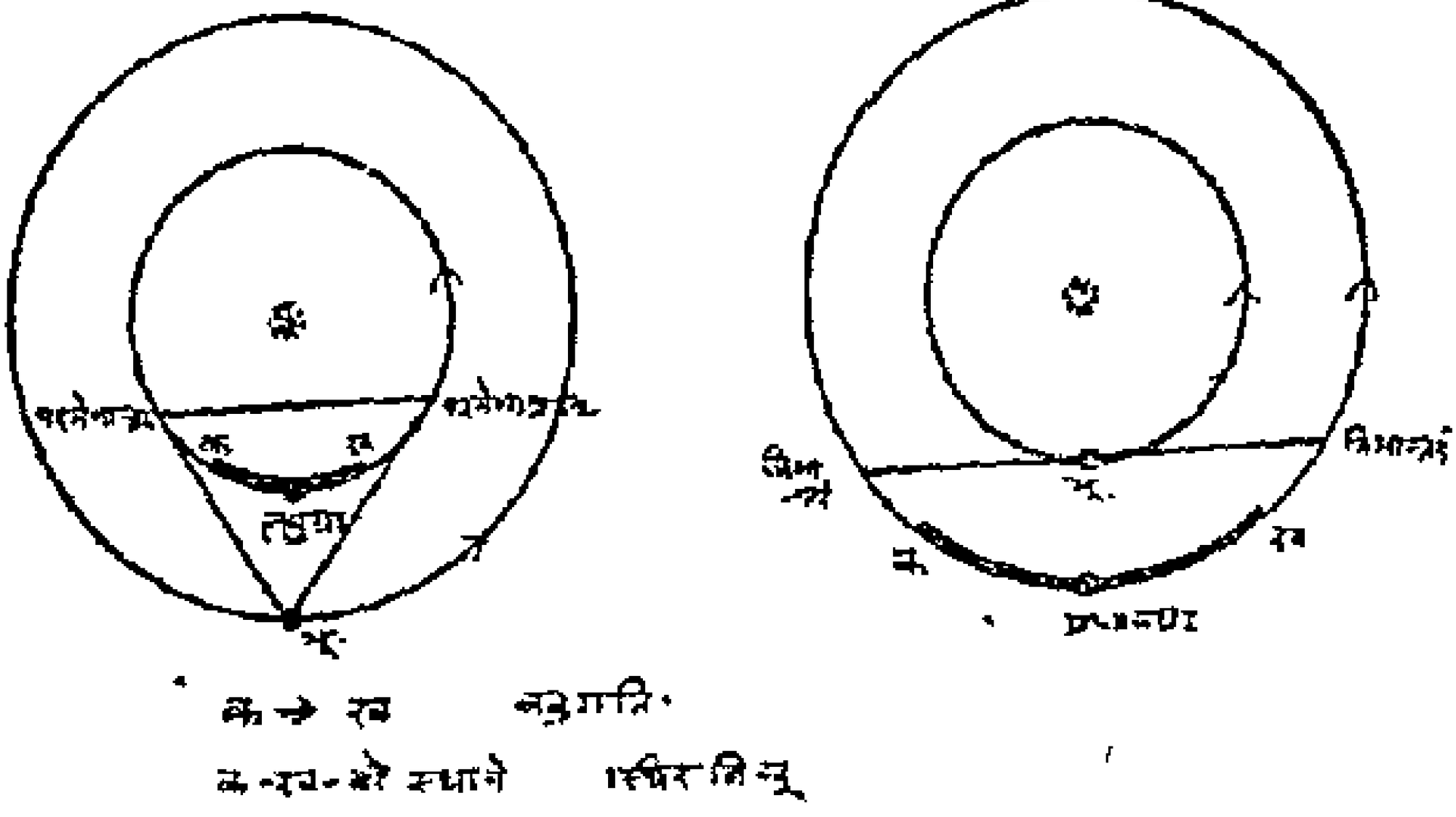
स्थितिः क्रमशः 'भू' 'भौ' अस्ति, भौम भू-रेखा द्वितीयचित्रे भू भौ अस्ति । ततो भूः स्वकक्षायां भू, स्थाने भविष्यति, भौमश्च भौ,-स्थाने । भौम भू रेखा द्वितीयचित्रे भौ, भू भविष्यति । शनैः शनैः भूः स्वकक्षाया भू, भू, भू, भू, स्थानेषु भविष्यति, भौमश्च भौ, भौ, भौ, भौ, स्थानेषु । भौम भू-रेखा च द्वितीयचित्रे क्रमशः भौ, भू, भौ, भू, भौ, भू, भौ, भू भविष्यति । पूर्वानुच्छेदवद् द्वितीयचित्रे लिखिता रेखा एव विचार्याः । भूमौ भूमौ,-रेखयोः भू-भौ, रेखाया घटिकासूचिक्रमानुकूलदिशायां परिवर्तनमस्ति, एवमेव भूमौ,-भूमौ, रेखयोः भूमौ,-रेखायाः । अत एव ग्रहस्य गतिः भौ भौ,-मध्ये भौ, भौ, मध्ये च वक्रा । भूमौ, भूमौ,-रेखयोः भूमौ, भूमौ,-रेखयोः क्रमशः भू भौ,-रेखायाः, भू, भौ रेखायाः । अत एव ग्रहस्य गतिः भौ,-भौ, मध्ये ऋज्वी अस्ति ।

६७२३ स्थिरबिन्दवः

प्रधानग्रहस्य

प्रधानग्रहस्य भ्रमणमधुना प्रधानद्युतितो विचार्यते । प्रधानद्युतेः पश्चाद् ग्रहो नक्षत्राणां भूमिकायां पूर्वदिशायां चलति, विप्रकर्षाश्चास्य क्रमशो वर्धन्ते । किञ्चित् कालानन्तरं वृत्तपादानन्तरं

ग्रहकक्षायां स्थिरबिन्दवः



तस्य प्रतीयमाना गतिर्मन्दा मन्दतरा च भवति । तत एकस्मिन् बिन्दुविशेषे गतिः शून्यमिता भवति, ग्रहश्च कतिपयदिवसैः स्थिरो दृश्यते । बिन्दुविशेषोऽयं 'स्थिरबिन्दु' इत्युच्यते । स्थिरबिन्दोः

पश्चाद् ग्रहो न तत्रागा भूमिछाया पश्चिमदिशाया चलति, विषुवाशाश्चास्य कागशो ह्रीयन्ते। प्रतियोगे वक्रभ्रमणस्य मध्य भवति। तत एकोऽन्यो वि दुरागच्छति यत्र वक्रगमन समाप्त भवति, ग्रहश्चाचलो दृश्यते। अय बिन्दुरपि स्थिरबिन्दुरुच्यते (एव ग्रहपरिक्रमणमार्गे एकस्मिन् युतिकाले द्वौ स्थिरबिन्दू भवत)। ततो ग्रह पूर्वदिशाया चलति, विषुवाशाश्च वर्धन्ते।

लघुग्रहस्य

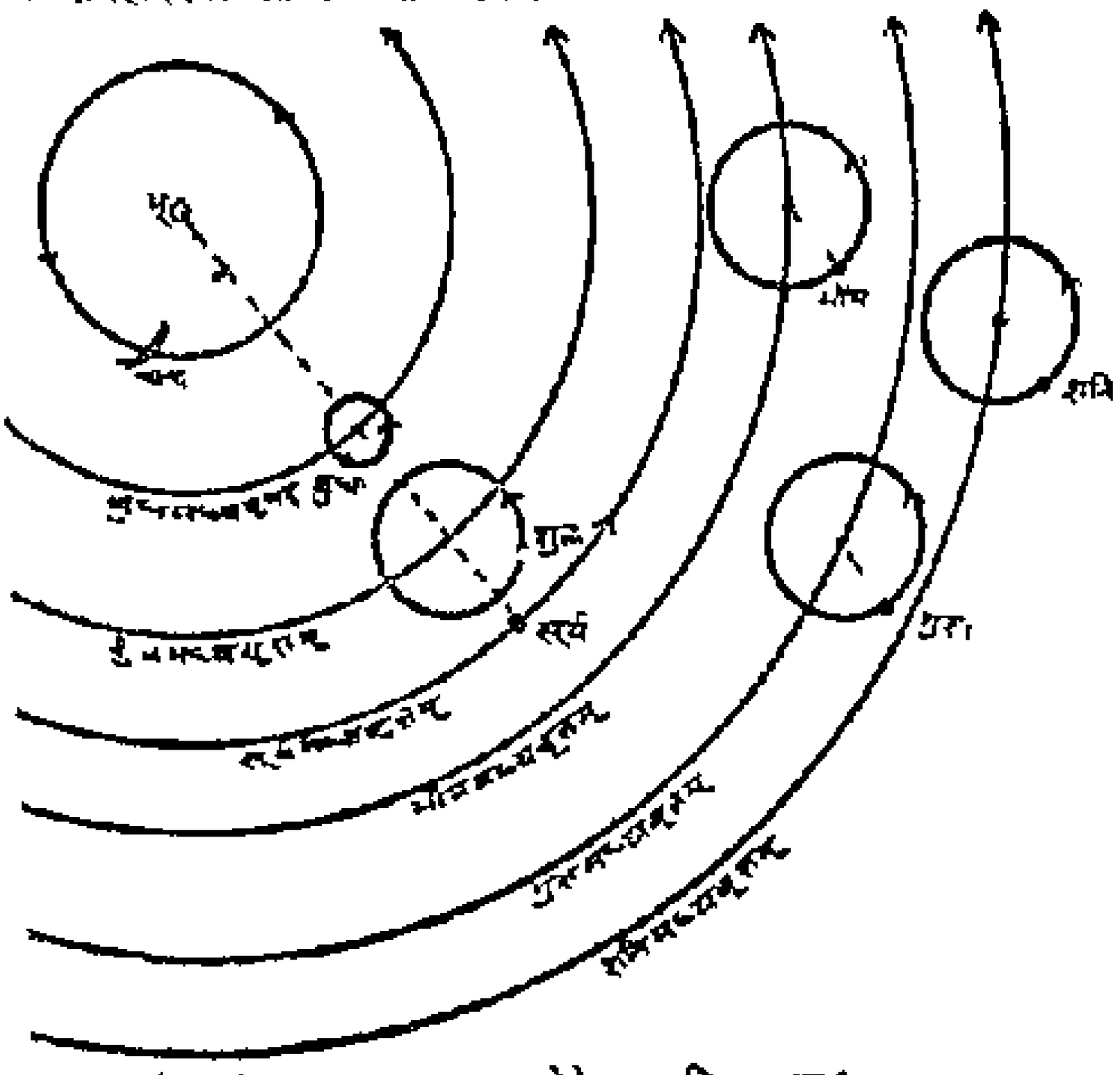
लघुग्रहस्य गति पूर्ववत्। प्रथमस्थिरबिन्दु परगोगान्तरस्य पश्चाद् भवति। लघुयुतौ वक्रभ्रमणस्य मध्य भवति। (द्रष्टव्य १२३ पृष्ठस्य चित्रम्)।

६.८ ग्रहगतिविषयकसिद्धान्ता

यूरोपीयदेशेष्वाधुनिकसिद्धान्तस्य पूर्वमनेके सिद्धान्ता काले काले प्रचलिता आसन्। ग्रहा स्वगोले निजगत्यापि चलन्ति (नक्षत्राणि केवल स्वगोलेन सह चलन्ति, स्वगोलश्च पूर्वत पश्चिम गच्छति) इति प्रत्यक्षमासीत् सर्वेषाम्। पर यदि तेषा भूकेन्द्रिकदृष्टेषु भ्रमण स्वीकृत स्यात्तर्हि तेषा वक्रगति (द्रष्टव्य पूर्वानुच्छेद) सम्याख्याता भवेत्। अत एव विभिन्न ज्योतिर्विद्भिर्विभिन्नसिद्धान्तेन गतिर्व्याख्याता। अत्र 'टालेमी'सिद्धान्तोऽतिप्रसिद्ध आसीत्।

६.८१ 'टालेमी'सिद्धान्त

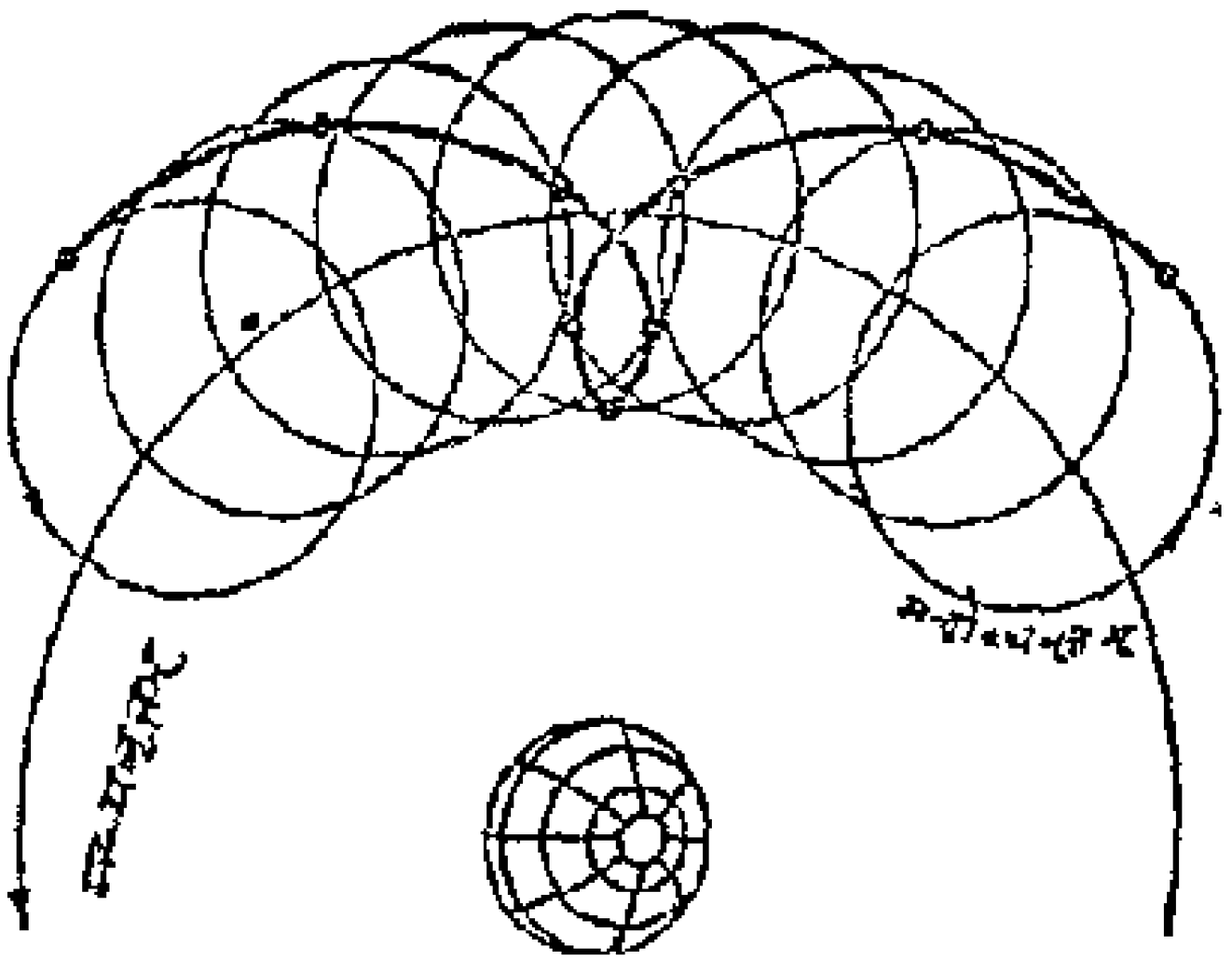
टालेमीमहोदयस्य मत १४० तमे खिस्ताब्दे सर्वप्रथम प्रचलितमभवत्, प्रायश्चतुर्दश



टालेमी सम्मत - सौरपरिवार

श्रुतकैः सम्मानित एवाभवत्। टालेमीमहोदयस्य मतेन पृथिवी ह्यचला, सूर्यादयस्तां परितो भ्रमन्ति। प्रत्येकं ग्रहस्य त्वेकं मध्यवृत्तमस्ति, परन्तु ग्रहो मध्यवृत्ते न भ्रमति। स एकस्मिन् वृत्ते (मन्दोच्चाख्ये) भ्रमति, वृत्तस्य केन्द्रञ्च मध्यवृत्ते भ्रमति। सूर्यचन्द्रयोर्मन्दोच्चं वृत्तं न वर्तते। शुक्रबुधयोरेव मध्यवृत्ते सूर्यस्य मध्यवृत्तान्तरवर्तिनी। तयोर्मन्दोच्चवृत्तकेन्द्रस्य परिभ्रमणकालः सूर्यपरिक्रमणकालसमो वर्षैकमितः, परन्तु तयोर्मन्दोच्चकेन्द्रे एवं भ्रमतो यत् ते भूसूर्यरेखाया तिष्ठतः। भौमगुरुशनीनां मध्यवृत्तानि सूर्यस्य मध्यवृत्ताद् बहिः सन्ति, परं तेषां ग्रहमन्दोच्चकेन्द्र-रेखा सदैव सूर्यभूरेखायाः समानान्तरा वर्तते।

'टालेमी'महोदयस्य मन्दोच्चवृत्तप्रधानमतेन ग्रहाणां चलनगतिः सकल्पतया व्याख्यायते (द्रष्टव्यमधश्चित्रम्)। यथा यथा ग्रहाणां वेधेषु यथार्थता आगच्छत्, तथा तथा 'टालेमी'-मते न्यूनता दृष्ट्वा, तथा तथा च शीघ्रोच्चवृत्तादीना कल्पना कृता। अधुना मतमिदं पूर्णतोऽप्रः वृत्तमाकर्षणसिद्धान्तमूलकव्याख्यया।



चक्रगतिव्याख्या

६.८२ केप्लरनियमाः

अधुना त्विदं सुनिश्चितमेव यत् सौरमण्डले मध्यस्थाने सूर्यो वर्तते, सर्वे ग्रहाश्च तमभितो भ्रमन्ति। तेषां परिभ्रमणहेतुराकर्षणशक्तिरेव। (आकर्षणशक्तेः सर्वपरिचितमुदाहरणं भुवो गुरुत्वाकर्षणशक्तिरस्ति, यया आकृष्टाः सर्वे पिण्डा उच्चस्थानादधो निपतन्ति)। ग्रहा रज्जुकोटिबद्ध-पिण्डा इव भ्रमन्ति। रज्जुः मध्यमकर्षणमेव।

ग्रहगतिविषयकनियमनिर्धारणे सर्वाधिकः सफलः 'केप्लर'महोदयः। स 'टाइखोब्राहे'-महोदयस्य वेधफलानि गणितैरविक्लेशैः सस्कृत्य त्रीन् महत्त्वपूर्णनियमान् प्रत्यपादयत्।

(१) प्रथमो नियमः—ग्रहाणां कक्षा दीर्घवृत्ताकाराः, सूर्यश्च अन्यतरनाभौ तिष्ठति।[1]

(२) द्वितीयो नियमः—स्वकक्षायां ग्रहस्यैवं गतिर्यद् ग्रहकक्षा केन्द्र रेखा समकाले समक्षेत्राण्याक्रामति।

(३) तृतीयो नियमः—परिक्रमणकालवर्गमानं मध्यमकर्णस्य (सूर्याद् मध्यमदूरत्वस्य) घनमानस्यानुपाति। अर्थात्

$$\frac{(\text{परिक्रमणकालः})^2}{(\text{मध्यमदूरत्वम्})^3} = \text{स्थिरो राशिः}$$

६.८३ ग्रहकक्षावृत्तस्य तत्त्वानि

महाकाशे ग्रहस्य स्थितिं ज्ञातुं ग्रहकक्षाश्च निश्चेतुं सप्ततत्त्वानामावश्यकता दृश्यते। एतानि तत्त्वानि सचिह्नानि दीयन्तेऽधस्तात्—

(१) कक्षावृत्तस्य बृहदक्षार्धस्य मानम् (बृहदक्षः = मध्यमकर्णः) 'a'

(२) कक्षावृत्तस्य उत्केन्द्रिता 'e'

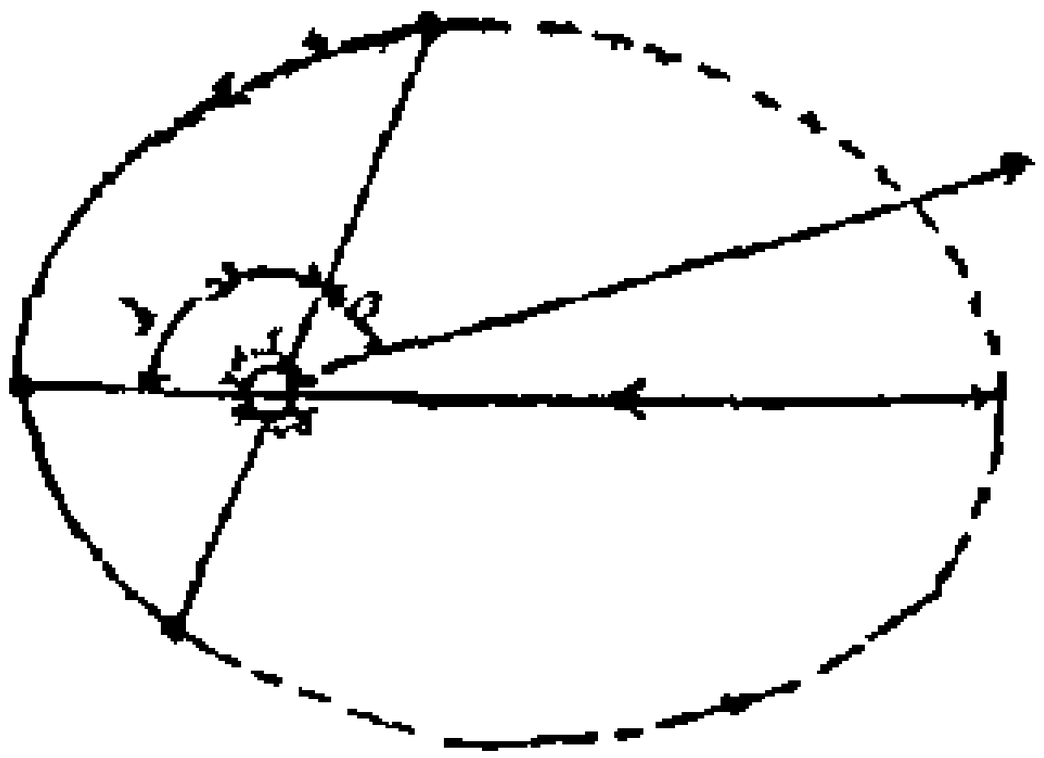
(३) कक्षातलस्य क्रान्तिवृत्ताद् नमनम् (= कक्षाणमनम्)• 'i'

(४) उत्तरसंपातस्य भोगांशाः 'A'

(५) नीचस्य भोगांशाः 'W'

(६) कालविशेषस्य स्थितिः (ध्रुवकांशाः) 'T'

(७) परिक्रमणकालः 'P' अथवा मध्यमगतिः 'n'



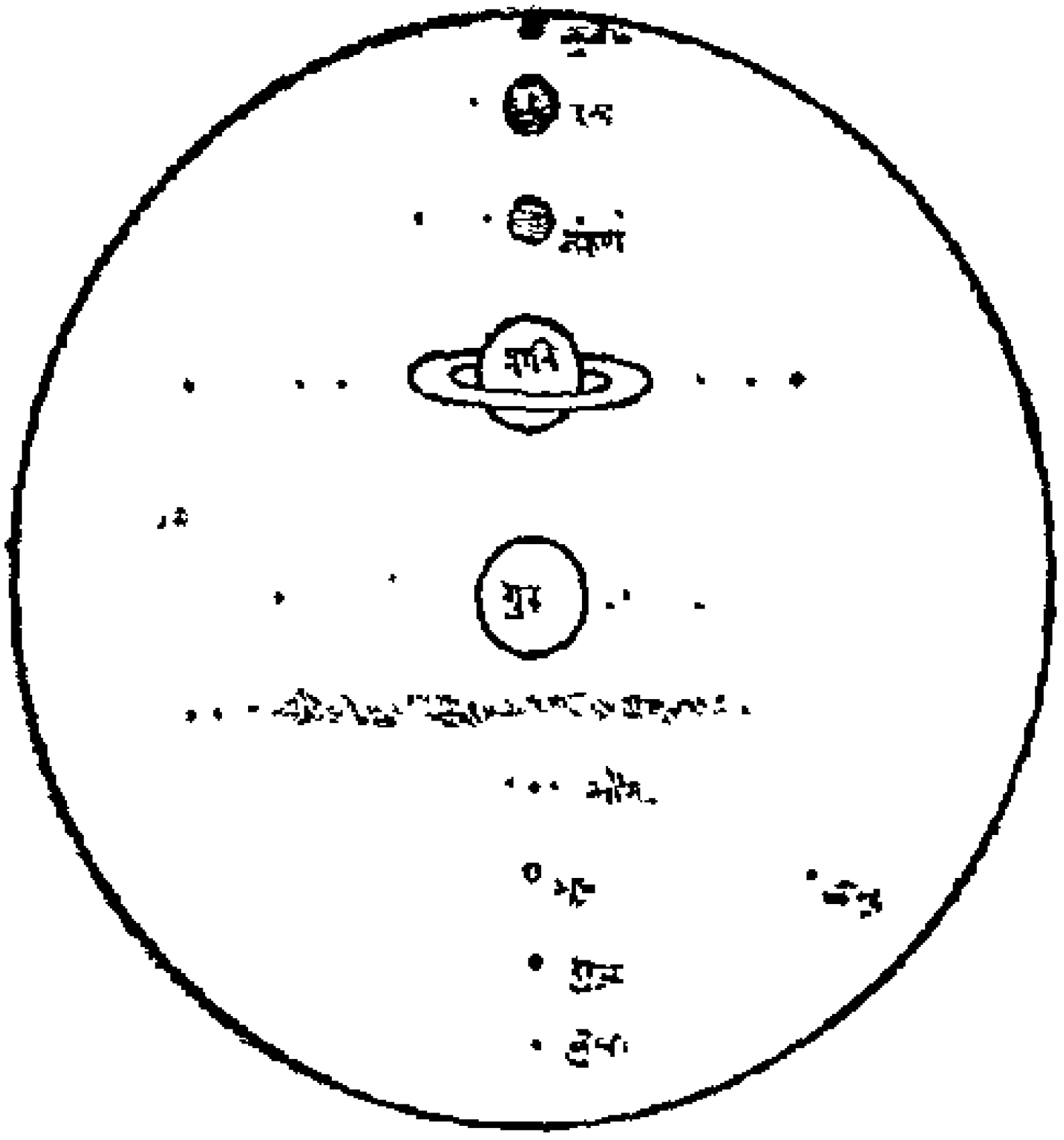
ग्रहकक्षातत्त्वानि

---

१. द्रष्टव्यः § यत्र श्रीवंशूत्तरचला दत्ता

एषु तत्त्वेषु मध्ये प्रथमद्वितीयाभ्यां कक्षावृत्तस्याकारः परिमाणञ्च निश्चीयेते, तृतीयचतुर्थाभ्यां कक्षातलं निश्चीयते, पञ्चमेन कक्षातले बृहदक्षस्य दिशा निश्चीयते। षष्ठसप्तमाभ्यां कक्षावृत्ते तात्कालिकस्थितिर्महत्त्व लभ्यते।

१९५६ तमस्य खिस्ताब्दस्य जनवरीमासस्य प्रथमदिनाङ्के यानि ग्रहकक्षातत्त्वानि तान्यत्र दीयन्ते।



सूर्यस्य परिमाणम्

६.२४ ग्रहकक्षावृत्ततत्त्वानि

	मध्यमदूरत्वम् 'अ' (भूः = १)	मध्यमगतिः 'ऊ' (विकलाः)
बुधः	०.३८७०९९	१४७३२.४२०
शुक्रः	०.७२३३३२	५७६७.६७०
भूः	१.००००००	३५४८.१९३
भौमः	१.५२३६९१	१८८६.५१९
गुरुः	५.२०२८०३	२१९.१२८
शनिः	९.५३८८४३	१२०.४५५
वरुणः	११.१८१९६२	४२.२३५

इन्द्रः	३०·०५७७३१	२१·५३२
कुबेरः	३१·५१७७४	१४·२८३

	उच्चेन्द्रिता θ	क्षेपणमनम् (परमक्रमः) i			उच्चभोगाद्याः		
बुधः	०·२०५६२५७	७°	००′	१४·१″	७६°	४६′	१५·१″
शुक्रः	०·००६७१४०	३	२३	३९·१	१३०	५७	०७·३
भूः	०·०१६७२७६	—	—	— —	१०२	११	०१·४
भौमः	०·०९३६४४	२	५०	५१·८	३३५	१४	५६·६
गुरुः	०·०४८४२८८	१	१८	२०·१	१३	३६	४१·६
शनिः	० ०५५६९५६	२	२९	२४·३	९२	११	०१·९
वरुणः	०·०४७१९८५	०	४६	२२·९	१६९	५६	४५·८
इन्द्रः	०·००८५७१७	१	४६	२६·८	४४	१४	२०·६
कुबेरः	०·२४८६४३८	१७	०८	३८·४	३२३	१०	३०·२

	ध्रुवकाः T			संपातस्य भोगाद्याः Δ		
बुधः	३°	३९′	३१·७१	५७°	४८′	३५·०″
शुक्रः	३५३°	३१	३२·९५	७६	१७	०१·०
भूः	१००°	०७	३८ ५३	—	—	—
भौमः	२१३	०५	५७·५२	४९	१३	०५·५
गुरुः	१३८	२२	४४·५१	१००	००	१४·२
शनिः	२३१	४३	५१·४०	११३	१६	२१·२
वरुणः	१२४	०६	३०·८९	७३	४६	३३·१
इन्द्रः	२०८	०८	४७·९५	१३१	१७	४४·६
कुबेरः	१३७	३८	०८ ००	१०९	३८	००·२

विशेषद्रष्टव्यानि

§ ६·१–§ ६·२ नक्षत्राणां भूमिकायां ग्रहाणां चन्द्रमेकं प्रत्यर्थं भेदकथनात्। तेषां [illegible] एका पद्या आसीदिति यदाचिद् ऋग्वेदस्य निम्नदशायां ऋचा सूच्यते—

अभी ये पञ्चोक्षणो मध्ये तस्थुर्महो दिवः।
देवत्रा नु प्रवाच्यं सधीचीना नि वावृत्युर्हविर्मे अस्य रोदसी॥ (१-१०५-१०)

गुरोर्नाम तु स्फुटतया दृश्यते ऋग्वेदे—

बृहस्पतिः प्रथमं जायमानो महो ज्योतिषः परमे व्योमन्। (४५०-४)

शुक्रस्य नामान्तरो 'धेन' इति शब्दो विद्यते निम्नायामृचि—

अयं धेनवोदयनप्रचेतसो ज्योतिर्यरायू रजसो विमाने। (१०-१२३)

अर्कज्योतिषे तु स्पष्टतया प्रहाणामुल्लेखो दृश्यते—

आदित्यः सोमो भौमश्च तथा बुधबृहस्पती।
भार्गवः शनैश्चरश्चैव एते सप्त दिनाधिपाः॥

राहुकेत्वोस्तु प्रथमा गणना याज्ञवल्क्यस्मृतौ लभ्यते—

सूर्यः सोमो महीपुत्रः सोमपुत्रो बृहस्पतिः।
शुक्रः शनैश्चरो राहुः केतुश्चैव ग्रहाः स्मृताः॥
(आचाराध्याये)

एते नवसंख्याका ग्रहा अद्यापि पूर्ववद् गण्यन्ते।

§ ६·४, ६·५१, ६·८८ ग्रहाणां भगणकालाः, भुवो दूरत्वानि, गतिविषयकनियमाः सर्वेषु सिद्धान्तग्रन्थेषु पठिताः सन्ति। भारतीयाः प्राचीनकालिका ज्योतिर्विदो गतिविषयकसिद्धान्ताभिज्ञा आसन्निति न कोऽपि सन्देहः। सिद्धान्तैः स्वीकृता गणनापद्धतिः वर्त्तमानग्रहोदयेन स्वीकृतायाः पद्धतेः पर्याप्तं भिन्नेति सुविदितमेव। सिद्धान्तशिरोमणिदत्तभगणकालादय आधुनिकज्यौतिषशास्त्रपठित-भगणकालादिभ्यो न भिन्नाः (बुधभगणकाले ·०००८% मितमन्तरम्, भौमभगणकाले शुक्रभगण-काले च ·०००१% मितमन्तरम्, गुरुभगणकाले च ·०००८% मितमन्तरम् मया गणितम्) चन्द्र-शेषरसागन्तगणितभगणकालादयस्त्वधुनेना एव मन्तव्याः।

§ ६·७ ग्रहाणां वक्रगतिः, ऋजुगतिरित्यादयो विदिता आसन्। सूर्यसिद्धान्ते त्वष्टधा गतिरुक्ता—

वक्रानुवक्रा कुटिला मन्दा मन्दतरा समा।
तथा शीघ्रतरा शीघ्रा ग्रहाणामष्टधा गतिः॥
(सूर्यसिद्धान्तपूर्व०)

महाभारतकालेऽपि वक्रगतिर्नासीत् यथा—

प्रत्यागत्य पुनर्विष्णुर्जघ्ने संशप्तकान् बहून्।
वक्रातिवक्रगमनादङ्गारक इव ग्रहः॥
(कर्णपर्व अ·२०)

सप्तमोऽध्यायः

ग्रहाः

[पूर्वाध्यायवर्णितसौरमण्डलग्रहाणामत्र विस्तरतो वर्णनम्]

७.१ बुधः

सूर्यस्य समीपतमो ग्रहो बुध पुरातनकालात्परिचित आसीद् ज्योतिर्विदाम्। कक्षावृत्त चास्य लघुतमम्, दैनिकगतिश्चात एव सर्वाधिका ग्रहाणाम्। परिमाणविषये मुख्यग्रहाणामय लघुतम', परन्तूत्तेन्द्रितास्य पर्याप्ता २ मिता। अस्यैवाक्षभ्रमणकालो भगणकालसम ।

७.११ दर्शनम्

सूर्यातिसमीपवर्तित्वात् सूर्यरश्मयो बहुलतया परावर्तन्ते, ग्रहश्चात्युज्ज्वल शून्यकोटि नक्षत्रमिव प्रकाशते। ज्योतिर्विद्भिर्दिवापि सूर्यकिरणान् यत्न विशेषेण प्रतिरोध्य, दूरदर्शकयन्त्रेण विलोकतेऽयम्। परन्तु सर्वत्रास्य दर्शन न सुलभम्। प्रसिद्धो ज्योतिर्विद् 'कापर्निकस' महोदयोऽस्य दर्शनेच्छया सह पञ्चत्व गत, यतस्तस्य निवासस्थाने क्षितिज प्रातःकाले सन्ध्याकाले वा सदैव कुज्झटिकापूर्णमेवासीत्। अय ग्रहो यदा कदा दृश्यते, दर्शनमप्यल्पकालिकमेव, यत सूर्यसामीप्या दाकाशे सूर्यसमीपमेवास्य दर्शन सम्भवम्, तच्च सूर्यकिरणौज्ज्वल्याद् दुष्करम्। अस्य सूर्यालोकी यान्तर १८-अंशाधिकम् २८-अंशाल्पम्, अत एव सूर्योदयात् किञ्चित्पूर्वमुदेति, सूर्यास्तात् किञ्चित् पश्चादस्तमेति ।

सूर्योदये कतिपयदिवसानि पश्चपरमेणान्तरकाले, सूर्यास्ते कतिपयदिवसानि पूर्वपरमेणान्तर काले च दृश्यतेऽयम्। युतिसाम्य ११६ मितदिवसत्वाद् वर्षे त्रीणि पश्चपरमेणान्तराणि, त्रीणि च पूर्वपरमेणान्तराणि सम्भवन्ति, परन्तु सर्वेषु परमेणान्तरेषु न सर्वोचितप्रेक्षणीयता। क्रान्तिवृत्त वसन्तार्धे क्षितिजस्य समीपतमम्, शरदि क्षितिजाद् दूरतमम्, अत एव वसन्तार्धे पूर्वपरमेणान्तरे पश्चिमदिशाया सूर्यास्तकाले, शरदार्धे पश्चपरमेणान्तरे पूर्वदिशाया सूर्योदयकाले चास्य सुलभ दर्शनमनुकूलतम सुलभतमञ्च।[1] तत्र स-१२ कोटिकनक्षत्रमिवाभाति।

७.१२ परिभ्रमणम्

बुध सूर्यं परित ८८ दिनैः (२४०८१ वर्षभाग) परिभ्रमति, अर्थादस्य परिभ्रमण काल ८८ दिनानि। दीर्घवृत्तस्याक्षाया मध्यमार्धं ३,६०,००,००० क्रोशार्धानि, सूर्यादस्य दूरतमल्पतम २,८०,५०,००० क्रोशार्धानि, दीर्घतमदूरत्वञ्च ४,३३,५०,००० क्रोशार्धमितम्।

---

१ १९५१-तमे खिस्ताब्दे सर्वाधिकानुकूलप्रेक्षणीया परपरीमागम्य २१-तम दिनाङ्क, दिसम्बरमासस्य २५-तमे दिनाङ्के च भवति स ।

दीर्घवृत्तस्योत्केन्द्रता ·२०६ मिता। कक्षाया वेगः २३ क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डमस्ति, नीचे वेगः २६ क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डं भवति। इदयबिम्बव्यासस्य दीर्घतमं मानं १२″ मितम्, अल्पतमं मानं ५″ मितमस्ति। मध्यममानञ्च ६″·६८ विकलामितमस्ति। वास्तविकव्यासश्च गणनया ३१९० क्रोशार्धमित आगच्छति।

७.१३ दृष्टिः कलाश्च

युतिकालः ११६ दिनानि[1] लभ्यते। लघुयुते २२-दिनानि पूर्वं पश्चाद् वा परमेणान्तरं भवति। परमेणान्तरस्य ३३-दिनानि पूर्वं पश्चाद् वा प्रधानयुतिर्दृश्यते। प्रधानयुतौ पूर्णाः कला लभ्यन्ते, परमेणान्तरयोरष्टमी कला। लघुयुतावमा वर्तते। यथा यथा बुधः सूर्यं परितो भ्रमति तथा तथा चान्द्रकला इव कलाः प्राप्नोति। यदार्यं प्रधानयुतौ तदा कलास्तु पूर्णाः, परन्तु दूरत्वं परमेणान्तरापेक्षयात्यधिकम्, अत एव भास्वरत्वं परमेणान्तरापेक्षया नाधिकम्। अत एव भास्वरत्वं ग्रहस्य कलानां न्यूनाधिकमानाया नाधीनम्।

७.१४ अक्षभ्रमणम्

बुधमण्डले कानिचन धूमिलचिह्नानि दृश्यन्ते यान्ति। एषामपरिवर्तनशीलत्वाच्चन्द्रस्येव (द्रष्टव्य § २·४) बुधस्यापि अक्षभ्रमणकालः परिभ्रमणकालसम इति सिध्यति। अस्य



जून १७ जून ११ जून १२

१९२४ तमे खिस्ताब्दे पूर्वपरमेणान्तरे बुधः

[ल्योवेल वेधशाला]

तथ्यस्य प्रमाणमचिरात्पूर्वं माउण्टविल्सन वेधशालायामुपलब्धम्। अस्त्येक सूक्ष्मतापमापन-यं-

---

1. $\frac{1}{\text{बुधयुतिकालः}} = \frac{1}{\text{बुधभगणकालः}} - \frac{1}{\text{पृथिवीभगणकालः}}$

$= \frac{1}{८८} - \frac{1}{३६५·२५} = ·०११३६ - ·००२७४ = ·००८६२$

अत एव बुधयुतिकालः $= \frac{1}{००८६२} = ११६$ दिनानि।

('थर्मोकपल'यन्त्रम्) येन नक्षत्राणामत्यल्पमात्रकतापोऽपि माप्यते, चन्द्रस्य ग्रहाणा च प्रकाशित भागानामपि तापो माप्यते। अनेन यन्त्रेणोपर्युक्ततथ्यस्य सत्यतास्थापन क्रियते। बुधस्य यत् प्रकाशितभाग किञ्चिन्मात्रमपि तापविकरण न करोति। यदि कदाचिदपि तेन सूर्यप्रकाशकिरणा लब्धा, तर्हि किञ्चिन्मात्र तापविकरणमवश्य भवेत्।

उल्केन्द्रितायाः पर्याप्तत्वाद् दृश्यताभेदा अस्य चन्द्रापेक्षया महीयान्। रेखाशदृश्यताभेदाद् रेखाशेषु केवल ३० प्रतिशतभागमदृष्ट वर्तते।

§ १५ तापक्रम

'रेडियोमेट्रिक'परीक्षणे (सूक्ष्मतापमापकयन्त्रै) बुधस्य तापो माउण्टविल्सन वेधशालाया मापित। बुधस्य भागेषु मध्याह्नकालीनतापक्रम ४४०° सेन्टीग्रेडमित'। तत्र सूर्यकिरणेषु सीसमपि द्रवीभविष्यति। अप्रकाशितभागस्य तापक्रम प्रायेण-२७३° सेन्टीग्रेडमित। तापनम्यूनता यदाधिक्य सूर्यसामीप्याद् वातावरणाभावाच्चास्ति।

§ १६ वायुमण्डलम्

बुधे वायुमण्डल न विद्यते। बुधस्य पिण्डमात्रा पृथिव्या पिण्डमात्रायाः $\frac{1}{18}$ भागमिता, गुरुत्वाकर्षणञ्च पार्थिवगुरुत्वाकर्षणस्य ३४ भागमितम्। इद खलु गुरुत्वाकर्षण वायुमण्डलस्य वाष्पाणा बहिर्निस्सरणान्निय तु न पर्याप्तम्, अत एव वाष्पाणि शनैः शनैरवकाश गत्वा, वायुमण्डलस्य वाष्पशून्यम् अर्थाद् बुध वायुमण्डलविहीनमुर्वी (वायुमण्डलहानिकारणार्थं द्रष्टव्य § २ २१)। बुधस्य परिवेषणस्य ०७ मिलो मानाङ्कोऽपि वायुमण्डलाभाव समर्थयति। सूर्यं बुधमङ्गमपि प्रदर्शयत्युज्ज्वलरूपदर्शनत्वाद् वायुमण्डलाभावम्। यदि मिश्रितलोक य लोक गृहीते बुधस्य वर्णच्छत्रं सूर्यस्य वर्णच्छत्र च सदृश समेव, अर्थाद् बुधे नाम्नि किमपि वायुमण्डलम्, यस्माद् भेदनेन बुधपरावर्तितसूर्यकिरणानां वर्णच्छत्रे कोऽपि भेद स्यात्। एव बुधस्य वायुमण्डलविहीनत्व सुसिद्धं वर्तते।

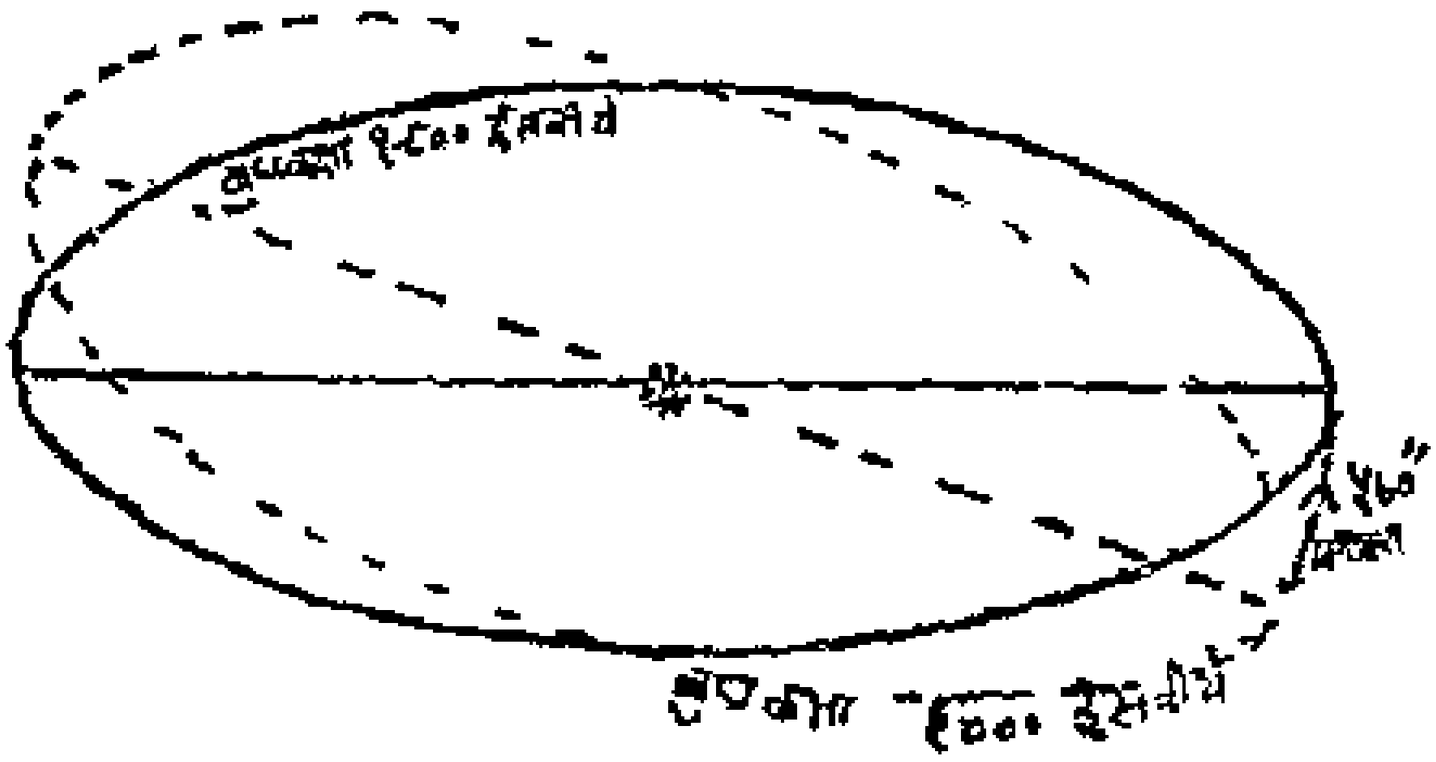
§ १७ बुधचन्द्रयो समानता

बुधचन्द्रयो पर्यायो समानता विद्यते। उभयत्र स्वस्व परिवेषणविद्यति, उभयो परिभ्रमणात् परिभ्रमणकालसमत्व वर्तते, उभयत्र च वायुमण्डलाभाव। एवं प्रतीयते यद् बुधोऽपि चन्द्र इव महत्तया पर्वतपूर्ण। तयोर्व्यासमानस्य, पिण्डमात्रायाः गुरुत्वाकर्षणस्य च समत्व लभ्यते।

§ १८ बुधनीचस्य च्युतिः

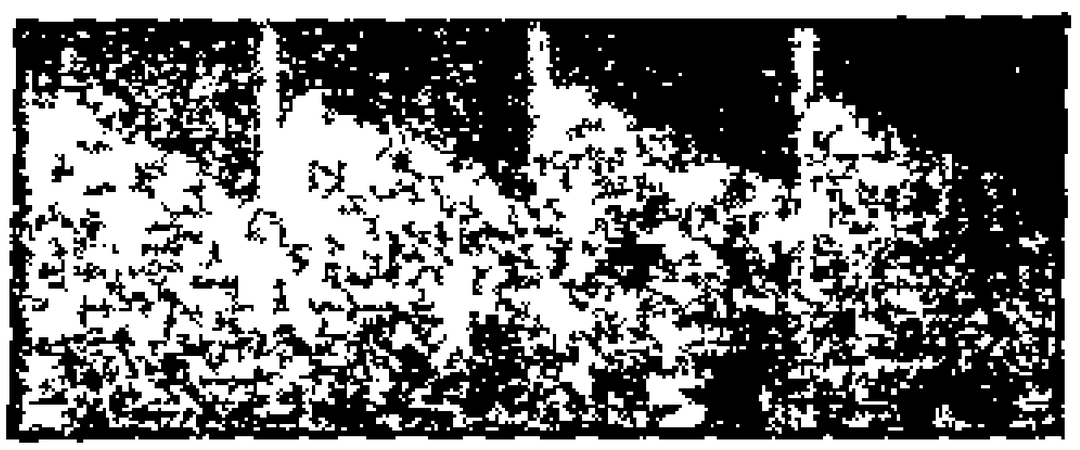
बुधकक्षाया वृहदक्ष प्रतिशतक ८७० विकल्पनात्मुर्वक्षिया विद्यते। विचलनमा कदाचित्-कुत्रादोना विशेषतोऽभिमर्यते। 'मरिनर'महादयेन १८४-तम खिस्ताब्दे यद् नीलबिन्दुनिरूपणा लिखितचित्रमिदा अदर्शनैनी। अनेनाकुमिता सूर्यबुधयोः कक्षाचलनमधिकृत्योपलब्धिः, परन्तु एतस्या वेधनेनापि तत्र तत्रैव नोपलब्धम्। अ

च्युतौ रव्यर्धूर्णेनाभीद् यावदचिरात्पूर्वम् 'आइन्स्टाईन'महोदयेन सापेक्षवादेनाप्यस्या सुरु
क्षरण व्याख्यातम् ।



७१६ बुधस्य सक्रमणानि

साधारणतो लघुग्रहौ (बुधशुक्रौ) लघुयुतौ सूर्यस्य बिम्बिद् उपबंधो वा कथाया भ्रमत कथागमनत्वात्[1], परन्तु यदि पृथिवी क्वचो क्रान्तिसपाते तिष्ठति



तर्हि तौ सक्रमण कुर्वन्तौ दृश्येते, बुधस्य सूर्यबिम्बे सक्रमणम् [ग्रिनिच वेधशाला]
अर्थात् सूर्यबिम्बे तौ बिन्दुरूपेण गच्छन्तावलोक्येते । इद (चन्द्रकृतसूर्यग्रहणमिव) ग्रहण नोच्यते, यतो बुधबिम्ब शुक्रबिम्ब वातल्पमितम्, न तेन सूर्याच्छादन सम्भवम् । अत एव सूर्यमण्डले केवल सूर्यव्यासस्य $\frac{1}{200}$ भागव्यासमितमेक श्यामल बिम्ब तीव्रगत्या चलद् दृश्यते । अवलोकनीयमत्रोपरि दत्त चित्रम्) ।

पृथिवी बुधस्य क्रान्तिसपातमध्यतो मईमासस्य सप्तमे दिनाङ्के, नवम्बरमासस्य नवमे दिनाङ्के च गच्छति । अत एव यदि लघुयुति ५ मईत ११ मईपर्यन्त ५ नवम्बरत १५ नवम्बरपर्यन्त वा भवति, तर्हि सक्रमणानि दृश्यन्ते । एकस्मिन् खिस्तीयशतके प्रायेण त्रयोदश सख्याकानि सक्रमणानि लभ्यन्ते । बुधसक्रमणानि दूरदर्शक विना दृष्टिपथ नावतरन्ति । अधो बुधसक्रमणाना दिनाङ्का दीयन्ते—

दिनाङ्क	मास'	खिस्ताब्द'
१४	नवम्बर	१९०७
७	नवम्बर	१९१४
७	मई	१९२४

---

१ बुधकक्षाणमन ससाशमितम् ।

दिनाङ्कः	मासः	खिस्ताब्दः
९	नवम्बर	१९२७
११	नवम्बर	१९४०
१४	नवम्बर	१९५३
५	मई	१९५७
७	नवम्बर	१९६०
८	मई	१९७०
९	नवम्बर	१९७३
१२	नवम्बर	१९८६
५	नवम्बर	१९९३
१५	नवम्बर	१९९९

शुक्रः

बुध विहाय शुक्रः सर्वेषां ग्रहाणां समीपतमः सूर्यस्य। पुरातनकालादेव परिचितः अर्वाचीनैरपि। सायंकालीनः[1] प्रातःकालीनः[2]- तारकानाम्ना प्रसिद्धोऽयमासीद् ग्रीकदेशे पाश्चात्यदेशेषु च। ग्रहेष्वस्य सर्वाधिकौज्ज्वल्यवान्। अस्य चाक्षुषकोटिः–४.३ मिता (द्रष्टव्यः §), परन्त्वत्यन्तमास्वरत्वमेव विवरणानामध्ययने बाधकम्।

७.२१ सूर्यं परितः परिक्रमणम्

शुक्रः सूर्यं परितः २२४.७ दिनेषु (७२३३ घटिकासमे वा) परिभ्रमति, अर्थादस्य परिक्रमणकालः २२४.७ दिनानि। अस्य दीर्घवृत्ताकारकक्षाया मध्यमकर्णः ६,७२,००,००० क्रोशार्धानि, उत्केन्द्रिता चास्य सौरमण्डले लघुतमा केवलं ·००७ मिता। कक्षागमनञ्च ३°२४′ मितम्। दृश्यबिम्बव्यासमानमेकादशविकलात ६७ विकलपर्यन्तम्। वास्तविकव्यासश्च ७,६०० क्रोशार्धानि लभ्यते। कक्षायां वेगः प्रायः २२ क्रोशार्धानि प्रतिसेकण्डमस्ति।

७.२२ दृष्टिः फलाश्च

युतिकालः ५८४ दिनानि[3]। यतः पञ्च युतिकालाः अष्टवर्षसमाः, अत एवाष्टवर्षानन्तरं शुक्रस्य पूर्ववद् रूपाणि दृश्यन्ते। लघुयुतेः ७१ दिनानि पूर्वं पश्चाद् वा परमेणान्तरं भवति। परमेणान्तरेऽस्य सूर्यात् कोणीयदूरत्वम् ४८ अंशमितं भवति। तदैव प्रेक्षणीयता सुकरा विद्यते, यतः शुक्रः सूर्यास्तात् पश्चात्, सूर्योदयात् पूर्वं वा होराद्वयपर्यन्तं दृश्यते।[4]

---

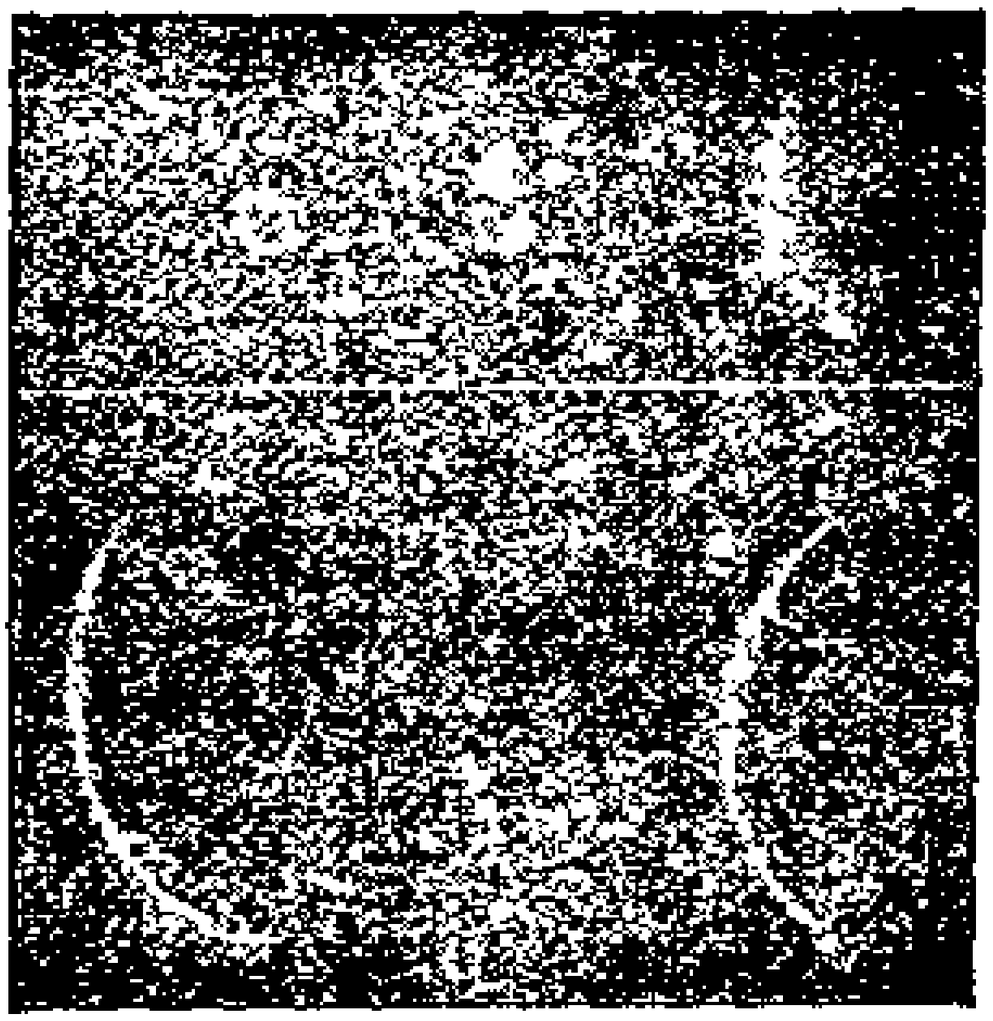
१. 'हेस्पेरस' नाम्ना—Ἕσπερος (Hesperus)

२. 'फास्फोरस' नाम्ना— Φωσφόρος (phosphorus)

३. $\frac{1}{\text{शुक्रयुतिकालः}} = \frac{1}{\text{शुक्रपरिक्रमणकालः}} - \frac{1}{\text{पृथिवीपरिक्रमणकालः}}$

४. ईदृशी स्थितिः १९२९ तमे खिस्ताब्दे १२ अप्रैले ३१-अगस्ते वाऽभवत्।

चन्द्रस्य बुधस्य चेव शुक्रस्यापि कला दृश्यन्ते। तासां वेधेन सुलभदर्शनं यतः साधारण-दूरदर्शकमपि कलानां न्यूनाधिक्यं प्रकटीकरोति। लघुयुतौ शुक्रः सम्पूर्णकलां भजते, परन्तु शुक्रस्य लघुयुतौ समीपवर्तित्वात् सम्पूर्णकला पर्याप्ता दीर्घाकारा दृश्यते (अवलोकनीयमत्र फोटोचित्रम्)। प्रधानयुतौ पूर्णाः कला दृष्टिगोचरतां यान्ति, परन्तु प्रधानयुतौ भुवः सुदूरवर्तित्वात् पूर्णकला लक्ष्यो दृश्यते।



शुक्रस्य विभिन्नाः कलाः [लवेल वेधशाला]

एवं शुक्रस्य भास्वरत्वं कलाक्षय वृद्धि दूरत्वं चापेक्षते। प्रधानयुतौ सकलाः कला दृश्यन्ते, परं तदा शुक्रस्य भुवो दूरत्वं १६,००,००,०० क्रोशार्धमितम्। सुदूरवर्तितेयं सकलकलोद्भूताधिकभास्वरत्वं निष्फलीकरोति। लघुयुतौ च कला शृङ्गाकारा, परं भुवो दूरत्वं केवलं २,६०,००,००० क्रोशार्धानि। सामान्यगणितेन गणितं यत् शुक्रस्य परमभास्वरत्वं लघुयुतेः ३६ दिनानि पूर्वं पश्चाद् वा भवति; तदा तिथ्यन्तरं ३१°, कला च पञ्चमीचन्द्रकलावत्। तदा शुक्रस्य भास्वरत्वं भासुरतमनक्षत्रस्य लुब्धकस्य भास्वरत्वाद् द्वादशगुणितम्। तदा दिवापि शुक्रः सूर्यस्य समीपं दृश्यते यदि तस्य रवेः स्थानं पूर्वविदितं भवेत्।[1]

शुक्रस्य भास्वरत्वकोटिः—४·३ मिता। अयं भुवः समीपतमवर्तित्वात्, बृहद्बिम्बवत्त्वात्, सूर्यसामीप्यात्, वायुमण्डलभावाच्च बहुप्रकाशवान् प्रतीयते। वायुमण्डलसोपस्थितेः ५१ प्रतिशतकिरणाः परावर्तन्तेऽस्य तलात्।

शुक्रस्य लघुयुतिप्रधानयुत्यादीनां दिनाङ्काः

प्रधानयुतिः	१ सितम्बर १९५५	१४ अप्रैल १९५७
पूर्वपरमेणान्तरं (सान्ध्यनक्षत्रम्)	१२ अप्रैल १९५६	१८ नवम्बर १९५७
लघुयुतिः	२२ जून १९५६	२८ जनवरी १९५८
पश्चपरमेणान्तर (प्रातर्नक्षत्रम्)	३१ अगस्त १९५६	९ अप्रैल १९५८

७२३ अन्वेषणम्

अतिभास्वरत्वात् सान्ध्यप्रकाशे प्रभातवेलायां सायंवेलायां वा शुक्रावलोकनं सर्वोत्तमम्, तथापि तस्य पृष्ठे कानिचनापि चिह्नानि न दृश्यन्ते। सम्पूर्णशुक्रे कानिचिच्चिह्नानि महाप्रयत्नै-

---

1. १९५६ तमे सितम्बरे मईमासस्य १६ दिनाङ्के, जुलाईमासस्य च २९ तमे दिनाङ्के शुक्रस्य परमभास्वरत्वमभवत्।

वेधेन ज्ञायता यान्ति, परन्तु काले काले परिवर्तनशीलानि तानि वायुमण्डलोद्भूता विभागा एव



शुक्रस्य नीललोहितोत्तरकिरणेषु गृहीतछायाचित्राणि
शुक्रपृष्ठचिह्नानि—[माउण्ट विल्सन वेधशाला]

प्रतीयन्ते । (द्रष्टव्य फोटोचित्रम्)

चिह्नाभावे शुक्रस्याक्षभ्रमणकालनिर्धारणमतिदुष्करम् । अद्यापि वर्तते मतद्वैधिर्यं
हो मि, हो मि
विद्यते । 'वैसिनी'महोदयेन २३ १५ 'श्रोटर'महोदयेन २३ २१ अक्षभ्रमणकालो निश्चित ।
अधुना बहुमतमिदं यदक्षभ्रमणकाल २०-दिनमित । परन्तु समस्येयमधुनापि जटिलैव ।
रश्मिविश्लेषकयन्त्रैरपि भ्रमणकालनिर्णयार्थं प्रयत्ना कृता, परन्तु तेऽपि निष्फला जाता ।

७.२४ शुक्रपृष्ठं वायुमण्डलञ्च

शुक्रस्य परिक्षेपणशक्ति ० ५९ मिता । अचिरात् पूर्वपतितद्दिमस्यापि परिक्षेपिणी शक्ति ० ५९ मिता । अत एवानुमीयते यद् महोऽयमधिकांशतया सम्पूर्णतया वा मेघावृतो धूलिलवायु मण्डलावृतो वा ।

शुक्रे वायुमण्डल वर्तत इति निश्चितमेव । शुक्रो यदा सूर्यनिम्ने सञ्चरण करोति तदा तस्य श्यामलबिम्ब परित किञ्चिद्भास्वत्परिमण्डल दृश्यते । सञ्चरणकाले वेधेन निश्चीयते यत् शुक्रवायुमण्डलस्य परिमाण ५५ क्रोशार्धमितम् । परन्तु कानि कानि तत्त्वानि सन्ति तत्रेति न कोऽपि निश्चयो जात । यर्णच्छत्रेण 'कार्बनडाई आक्साइड'स्योपस्थिति सूच्यते, परन्तु 'ओषजनस्य' जलवाष्पस्य चिह्नान्यपि न विद्यन्ते ।

७.२५ तापक्रम.

प्रकाशितभागस्य तापक्रम ५५° सेन्टीग्रेडमित, अप्रकाशितभागस्तु २०° सेन्टीग्रेडमित । परन्तु 'कार्बनडाई आक्साइड'वाष्प तापक्रम वर्धयति, अत एव शुक्रस्य पृष्ठ तापक्रम शतसेन्टी ग्रेडाधिको भविष्यति । तत्र धूलिमयप्रभञ्जना सदैव चलन्तो दृश्यन्ते ।

७ २६ शुक्रस्य संक्रमणानि

बुधस्येव (§ ७ १९) शुक्रस्यापि सङ्क्रमणानि सूर्यबिम्बे दृश्यन्ते। पृथिवी शुक्रस्य क्रान्ति सपातौ जूनमासस्य सप्तमदिनाङ्के, दिसम्बरमासस्य नवमदिनाङ्के चोल्लङ्घयति, अत एव लघुयुति ५-जूनत ९ जूनपर्यन्त, ७ दिसम्बरत ११ दिसम्बरपर्यन्त वा भवति, तर्हि शुक्रस्य सङ्क्रमणमवलोक्यते। शुक्रसङ्क्रमणानि सूर्यदूरत्वनिर्धारणप्रक्रियायां महत्त्वपूर्णानि सन्ति (द्रष्टव्य § ५ १२)। निम्नकारिण्या १६०० खिस्ताब्दत २२०० खिस्ताब्दपर्यन्त दृश्यमानानां शुक्र सङ्क्रमणानां दिनाङ्का दीयन्ते—

दिनाङ्क		कालान्तरम्
७ दिसम्बर	१६३१	८ वर्षा
४ दिसम्बर	१६३१	१२१½ ,,
६ जून	१७६१	८ ,,
३ जून	१७६१	१०५½ ,,
९ दिसम्बर	१८७४	८ ,,
६ दिसम्बर	१८८२	१२१ ,,
८ जून	२००४	८ ,,
६ जून	२०१२	१०५½ ,,
१० दिसम्बर	२११७	८ ,,
८ दिसम्बर	२१२५	

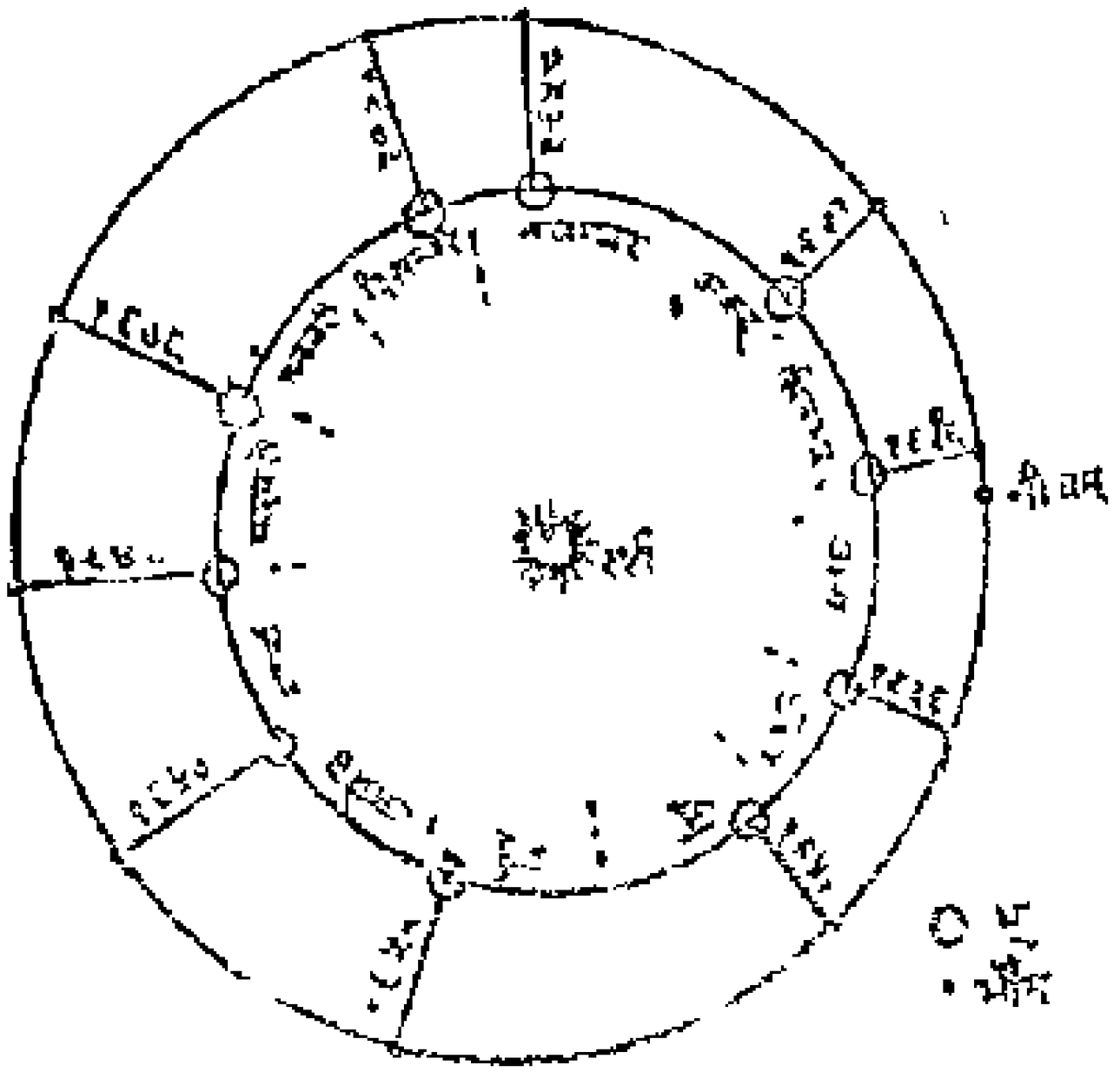
भौम

बहिर्ग्रहाणामस्मत्समीपतमो भौमो रक्तवर्णत्वात् सरलतया नक्षत्राणां मध्येऽभिज्ञायते। अन्य ग्रहा प्रायेण तु पूर्णा सन्ति, यदि कदाचिच्च कलाहानिर्भवति, तथापि चन्द्रस्य शुक्लपक्षीय नवोदयीक्ला इव क्षीणा दृश्यन्ते। पुनश्च भौमस्य, अन्येषां बहिर्ग्रहाणां वा, इनान्तरं ०° अंशात् १८० अंशपर्यन्तं सम्भवम्, अत एव बहिर्ग्रहा भौमो वा निशायां सूर्यास्तात् सूर्योदयकालपर्यन्तं मवलोक्यन्ते।

७ २१ सर्वानुकूलप्रेक्षणीयता

बहिर्ग्रहस्य सर्वानुकूलप्रेक्षणीयता षड्भान्तरे (प्रतियोगे) भवति, यत षड्भान्तरे सोऽस्माकं समीपतमो वर्तते, रात्र्याश्च सर्वग्रहेषु न दृश्यते। परन्तु प्रत्येकस्मिन् प्रतियोगे भौमस्य प्रेक्षणीयता नानुकूला, यत प्रत्येकस्मिन् प्रतियोगे भौमस्य दूरत्वं न समम्। भौमस्य कक्षाया उत्केन्द्रिता पर्याप्ता ०.०९ मिता, नीचस्थभौमस्य सूर्याद् दूरत्वमुच्चस्थभौमस्य सूर्याद् दूरत्वात् पर्याप्तं भिन्नम्। एवं भौमस्य सर्वाधिकानुकूलप्रेक्षणीयता नीचसमीपवर्तिप्रतियोग एव भवति। अस्या स्थित्या भौमस्य मुखो दूरत्वं केवलं ३,५०,००,००० क्रोशार्धमेव।

अत्र स्थापिते चित्रे विभिन्नप्रतियोगाः सूचिताः । १९५६ तमे सिम्नाब्दे सितम्बरमासस्य सप्तम



योगस्य प्रतियोगाना भूव विभिन्नानि सूत्राणानि

दिनाङ्के भौमस्य सर्वाधिकानुकूलप्रेक्षणीयताभवत् । तद्दिने भौमः सायनगणना कुम्भराशौ स्थितः, बिम्बव्यासश्च तस्य २५·—विकलामित आसीत् ।

७.३२ परिक्रमणम्

भौमः सूर्यं परितः ६८७ दिनेषु (१·८८०८१ वर्षेषु) परिभ्रमति । दीर्घवृत्तस्योत्केन्द्रिता पर्याप्ता ·०९३३ मितास्ति । कक्षाणमनञ्च १°५१' मितमस्ति । युतिसाल्दञ्च सौरमण्डले दीर्घतमो ७८० दिनमितः ।

७·३३ अक्षभ्रमणम्

भौमपृष्ठे चिह्नानि वर्तन्ते, अतोऽक्षभ्रमणकालस्यानयनं न दुष्करम् । 'वैकिनी' महोदयेन

हो मि हो मि से

राः २४ ४० मितो निरिचतः, अधुना ज्योतिर्गणकैः २४ ३७ २२·५८-मितो निर्धारितः ।

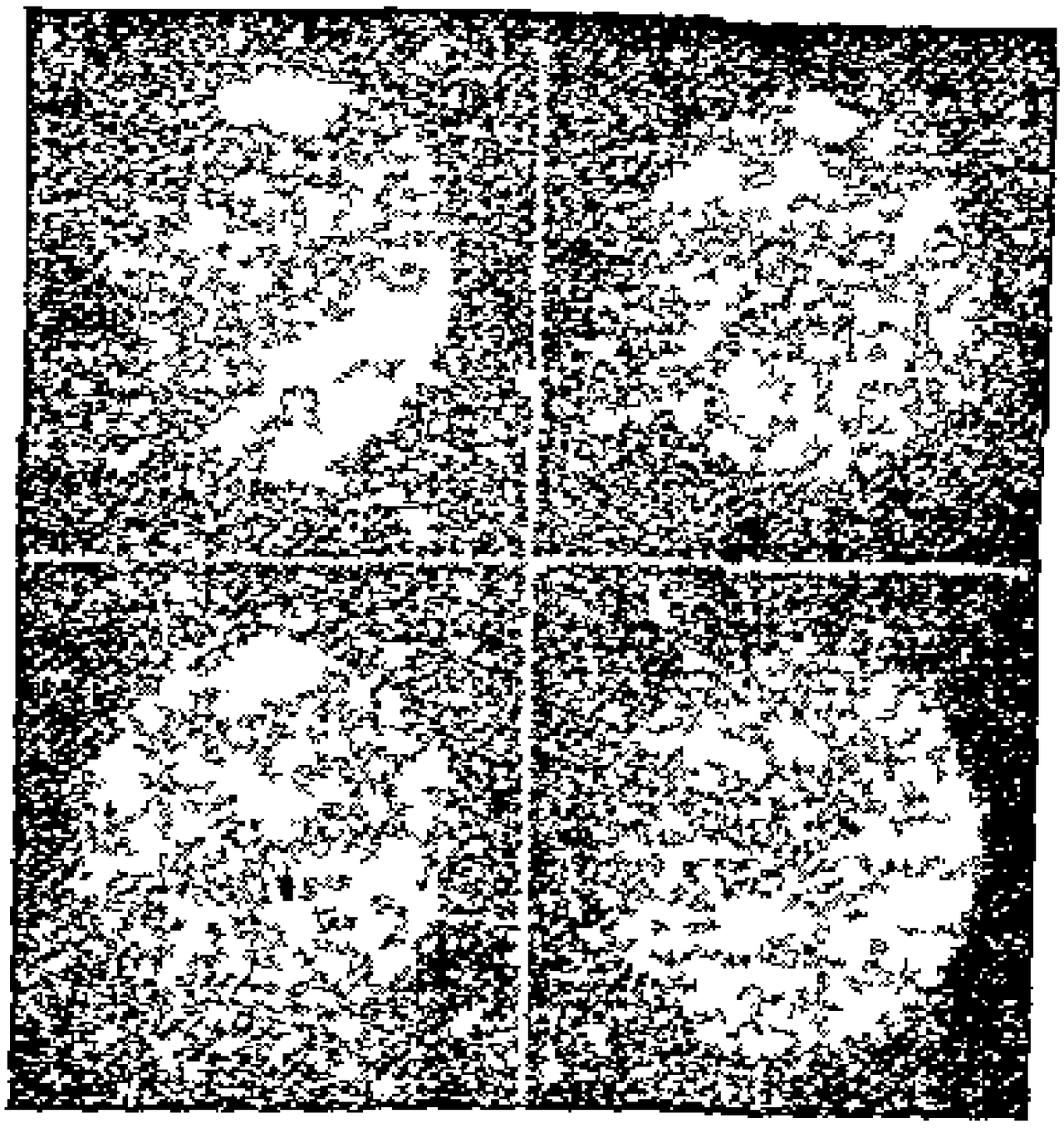
[पृथिव्या अक्षभ्रमणकालो भौमस्याक्षभ्रमणकालेन किञ्चित्समः एव, अतो भूपृष्ठस्थपुरुषाय भौमपृष्ठचिह्नान्यतिमन्दगत्या पश्चिमभागं गच्छन्ति दृश्यन्ते, २८ दिनेभ्यानि पूर्वस्थानमेव क्रमन्ते । यूरोपीयदेशेषु गत २७·१ वर्षेषु भौमचित्राणि लिखितानि प्राप्यन्ते, तेषां तुलनात्मकाध्ययनात् अक्षभ्रमणकालः सरलतया आनीयते ।

अस्या ध्रुवनिम्नतायाः मानं पृथिव्या ध्रुवनिम्नतामानादधिकं परं किन्तु । अत एव ध्रुवौ २५ क्रोशार्धमिता निम्नतां भजेते ।

७ ३४ भौमे ऋतव

यथा पृथिव्या निरक्षरेखा क्रान्तिवृत्ताद् २३½ अंशमित तिर्यक्, तथैव भौमस्य २४½ अंशमित तिर्यक्। अक्षतिर्यक्त्वाद् भौमध्रुवावपि पार्थिवध्रुवाविव क्रमेण सूर्याभिमुखता भजेते। अस्माकमृतव इव तत्रापि ऋतव सन्ति, परन्तु तेषां कालावधि प्रायो द्विगुणित। भौमकक्षाया उत्केन्द्रिता पर्याप्ता, अत शैत्यौष्ण्ये सूर्यदूरत्वापेक्षिणी।

मई ११ जून २२



मई २९ जुलाइ २१

भौमे ऋतुजनितपरिवर्तनानि (भौमतिथि)

[लाबेर वेधशाल]

दक्षिणध्रुव यदा शीतर्तुमंवति तदा भाम उच्चस्थो वर्तते, यदा ग्रीष्मर्तुर्भवति तदा नीचस्थो वर्तते, उत्तरार्धे च विपरीत भवति। अत एव दक्षिणार्धे शीतमाना, औष्ण्यमानत्वल्पाधिका। अनेन दक्षिणध्रुवे हिममयप्रदेशा अत्यधिक हिममया भवन्ति, शीघ्रञ्च तत्र ग्रीष्मे ता हिमशिला द्रवन्ति। उपरि दत्तचित्रेगेद स्पष्ट भविष्यति, यद्यपि तनेदमवधारणीय यद् दूरदृश्यत्वे दिशा व्यत्यासो भवति, अत एव कोणोचिते दक्षिणध्रुव उपरि भागे दृश्यते।

७ ३५ वायुमण्डलम्

भौम वायुमण्डलमस्ति, परन्तु तत् पार्थिववायुमण्डलापेक्षया तुच्छतरम्। कदाचित्तत्र आक्सीजन नास्ति, यथास्माक पर्वतशृङ्गेषु वायुरिवोष्मामानकञ्च आसादनम्। तत्र 'कार्बन डाइ आक्साइड' वाष्प पर्याप्तमात्रया वर्तते।

वायुमण्डलभावस्य सन्ति नैकान्यत्र प्रमाणानि। मुख्यान्येवाधो दीयन्ते—

(१) भौमस्य परिक्षेपणशक्तिः ०.१५ मिता। इयं चान्द्रपरिक्षेपणशक्तेर्बोधपरिक्षेपणशक्तेश्च प्रायेण द्विगुणिता, परन्तु शुक्रीयपरिक्षेपणशक्तेरल्पा। अत एव भौमे विरलं वायुमण्डलमस्ति।

(२) विरला श्वेताभमेघा यदा कदा दृश्यन्ते। वायुमण्डलं विना मेघानामुपस्थितिरसम्भवा।

(३) ध्रुवप्रदेशे शीतकाले पतितो हिमराशिः शिघ्रं वसन्ते द्रवीभवति। वाष्पाणां घनत्वाद् हि हिमपातो भवति, वायुमण्डलं विना च वाष्पाणि न वर्तन्ते।

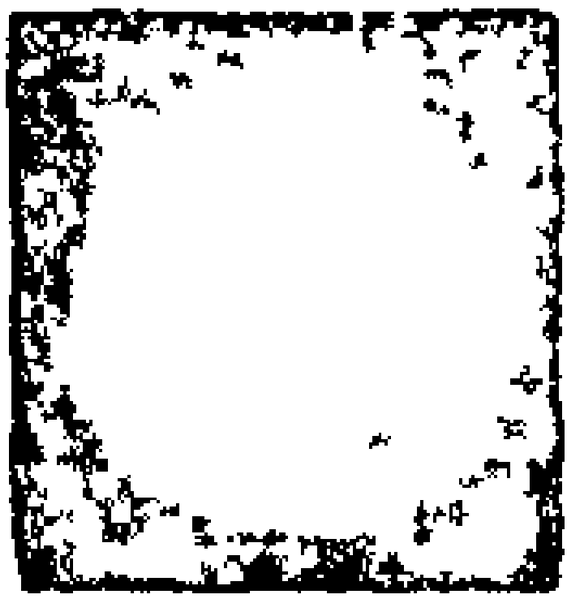
(४) भौमे सूर्योदयानन्तरं पूर्वदिशायां भौमपृष्ठे श्वेतपट्टिकैका दृश्यते। सा च वस्तुतो हिमजनिता कुज्झटिकाजनिता वा, अत एव वायुमण्डलं तत्र निश्चयतो वर्तते।

(५) काले काले भौमपृष्ठे वायोरचलत्वो दृश्यन्ते।

(६) सान्ध्यप्रकाशाख्यश्चैक प्रमाणम्। § २५४ तमे व्याख्यातं यद् वायुमण्डलमात्रे सान्ध्यप्रकाशोत्पादकः पृथिव्या इवात्र भौमपृष्ठेऽपि सान्ध्यप्रकाशप्रतिफलनानि लोक्यन्ते, अत एव तत्रापि वायुमण्डलं वर्तते।

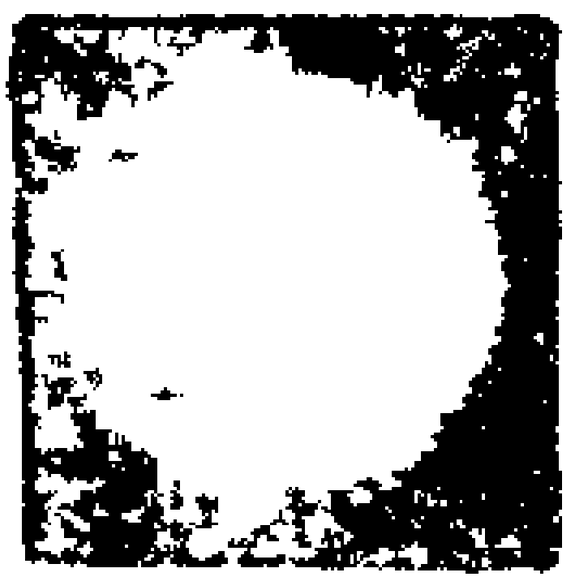
(७) 'राइट' महोदयेन 'लिक'वेधशालायामीक्षितानि चित्राणि महीयांसि 'मंगल' ग्रहे विविधवर्णानां वलयानि व्यचयिषत। नीलोदधिवलयस्यान्तरे भौमविजयस्तम्भ

नीलोदधिवलय



उपरि







चित्रागतबिम्बात् किञ्चिद् बृहत्तरम्' (द्रष्टव्यमत्र १४० पृष्ठस्य फोटोचित्रम्), अत एव भौमे वायुमण्डलम्।

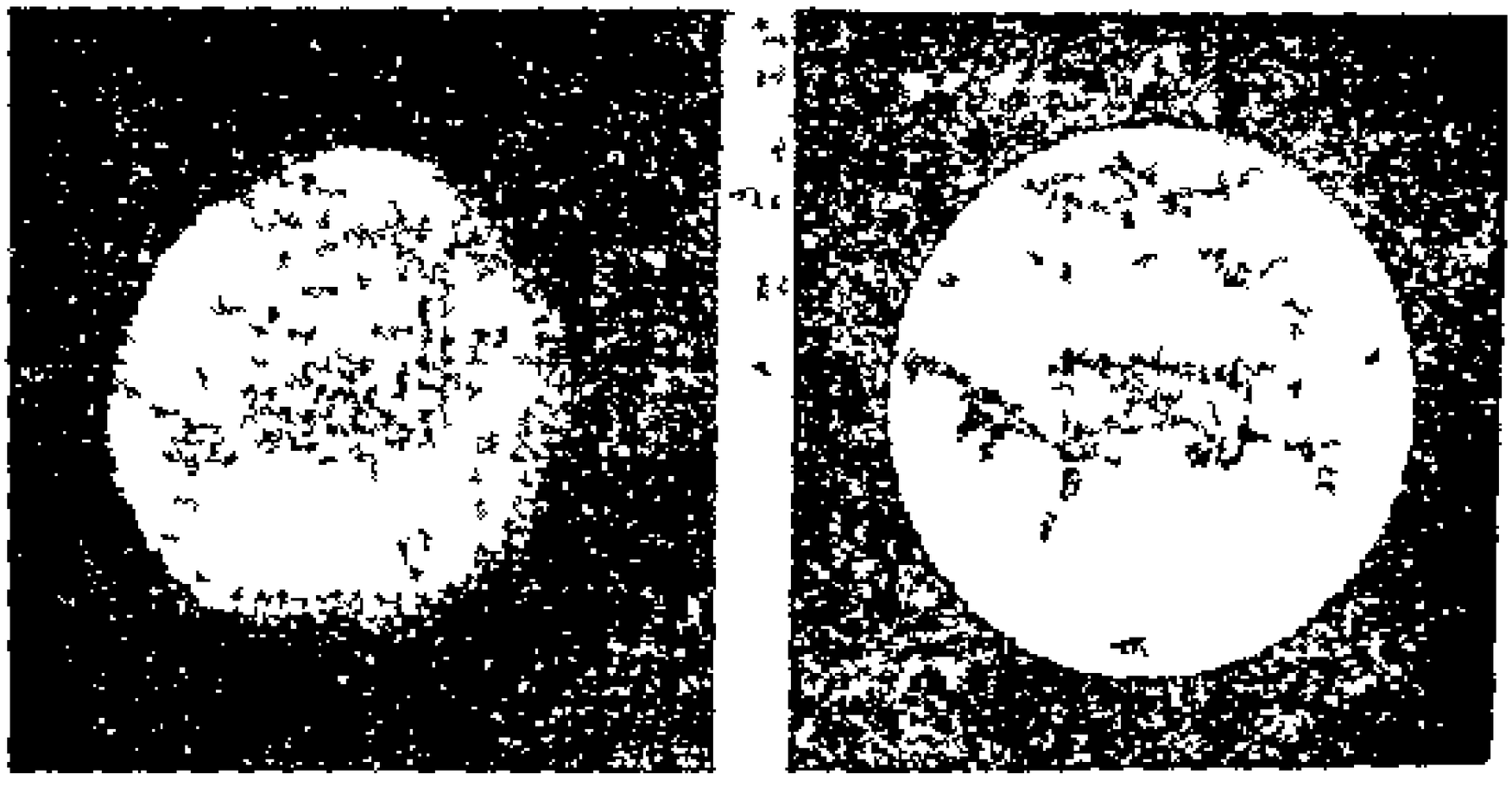
७.३६ तापक्रमः

'रेडियो मीट्रिक'पद्धत्या तापक्रमो मापयते। विषुवशान्तेष्वपि मध्याह्ने तापक्रमः १२ सेन्टीमेटादधिको न भवति। प्रातःकाले तापक्रमः −८५° सेन्टीग्रेडमित। भौमवायुमण्डलमति विरलम्, अतो दिवसलब्धौष्ण्यं झटिति महाकाशे विलीयते। एवं तत्र दिवसा शीतलः, रजन्यश्चात्यन्तशीता यथास्माकं ध्रुवप्रदेशयोः।

७.३७ पृष्ठचिह्नानि

भौमस्य ध्रुवप्रदेशयो श्वेतचिह्नान्यवलोक्यन्ते। एतानि चिह्नानि शीतकालपतितहिमराशि जनितानीति न कोऽपि सन्देहः। श्वेतचिह्नानि ऋत्वनुसारं वर्धन्ते ह्रीयन्ते (द्रष्टव्य § ७.३४-तमे दत्तं फोटोचित्रम्) च।

हिमश्वेतानि विहाय दृश्यन्ते क्वचिद् हरितचिह्नानि, क्वचिद् रक्तचिह्नानि च। हरितचिह्नानि प्रायः पृष्ठस्य $\frac{2}{3}$ भागेषु विस्तृतानि, फोटोचित्रे च श्यामलानि दृश्यन्ते (द्रष्टव्यमधो दत्तं फोटोचित्रम्)। एतानि प्रायो दक्षिणगोलार्धे विद्यन्ते। रक्तचिह्नानि प्रायः पृष्ठार्धभागे विस्तृ-



भौमस्य

फोटोचित्रम् यराचित्रम्

[लिक-वेधशाला]

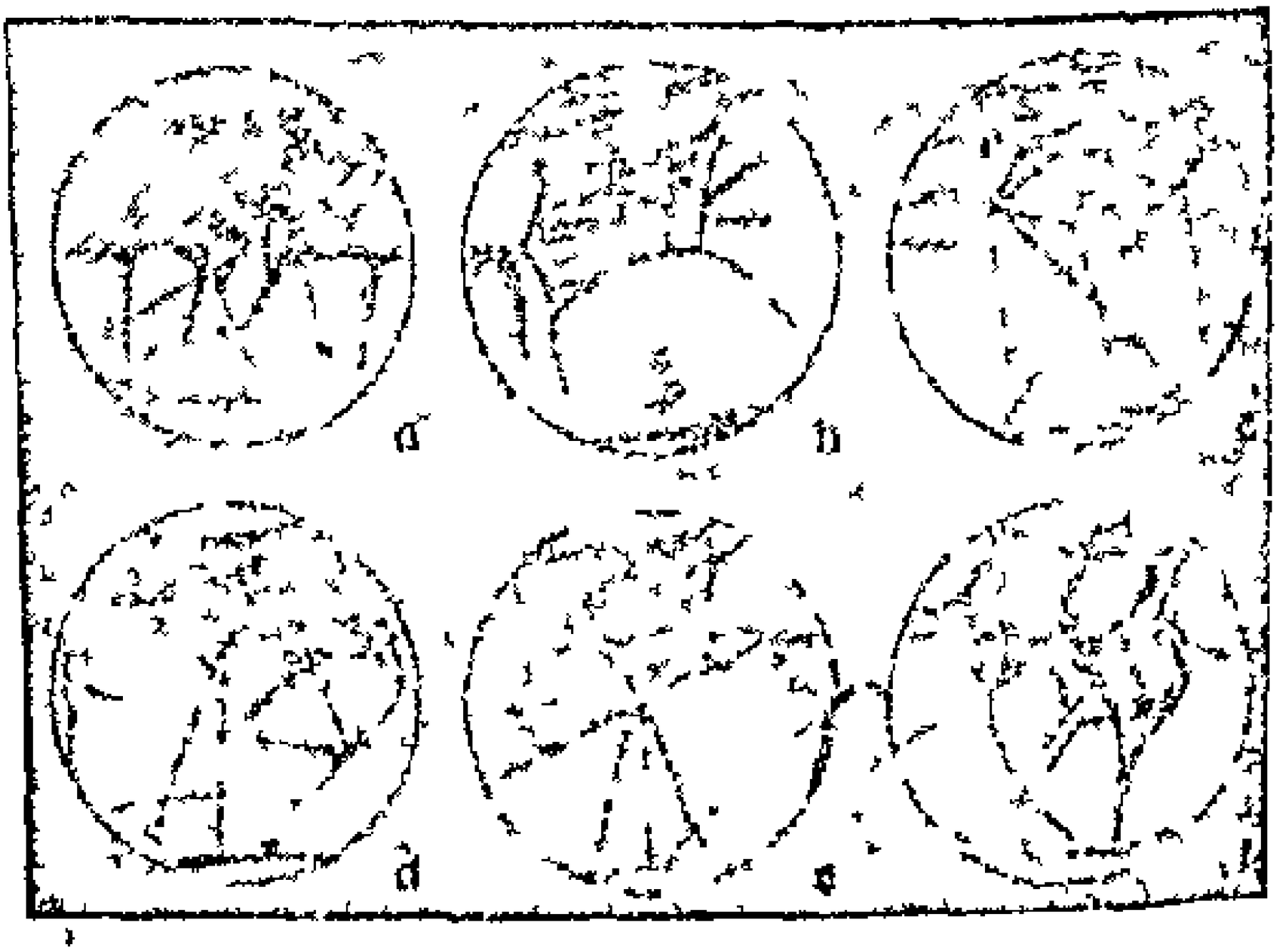
र्णानि, फोटोचित्रे च श्वेतवर्णानि दृश्यन्ते। एतानि च मुख्यतयोत्तरीयगोलार्धे[1] विद्यन्ते। हरितचिह्नानि वस्तुतो जलप्रदेशाः, रक्तचिह्नानि च स्थलप्रदेशा इति ज्योतिर्विदामनुमानम्।

---

१. उपरक्तकिरणा वायुमण्डलं भित्त्वा प्रविशन्ति नीललोहितोत्तरकिरणास्तु वायुमण्डलं न प्रविशन्ति, अत एव नीललोहितोत्तरध्रुवाचित्रं किञ्चिद् बृहत्।

भौमस्य चित्रपट्यपि कल्पितानि। तत्र स्थानानां नामान्यपि दत्तानि। तत्र सन्ति महाद्वीपा महासागराश्च (वस्तुतस्तत्र महासागरा न सन्ति)। अस्मिन् चित्रपट्यनिर्माणकार्ये सर्वाधिकपरीक्षणानि कृतानि 'इटली'निवासिना 'शियपैरेली'महोदयेन। १८७७-तमे खिस्ताब्दे तेन भौमपृष्ठे हरिद्वर्णा ऋजुरेखा दृष्टा, ताश्च 'कैनालि'नाम्ना विज्ञापिता।

एता हरिद्वर्णा ऋजुरेखा वस्तुत किंपदार्थका इति विवादास्पदो विषय। 'शियपैरेली' महोदयेन तेषां सद्भाव. सर्वप्रथममुद्घोषित, तथाप्यद्यपर्यन्त केचिद् ज्योतिर्विदस्ता पश्यन्ति, केचिच्च न पश्यन्ति। 'शिए'महोदयेनापि विस्तरेण व्याख्यातम्। तत्र मतद्वयं साधो दीयते—



भौमस्य पट्टानि याणि जुलाई १०४१ अगस्त १०४१

[मातेरनिवासी मेयराना]

भौम पदाचित् पृथिवीसदृश आर्यात्। यदि तत्र भौमे शीतलोऽभवत्, अद्यत्वे यथा चन्द्रवद् मृतो नास्ति, तथापि पञ्चाशत् शतवर्षेभ्यः। तत्र समुद्रसदृशानि स्थानानि सन्ति, तानि रक्तवर्णानि दृश्यन्ते। यानि हरिद्वर्णस्थलानि तानि हरितभूमय सन्ति। भौमे वा दुर्भगा, परन्तु भौमवासिनोऽतिशिल्पविज्ञा विद्यन्ते। ते आवश्यकानुसारं कृत्रिमा वर्षा, भीषणां शुष्कतामतिक्रम्य तापविद्युन्मेघानु प्रापयन्ति ते निवर्तिता पृथिवीसं वृक्षान्त। यत्रतत्र रेखा दृश्यन्ते तत्र जलप्रवाहा सन्ति।

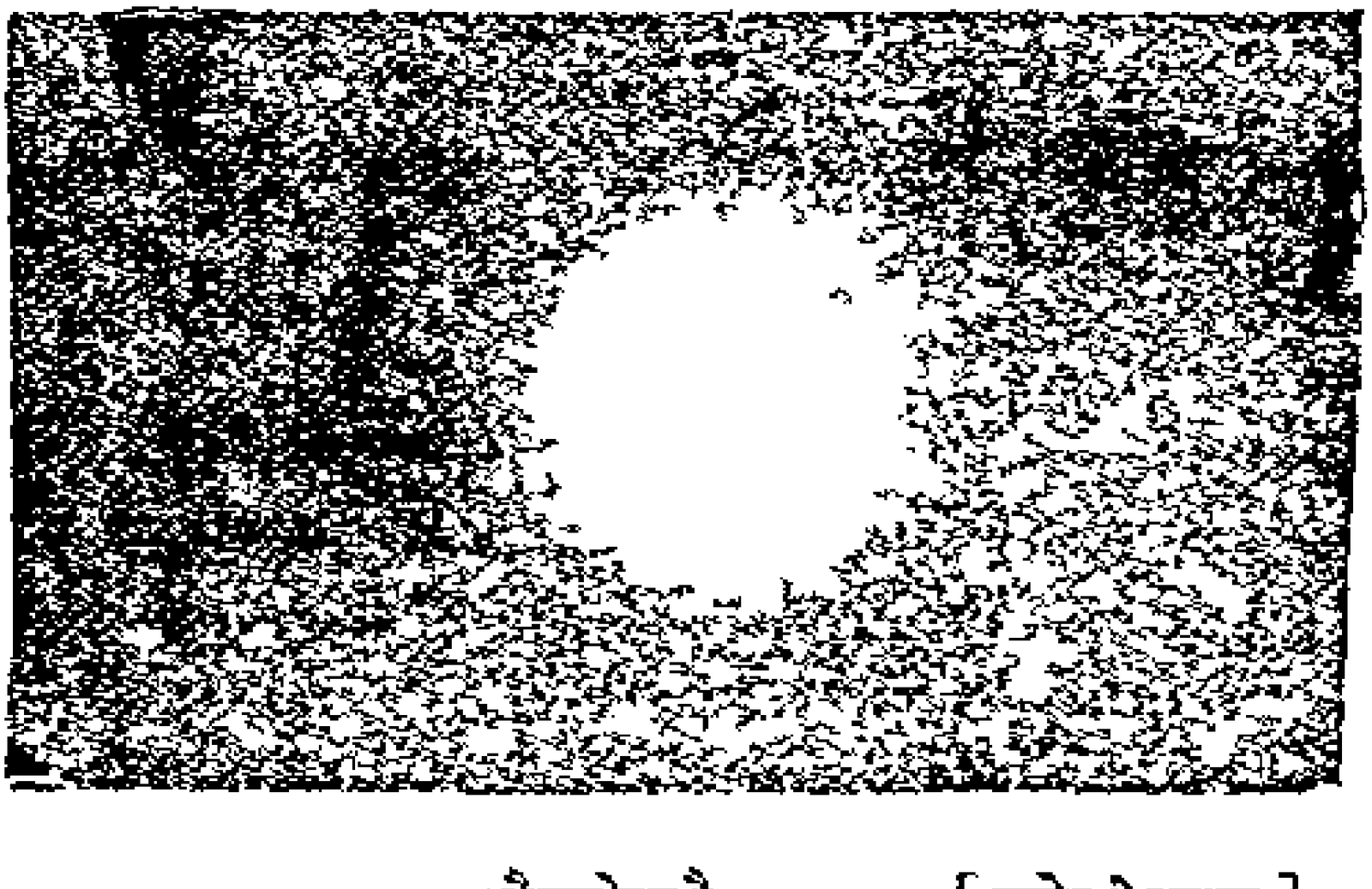
७ ३८ उपसंहार

भुवश्च उपग्रहश्चन्द्रनाम्ना प्रसिद्ध, परन्तु भौमस्य द्वावुपग्रहौ। तौ सूक्ष्मौ स्तो, परन्तु सौरजगति [illegible] तत्र सर्वश्रेष्ठ, तत्समीपवर्तिनश्चौ—प्रथमो

'फोबस'नामक केन्द्र दशकोणार्धमितव्यासम्, द्वितीयो 'डाइमस नामक केन्द्र पञ्चकोणार्ध मितव्यासम् ।

तारकाविषयेऽपि चन्द्राद् भिन्नौ । प्रथमस्य फोबस्याभ्रमणात् केवलमहोरात्रमितः, अत एव यावति काले भौमः एकमधश्रमणं करोति, स तावति काले त्रीण्यधश्रमणानि करोति ।

डाइमस फोबस



भौमस्योपग्रहौ [लवेन्द्र वेधशाल]

एवमस्योपग्रहस्याहोरात्रमितमासो ग्रहस्य सान्यदधिकलघून । अत एव रात्रौ स पश्चिमे भाग उदेति, ४½ होरान्तरमस्तमेति, एकस्मादेव रात्रावस्य ह्रासवृद्धी पूर्णिमा च भवितुम् (कदाचिदेकस्मादेव रात्रौ द्विवारमप्युपग्रहोदयः स्यात्) ।

हो मि

द्वितीयस्य 'डाइमसस्य' प्रदक्षिणकालो (३१ १८ मितः) भौमाभ्रमणकालात् किञ्चिद धिकः । यथा यथाऽभ्रमणाद् भौमपृष्ठे स्थानविशेषः पश्चिमं गच्छति, तथा तथा तेन उहोपग्रहः पश्चिमं गच्छति, अत एव विदिवसमर्यन्तं 'डाइमसः' अस्तं न याति, एतावति च कालेऽस्य द्विवारमेवास्य पूर्णिमा च भवति ।

द्वावुपग्रहौ महादूरत्वेन स्थितौ । प्रथमस्य भौमाद् दूरत्वं ५,८०० क्रोशार्धमितम्, द्वितीयस्य च १४,६०० क्रोशार्धमितम् ।

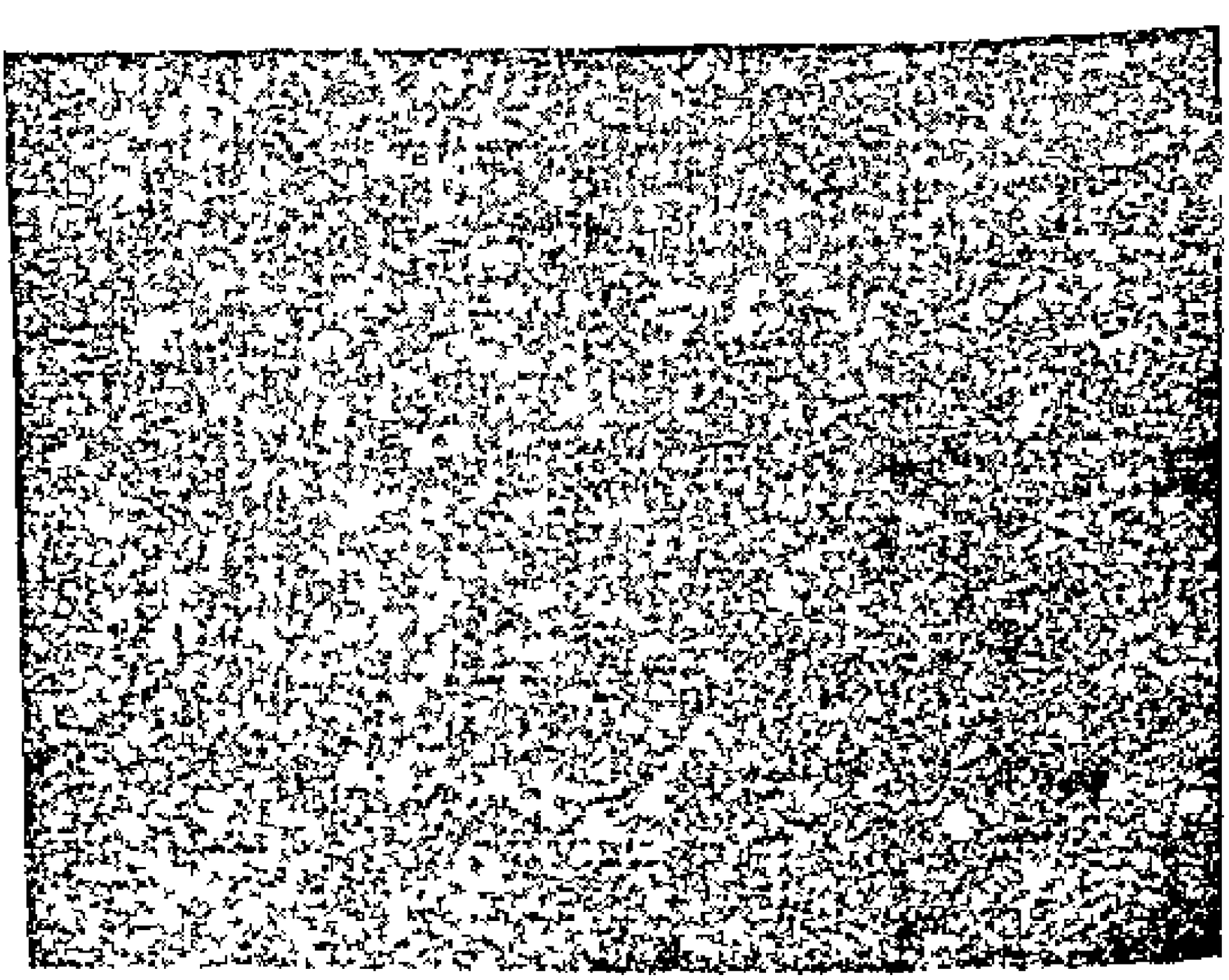
—सारिणी—

नाम	दिनैकवारं	उपग्रहस्य भ्रमाद् दूरत्वम्	परिक्रमणकालः दि हो मि	व्यासमानम् गतिकोटिः	
फोबस	'हाल'महोदयः	१८७७	५,८००	०-७-३९	१० (') +१२
डाइमस	,, ,,	,,	१४,६००	१-५-१८	० (') +१३

७·४१ अवान्तरग्रहाः

ग्रहाणां सूर्याद् दूरत्वकण्ठशीकरणे 'बोड'नियमोऽतिप्रसिद्धः[1], परन्तु १७७२ तमे खिस्ताब्दे प्रथमप्रतिपादनावसरे एवास्मिन्नियमे आसीदेकोऽपवादः। भौमगुरुमध्यान्तरे २·८ मितस्थाने कोऽपि ग्रहो दृष्टो नासीत्। ज्योतिर्विद्भिस्तत्र ग्रहोपलब्धये महान्तः प्रयत्नाः कृताः, परन्तु ते सर्वथा निष्फला जाताः। खिस्ताब्दे १७८१ तमे वरुणोपलब्धि'र्बोड' नियमागते स्थाने १९·६ मितस्थाने जाता। अनेनोत्साहिता ज्योतिर्विदः पुनर्ग्रहदर्शनाय प्रयत्नसहस्राण्यकुर्वन्। खिस्ताब्दे १८०१ तमे जनवरीमासस्य प्रथमदिनाङ्के यदा 'पिआजी'महोदय आकाशस्य तस्य क्षेत्रस्य नक्षत्रमानचित्रलेखनार्थं चेष्टान् कुर्वन्नासीद् तदाऽस्माद् दृष्टवान् २·८ मितस्थाने एकं चलं प्रकाशबिन्दुम्। स च दर्शनत्यागिरानन्तरं सूर्यसामीप्याद् लुप्तोऽभवत्, परन्तु 'गाउस'महोदयेन गणितेन तस्य बिन्दोः कक्षा निर्धारिता। चर्यानन्तरं स प्रकाशबिन्दुर्गणितागतस्थाने पुनर्दृष्टिपथमागच्छत्। तस्य ग्रहत्वमेव मुख्यापितमासीत्, तस्य च नाम 'सेरेस' इति कृतम्।

खिस्ताब्दे १८०२–तमे 'सेरेस्' अन्विष्यता 'ओल्बर्स'महोदयेनैकोऽपरो ग्रहः 'पैलस'-नामकः प्राप्तः। १८०४–तमे खिस्ताब्दे 'जूनो' नामकग्रह उपलब्धः, १८०७–तमे खिस्ताब्दे च



ग्रहाणामवान्तरग्रहाणां क्रमणचिह्नानि [प्रो० शुक्ल]

सर्वाधिकभास्वरो 'वेस्टा'नामा। ततः प्रतिवर्षं नूतना नूतना ग्रहा दर्शनपथमायाताः। १८९१ खिस्ताब्दपर्यन्तं चतुःशताधिकाः २२२–सङ्ख्यकाः ग्रहा आगन्। परन्तु तत्पर्यन्तमन्वेषणकार्यं प्रथमं

---

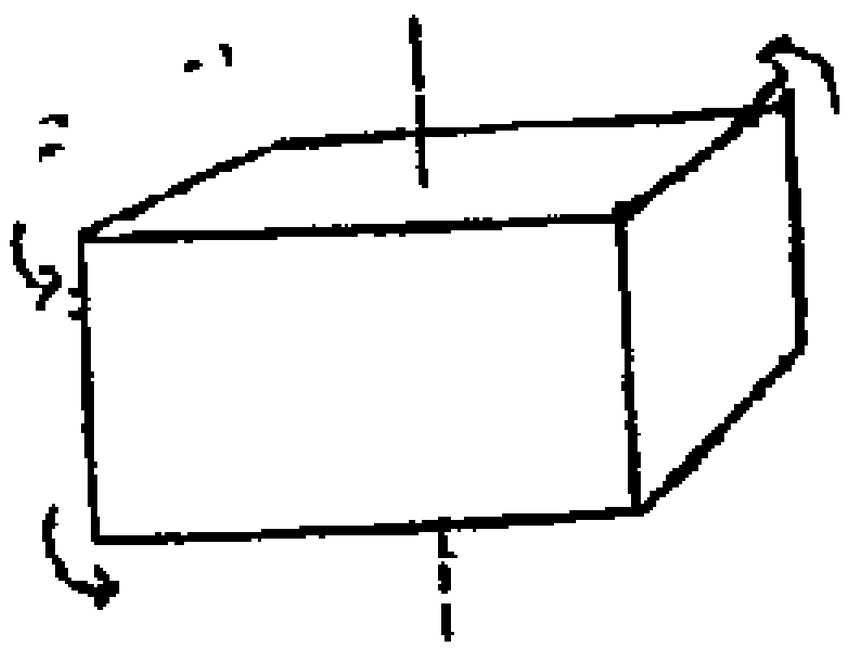
१ द्रष्टव्य. § ६·४

तया चाक्षुषोपायैरेव कृतम्। अधुना फोटोचित्रोपलब्ध्यानान्तरग्रहाः सरलतयान्विष्यन्ते। पृथिवी गतिसमन्वितेन चलितेन दूरदर्शकयन्त्रेण, फोटोफलके होराद्वयस्य होरात्रयस्य प्रकाशदर्शनं प्रदाय फोटोचित्रं गृह्यते। अस्मिन् चित्रे नक्षत्राण्यचलत्वाद् बिन्दव इव दृश्यन्ते, परन्त्वान्तरग्रहा गतिशीलत्वात् क्रमणचिह्नरूपेण लक्ष्यन्ते।[1] अनेन विधिना प्रायः १,५०० सङ्ख्याका अन्तरग्रहा उपलब्धाः सन्ति।

७ ४२ विस्तार आकारश्च

अन्तरग्रहाणां परिमाणमत्यल्पकम्। यदेते सर्वे १५०० सङ्ख्याका मिलित्वैकः पिण्डो भवेयुः, तर्हि स पिण्डश्चन्द्रतुल्यो भवेत्। अन्तरग्रहेषु कतिपयास्त्यन्तरग्रहाः केवलं क्रोशार्धं मितव्यासकाः। प्रायेण च तेषां व्यासाः ५०-क्रोशार्धात्समितः। प्रायो दशसङ्ख्याकानां व्यासः शतक्रोशार्धाधिकोऽस्ति। 'वेस्ता'नामकस्य व्यासः २४१-क्रोशार्धमितः, पैलसस्य ३०६ क्रोशार्धमितः, विशालतमस्य सेरेसस्य च ४८०-क्रोशार्धमितः।

कतिपयानां लघुपरिमाणकानामन्तरग्रहाणामाकारो गोलेतरोऽस्ति। 'एरोस'ग्रहस्य आकार इष्टिकाकारः, इष्टिकामध्यस्थितोर्ध्वाधररेखा परितोऽयमक्षभ्रमणं करोति। अस्या इष्टिकायाः परिमाणानि १५ क्रोशार्धानि × ५ क्रोशार्धानि × ५ क्रोशार्धानि सन्ति।



७ ४३ परिक्रमणानि

प्रायेण कक्षा वृत्ताभाः अयनेषद्वृत्ताभाः सन्ति। ग्रहाश्च सर्वे राशिचक्रे भ्रमन्ति, कक्षा णमनञ्च क्रान्तिवृत्तादत्यधिकं न। परन्तु सन्ति केचन येषां विचित्रा गतिः। 'हिडलो'नामकस्योत्केन्द्रिता ६६ मिता, कक्षाणमनञ्च ४३° मितम्। अन्योबिन्दुः शनिकक्षायाः समीपं चलति।

सर्वे एते ग्रहाः पश्चिमतः पूर्वं गच्छन्ति। एषां परिक्रमणकालः ३½-वर्षादारभ्य ६-वर्षपर्यन्तमस्ति।

गुरुः

गुरुविशेषावशात्तु च भौमं विहाय ग्रहाणां भासुरतमो गुरुः। ग्रहाणां मध्ये विशालतमस्यापेक्षभ्रमणकालो न्यूनतमः। अस्य बिम्बे मेखलाः दृश्यन्ते, एकादशसङ्ख्याकाश्चास्योपग्रहाः सन्ति, अत एव दूरदर्शकेऽस्यादभुतं दर्शनम्।

---

[1] पूर्वं प्रथमं क्रमणचिह्नेनानुमोदते ग्रहवत्ता, पुनर्दूरदर्शकयन्त्रमेव भ्राम्यते यद् नक्षत्राणि तदा क्रमणचिह्नरूपेण दृश्यन्ते, ग्रहाश्च बिन्दुरूपेण। अनया पद्धत्या प्रदाय दीर्घप्रकाशदर्शनं धूमिलग्रहा अपि लभ्यन्ते।

७.५१ परिभ्रमणम्

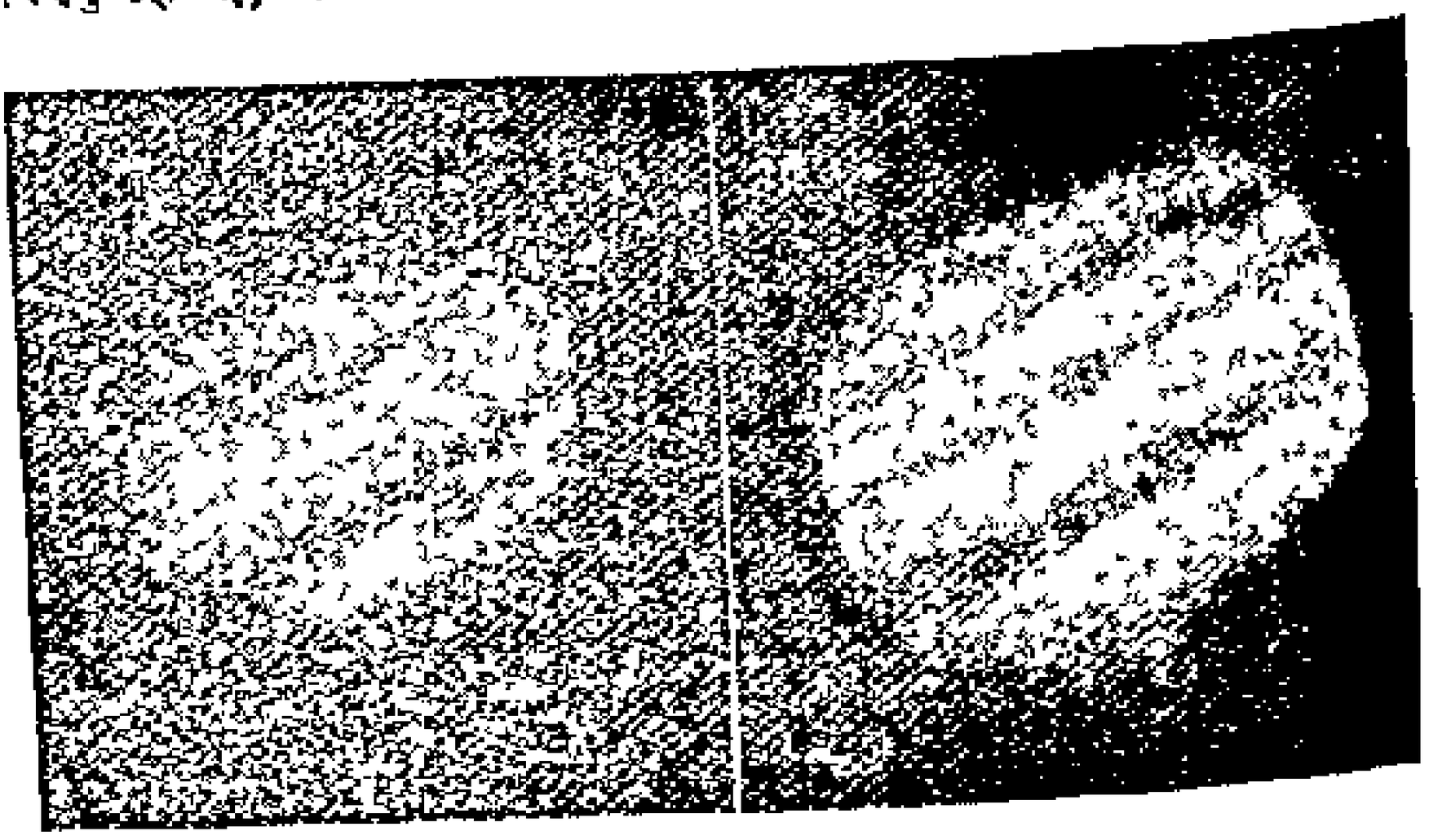
गुरुः सूर्यं परितः ४३३२.६ दिनेषु (११.८६–वर्षेषु वा) परिभ्रमति। दीर्घवृत्ताकार-कक्षाया मध्यमकर्णः ४८,३३,००,००० क्रोशार्धमितः, सूर्यादल्पतमदूरत्वं ४६,००,००,००० क्रोशार्धानि, दीर्घतमदूरत्वञ्च ५०,६०,००,००० क्रोशार्धानि। दीर्घवृत्तस्योत्केन्द्रिता ०४८३ मिता। युतिकालश्च ३९९ दिनानि लभ्यते। युतौ गुरोर्भुवो दूरत्वं ५,६७,००,००० क्रोशार्धानि भवति, प्रतियोगे (षड्भान्तरे) च केवल ३,९०,००,००० क्रोशार्धानि। युतौ बिम्बव्यासः ३२ विकलामितः, सर्वानुकूलप्रतियोगे च ५० विकलामितो भवति।

७.५२ अक्षभ्रमणम्

गुरुपृष्ठे चिह्नानि दृश्यन्ते, अत एवाक्षभ्रमणकालनिर्णये सरलता विद्यते। विषुवप्रदेशाः ९ह्रो ५०मि २५से समयेन, मध्यमकटिबन्धप्रदेशाश्च ९ह्रो ५५मि ४०से समयेनैकमक्षभ्रमणं कुर्वन्ति। अक्षभ्रमणवेगस्यातित्वरत्वाद् ध्रुवनिम्नता $\frac{१}{१७}$ लभ्यते, अर्थाद् ध्रुवलम्बव्यासमान ८२,८०० क्रोशार्धानि, विषुवल्लम्बव्यासमानञ्च ८८,७०० क्रोशार्धानि।

७.५३ वायुमण्डलं तापक्रमश्च

गुरौ वायुमण्डलं वर्तत इति निर्विवादम्। निम्नफोटोचित्रद्वये एकं फोटोचित्रं नीललोहितो रश्मिकिरणेषु गृहीतम्, द्वितीयञ्चोपरक्तकिरणेषु गृहीतम्। उपरक्तच्छायाचित्रागतचित्रं नीललोहितो



उपरक्तो नीललोहितोत्तरे

गुरोरुपरक्ते नीललोहितोत्तरे छायाचित्रे

(एक एवाग्रः, न्यूनाया च ऊर्ध्वगमनं दृश्यते, द्वितीयचित्रं नीललोहितोत्तरच्छाया-चित्र उपरिभागे दृश्यते।)

[मैकडोनल्ड-वेधशाला]

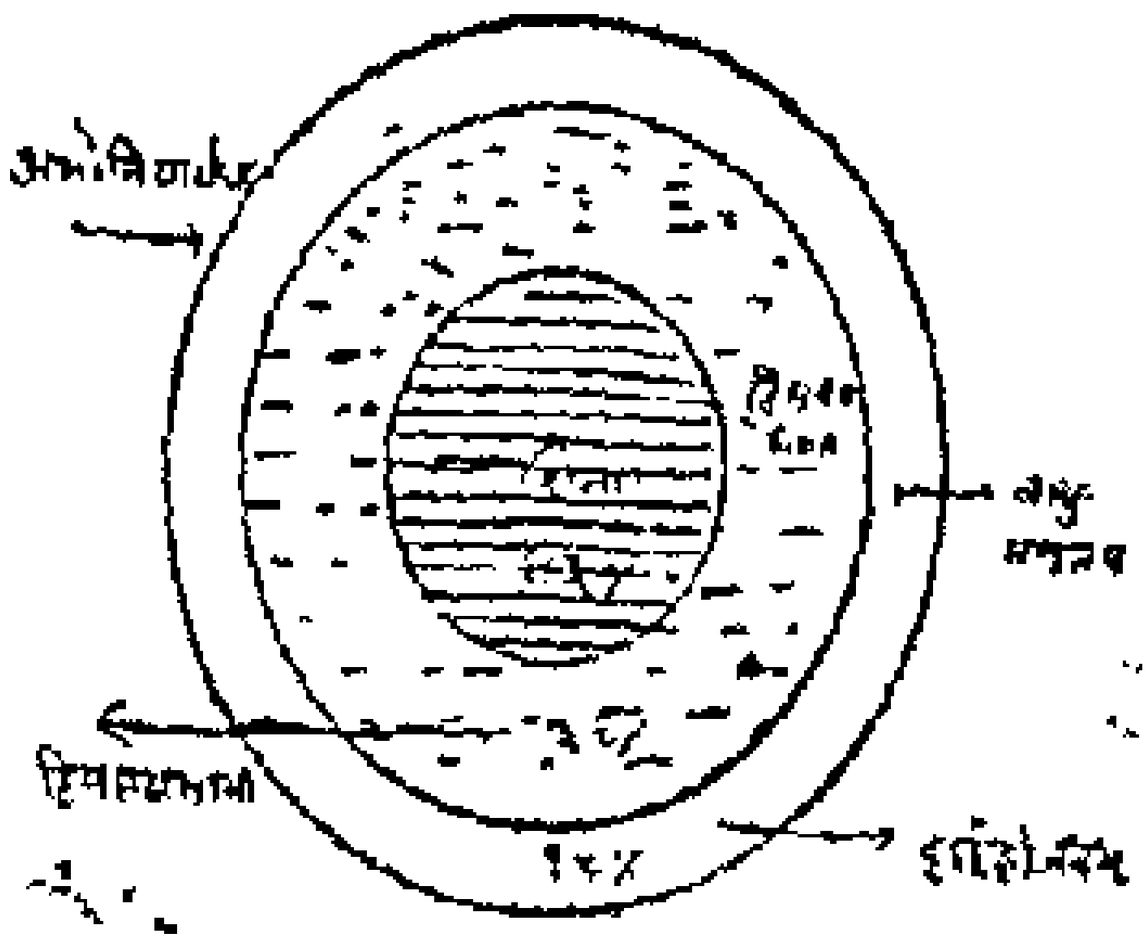
तरच्छायाचित्रागतबिम्बापेक्षया लघुपरिमाणकम् । अत एव वायुमण्डलं वर्तते (कारणव्याख्यार्थं द्रष्टव्या पृष्ठ-१९९ तमेऽधटिप्पणी) ।

गुरोर्वायुमण्डले हाईड्रोजनं बहुलतया वर्तते । कार्बननाइट्रोजने अपि पूर्वमासाम्, यतोऽत्र 'मीथेन'[1]बाष्पम्, अमोनियाबाष्पञ्च लक्ष्येते' ।

मेघानां तापक्रमः—१३० सेन्टीग्रेडमितः । अस्मिन् तापक्रमे मीथेनबाष्पं बाष्परूपेण वर्तते, परन्त्वमोनियाबाष्पं घनीभवति ।

७·५४ गुरो रचना

बिन्दुप्रदेशानां बहिर्भ्रमतस्य मानं यावन्मात्रकं प्रत्यक्षमेवेन दृश्यते तावन्मानादधिकं गणनया लभ्यते । अत एवेदं प्रतीयते यद् गुरुः केन्द्रवर्तिभागेषु घनः पृष्ठतले च विरलः । 'मिन्ड-' महोदयेन गुरो रचनायाः काल्पनिकचित्रमालिखितं तदधो दीयते—



गुरोः संरचना

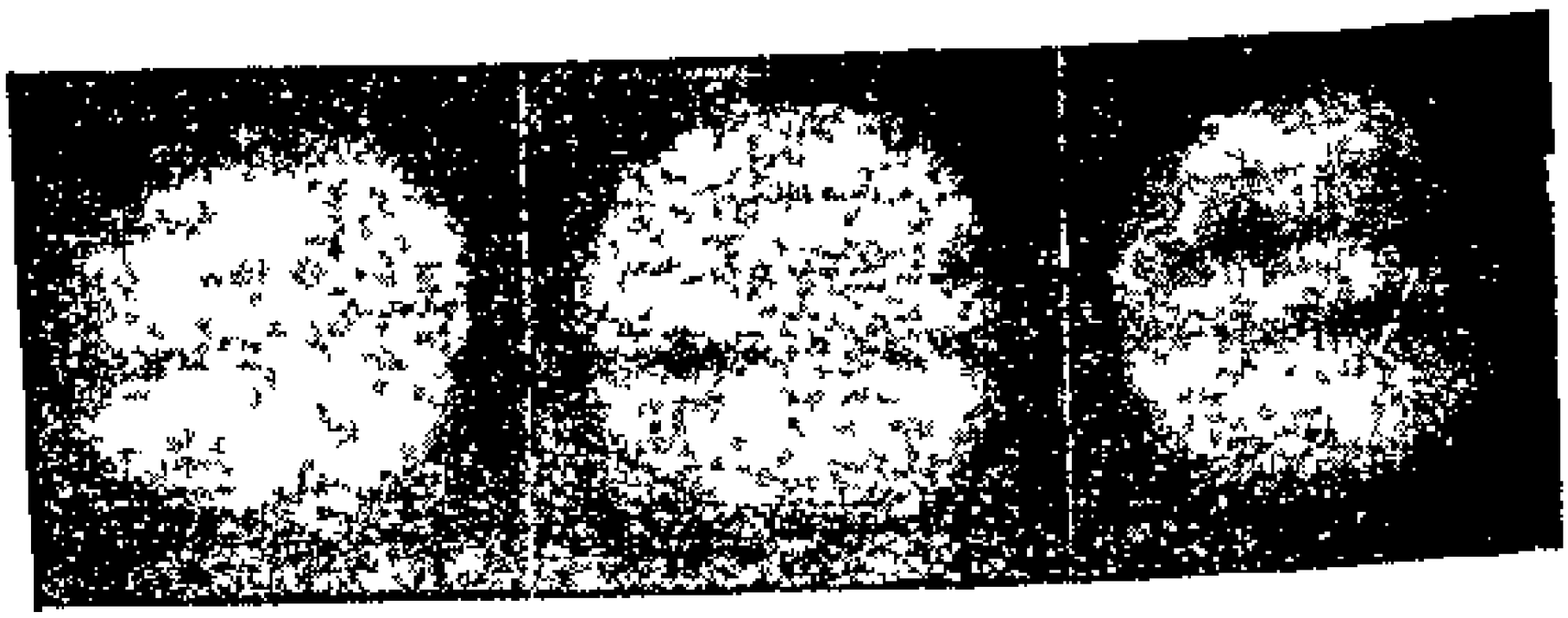
७·५५ पृष्ठचिह्नानि

दूरदर्शकेन दृष्टो गुरुर्विकृतोति विभिन्नवर्णान्, नैकानि च पृष्ठचिह्नानि । विषुवप्रदेशे यतेत एवा मेघवत् रक्तपीतवर्णौ । तस्मात् उपर्यधश्च समानान्तराः रक्तवर्णाः प्रकाशमानाश्च मेघपट्टा दृश्यन्ते । केवलारक्षभ्रमणजनितवायुमण्डलीयप्रवाहा द्रुतगत्या विचलन्तो यत्र तत्रानिय-

---

1 मीथेन (CH_4) कार्बन-हाईड्रोजनयोः संयोगेन, अमोनिया च (NH_3) नाइट्रोजन हाईड्रोजनयोः संयोगेनोत्पद्यते ।

मिताकारा मेघाश्च दृश्यन्ते । एतानि प्रायेण मेघादिजनितचिह्नानि परिवर्तनशीलानि—कानिचित् शीघ्रतया, कानिचिद् विलम्बेन वा ।



सितम्बर १४ अक्टूबर ६ नवम्बर २०

गुरौ मेघचिह्नानि [लवेल वेधशाला]

७.५५१ विशालरक्तचिह्नम्

सर्वप्रथमं खिस्ताब्दे १८७८ तमे ज्योतिर्विद्भिर्गुरुपृष्ठेऽस्य स्थितिर्विज्ञापिता । तदेदं पाटलित दीर्घवृत्ताकार चासीत् । अधुनेदं दक्षिणमटिमन्धे (दूरदर्शके पतिते बिम्बे चोत्तरार्धे) दृश्यते । अस्य परिमाणञ्च २०,००० क्रोशार्धानि दैर्घ्ये, ७०,००० क्रोशार्धान्यायामे ।

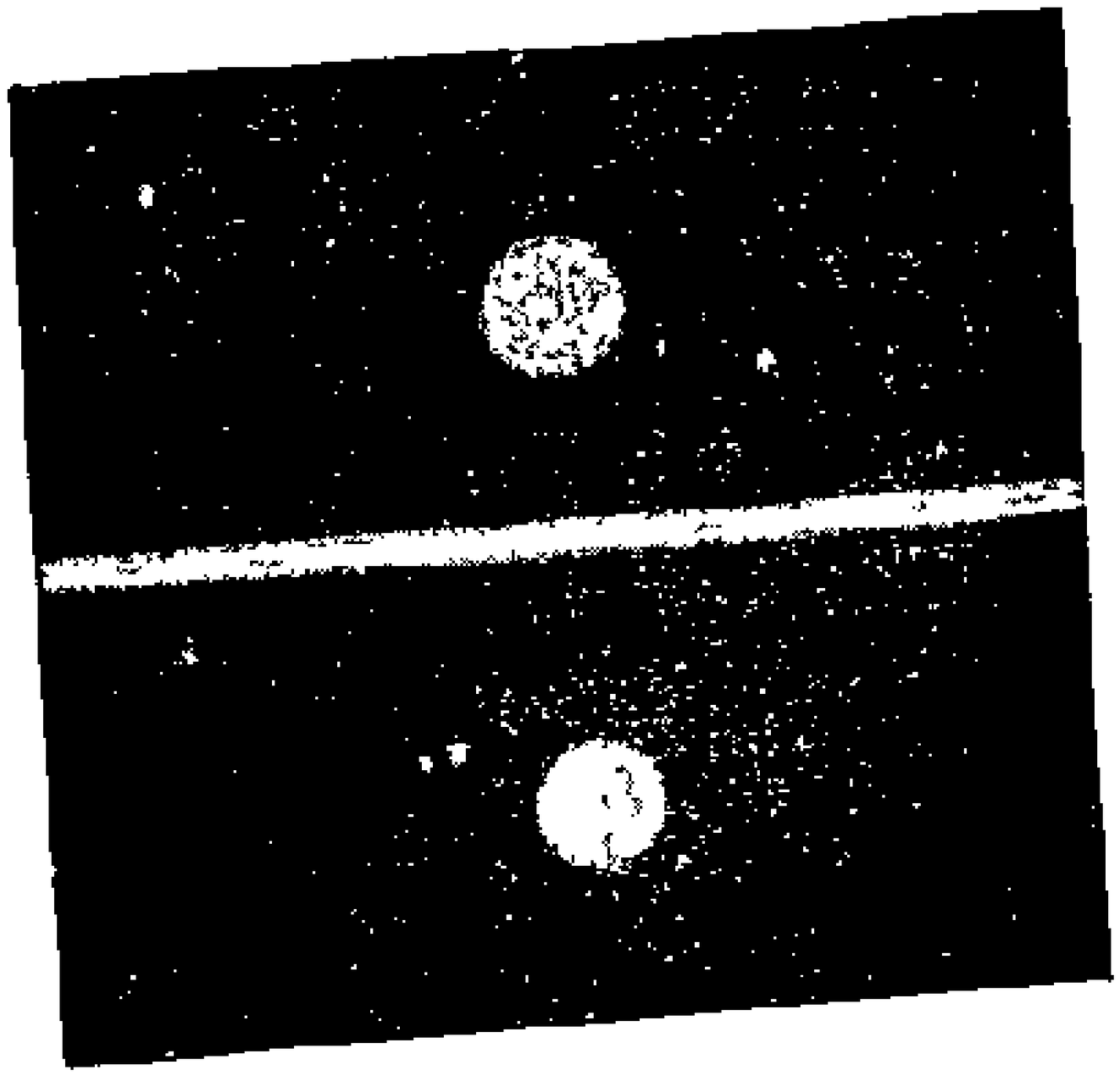
अस्य समीपमुत्तरेण द्वितीय चिह्न दृश्यते । सर्वप्रथम १९०१ तमे खिस्ताब्दे तस्य दर्शन मभवत् । अस्य दैर्घ्यं ४५,००० क्रोशार्धमितम्, अभ्रमणकालदत्र विशालरक्तचिह्नस्याधिभ्रमण-कालात् त्रिंशद्दिनमित', अत एव प्रत्येकस्मिन् तृतीये वर्षे तद् विशालरक्तचिह्नन्न पार्श्वतो गच्छति ।

७.५५२ उपग्रहाः

सन्ति गुरोरेकादशोपग्रहाः । तेषां त्रयो वर्गा.—प्रथमवर्गे पञ्च समीपवर्तिन उपग्रहा , ते च परिचमत पूर्वं परिक्रामन्ति । द्वितीयवर्गे त्रयो दूरवर्तिन उपग्रहा', तेऽपि परिचमतः पूर्वं परिक्रामन्ति । तृतीयवर्गे त्रयोऽतिदूरवर्तिन उपग्रहा', ते च पूर्वतः परिचम परिक्रामन्ति ।

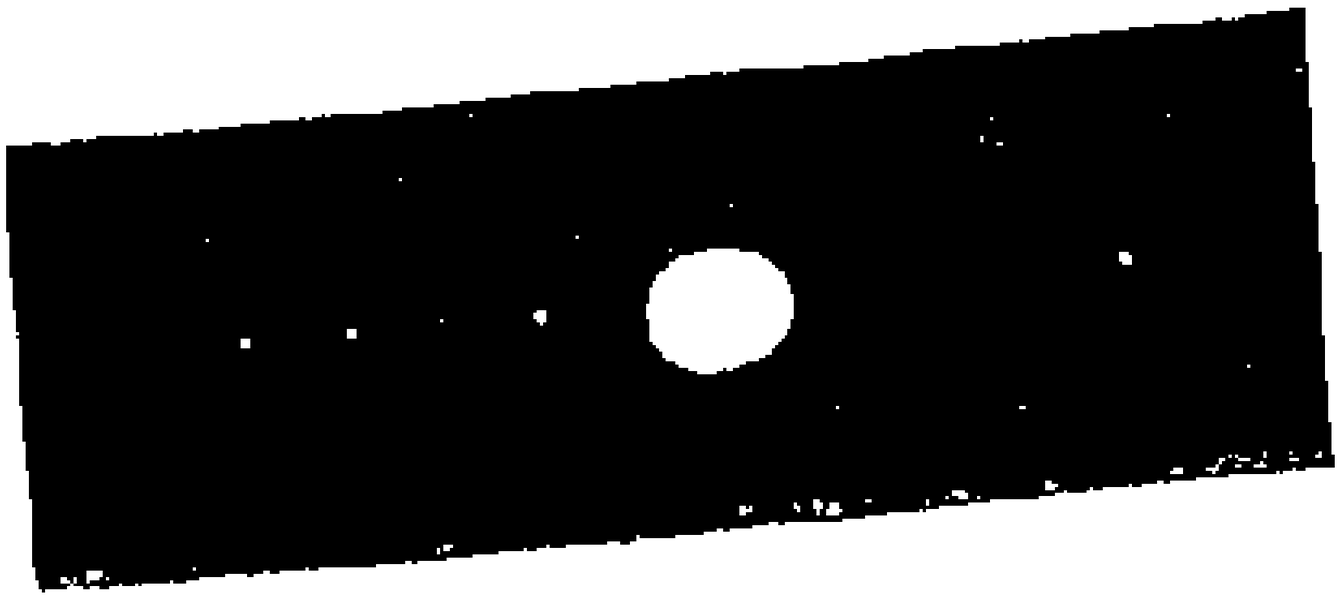
प्रथमवर्गीयोपग्रहेषु विद्यन्ते चत्वारो मासुरा उपग्रहाः (ते १४", पृष्ठस्थचित्रयो. साष्टतया दृश्यन्ते), एकोऽतिधूमिल उपग्रहः । तेषां परिक्रमणकक्षा प्रायो वृत्ताकारा । अस्य परिमाणविषये द्वावस्माक चन्द्राद् विशालतरौ, द्वावस्माक चन्द्रेण तुल्यौ, एकश्च (ग्रहान्तेवासि) चन्द्राद् लघीयान् ।

द्वितीयवर्गीयोपग्रहाणा परिक्रमणकालः प्रायः २६० दिनमितः, त उपग्रहाश्च ७,००, ००० क्रोशार्धदूरत्वे स्थिताः सन्ति। तृतीयवर्गीयाणां च परिक्रमणकालः प्रायः ७०० दिनानि, दूरत्वञ्च १५,००,००० क्रोशार्धानि।



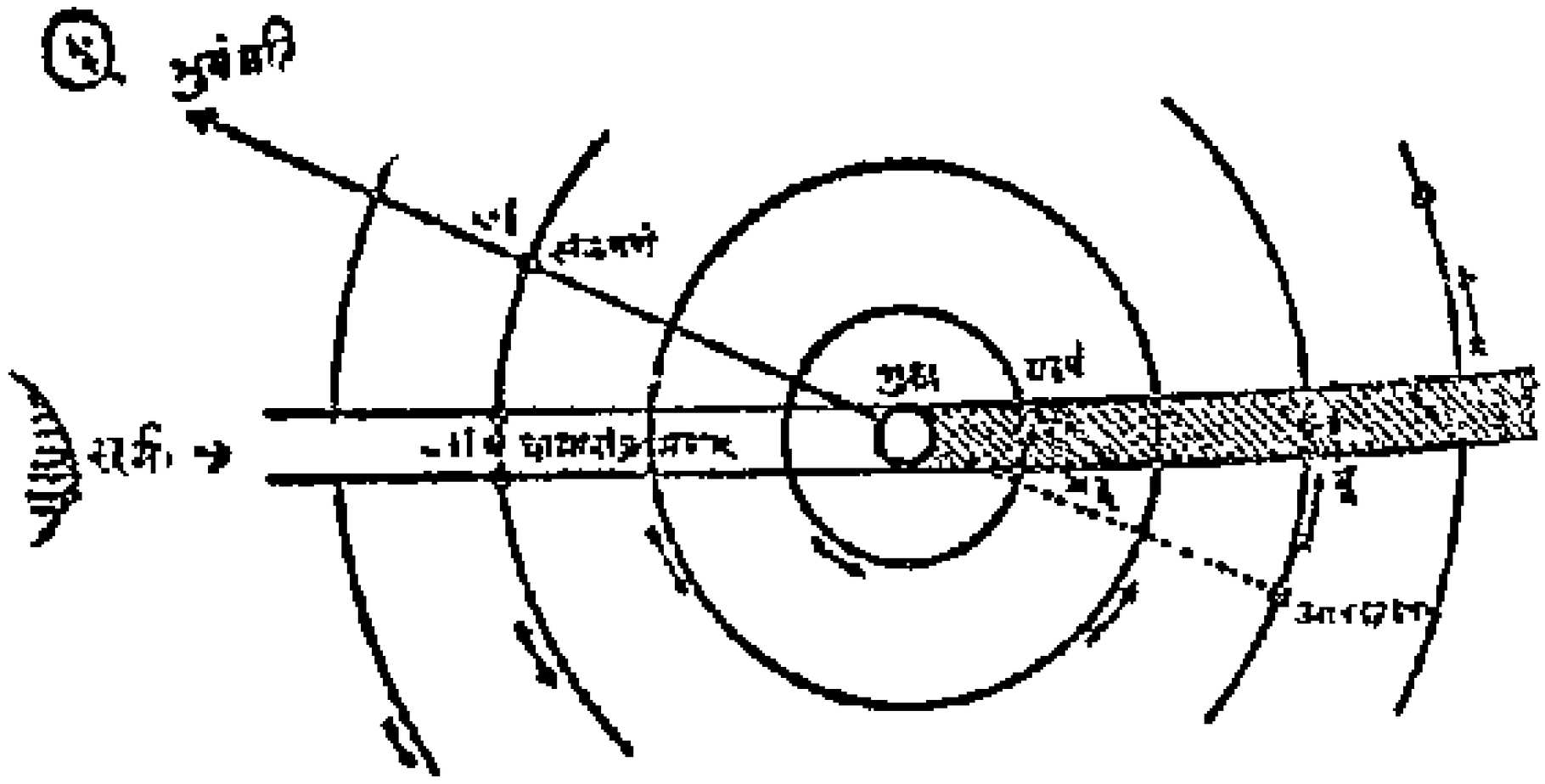
गुरोश्चत्वारो भास्वरा उपग्रहाः
[गरकिज वेधशाला]

७.५७ उपग्रहाणां ग्रहणं संक्रमणं छायासंक्रमणम् आच्छादनञ्च



चत्वारो भास्वरः प्रथमवर्गीयोपग्रहाः सर्वदैक स्मिन्नेव धरातले परिभ्रमन्ति, अस्माकं भूरपि तस्मिन्नेव तले स्थिता, अत एव त उपग्रहा वस्तुतः परिक्रमणं कुर्वन्तो-ऽप्येकरेखायामेवेतस्ततश्चलन्त इव दृश्यन्ते। परिक्रमणं कुर्वन्तस्त एकपार्श्वतो गुरोः सम्मुखमागच्छन्ति, पुनर्विम्बमुल्लङ्घ्य द्वितीयपार्श्वे प्राप्नुवन्ति, ततः प्रत्यागच्छन्तस्ते गुरोः पृष्ठतो गुरुच्छायामतिक्रम्य पुनः पूर्वस्थानमा-

गच्छन्ति। अस्मिन् क्रमे तेषां गुरुबिम्बे संक्रमणानि, तेषां छायानां गुरुबिम्बे संक्रमणानि, गुरुबिम्बेन तेषामाच्छादनानि, गुरुच्छायया तेषां ग्रासाश्च भवन्ति।



उपग्रहाणां संक्रमणानि, छायासंक्रमणानि, ग्रहणानि, आच्छादनानि च

संक्रमणानि—अत्र स्थाने एक उपग्रहो विद्यते। गुरुं भूप्रोतरेखाया स्थितः स परिक्रामन् गुरोः पृष्ठे दूरदर्शकेन श्यामलचिह्नमिव चलन् दृश्यते (यथा बुधशुक्रौ रविबिम्बे §§ ७·१९, ७·२६)।

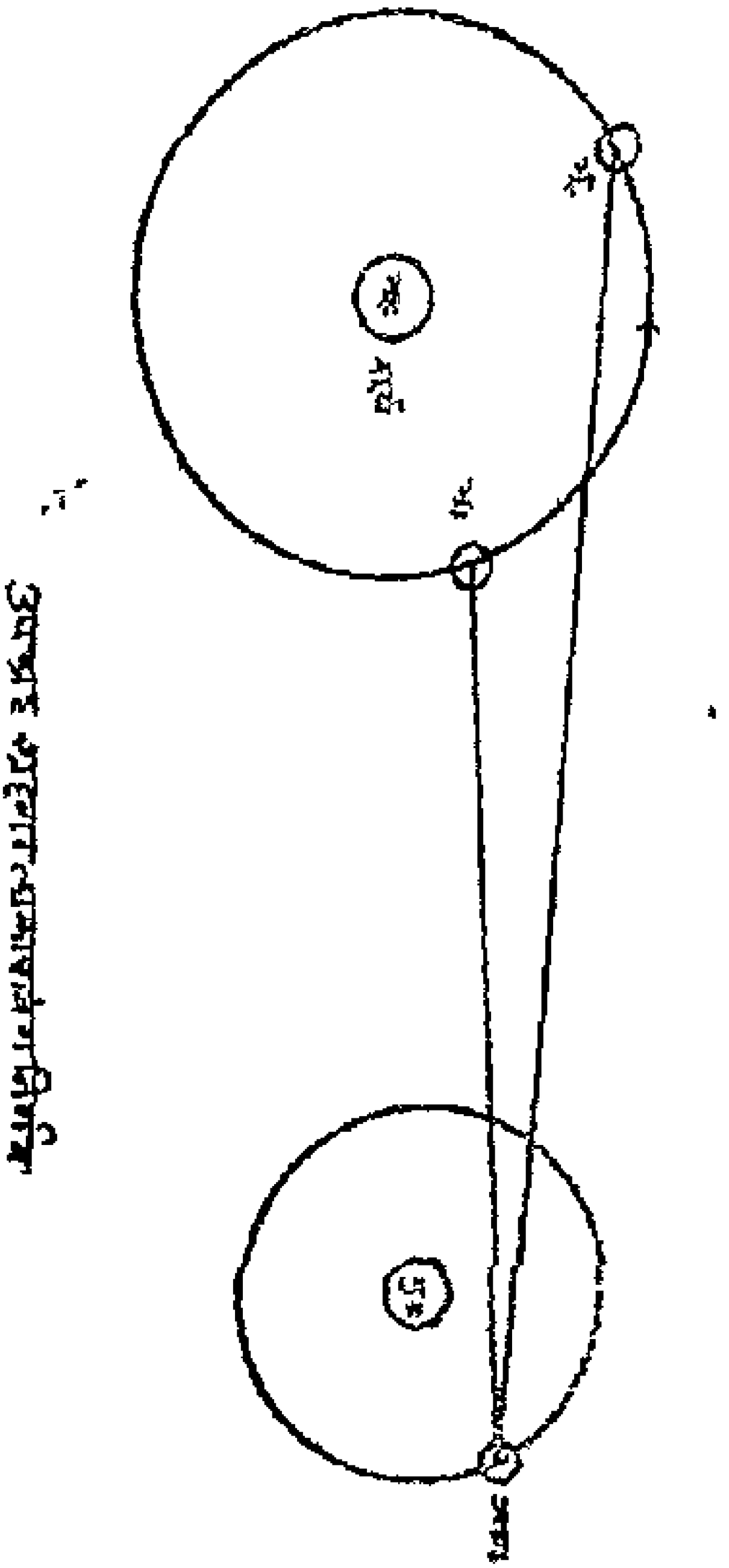
छायासंक्रमणानि—उपग्रहस्य छायापि गुरुपृष्ठे पतति, साऽप्युपग्रहवत् संक्रमणं कुर्वती दृश्यते। चित्रे आ स्थाने छाया दृश्यते।

ग्रहणानि—यदा परिक्रमन् उपग्रहः इ स्थानं प्राप्नोति तदा स गुरोश्छायां प्रविशति। यथा भूमायां चन्द्रग्रहणं भवति, तथैव गुरुमायामुपग्रहस्य ग्रहणमवलोक्यते।

आच्छादनानि—परिक्रमन् उपग्रहः काले काले गुरुपृष्ठे भवति, यद्यपि तेन गुरुमा वृतोर्णा, तथापि गुरुपृष्ठस्थितत्वात् स न दृश्यते (यथा चन्द्रेण नक्षत्राण्याच्छाद्यन्ते § ४·५१)। इदमाच्छादनं कथ्यते।

७.५८ उपग्रहग्रहणानां महत्त्वम्

सर्वप्रथम 'रोमर'महोदयेन गुरोरुपग्रहाणां ग्रहणेन प्रकाशवेगो निर्धारितः। तेन वेधेन दृष्टं यत् कदाचिद् ग्रहणं गणनागतकालात् पूर्वम्, कदाचिच्च ग्रहणं गणनागतकालस्य पश्चाद् भवति। पुनस्तेन निरीक्षितं यदिदमन्तरं भुवः परिक्रमणमार्गे भुवः स्थितिमपेक्षते, यदा भूः गुरोः समीपं तदा ग्रहणं पूर्वं भवति, यदा भूः गुरोर्दूरवर्तिनी तदा ग्रहणं पश्चाद् भवति। सर्वाधिकमीदृशमन्तरं = $8\frac{1}{3}$ मिनटमस्ति। अनेन 'रोमर'महोदयेन प्रकाशकिरणाः सीमितवेगेन गच्छन्तीति साधितम्। यदा भूर्गुरोः समीपं तदा प्रकाशकिरणा अविलम्बेन भुवं प्राप्नुवन्ति, ग्रहणञ्च गणनागतकालात् पूर्वं भवति, यदा च भूर्गुरोर्दूरवर्तिनी तदा प्रकाशकिरणा विलम्बेन भुवं प्राप्नुवन्ति, ग्रहणञ्च गणनागतकालस्य पश्चाद् भवति। यत इदमन्तरं +८′ १९″, पृथिव्याः सूर्यात् दूरत्वं ८′ १९″ मितमस्ति। पृथिव्या दूरत्वमन्येनोपायेन ९, २९,००,००० क्रोशार्धानि पूर्वमेव ज्ञातम्, अतः प्रकाशकिरणाः ८′ १९″ समये ९,२९,००,००० क्रोशार्धानि चलन्ति, अर्थात् एकस्मिन् सेकिण्डे १,८६,००० क्रोशार्धानि चलन्ति।



७.५९ उपग्रहाणां सारिणी

उपग्रह.	विवृतिकारः	वर्षः	गुरोर्दूरत्वम् (क्रोशार्धानि)	परिक्रमणकालः दि	होरा	मि	व्यासमानम् (क्रोशार्धानि)	नाभ्यकोटिः
पञ्चमः	बर्नार्ड	१८९२	११२, ६००	०	११	५७	१०० (?)	+ १३
प्रथमः	गलेलियो	१६१०	२६१, ८००	१	१८	२८	२३००	५
द्वितीयः	,,	,,	४१६, ६००	३	१३	१४	२०००	६
तृतीयः	,,	,,	६६४, २००	७	३	४३	३२००	८
चतुर्थः	,,	,,	१,१६९,०००	१६	१६	३२	३२००	११
षष्ठः	पैरि	१९०४	७,११४,०००	२५०	१६		१०० (?)	१४
सप्तमः	,,	१९०५	७,२९२,२००	२६०	१		४० (?)	१६
दशमः	निकल्सन	१९३८	७,३४०,०००	२६४				
एकादशः	,,	,,	१४,०००,०००	६९२				
अष्टमः	मेलो	१९०८	१४,६००,०००	७३९			४० (?)	१६
नवमः	निकल्सन	१९१४	१४,९००,०००	७५८			२० (?)	१७

शनिः

भासुरग्रहाणा मध्ये शने शनैश्चरस्य सर्वाधिकदूरत्व च प्राचीनज्योतिर्विदां सुविदिते एवास्ताम्। अधुना शनिश्चाबहिर्वर्तिना मन्दतरगतिकाना यद्गणेन्द्रकुबेराणा विवृत्यनन्तरम व्यस्य महिमा कदापि न न्यून., यतोऽस्य वलयानि (यानि दूरदर्शक्यन्त्रेणैव दृश्यन्ते) सौरमण्ड लेऽपूर्वस्तूनि सन्ति।

७.६१ परिक्रमणम्

शनि. सूर्यं परित १०७५९.२ दिनेषु (२९½ वर्षेषु वा) परिभ्रमति। दीर्घवृत्ताकार कक्षाया मध्यमकर्णं ८८,६०,००,००० क्रोशार्धानि। उत्केन्द्रिता च ०५५९ मिता। सूर्यादस्य दीर्घतम दूरत्व ९३,६३,८८,००० क्रोशार्धानि, अल्पतम दूरत्वञ्च ८३,७१,७०,००० क्रोशार्धानि। भुवोऽस्य दीर्घतम दूरत्व १,०३,०९,१२,००० क्रोशार्धानि, अल्पतम दूरत्वञ्च ७४,२६,४६,००० क्रोशार्धानि।

युतिकाल. ३७८ दिनमितोऽस्ति। युतौ विम्बव्यास १४ विकलामित., सर्वानुकूलप्रतियोगे च २० विकलामितः।

७.६२ अक्षभ्रमणकालः

२० होरा १४ मिनटमितोऽस्याक्षभ्रमणकाल पर्यातमन्य। ('लिक'वेधशालाया रश्मिविश्लेषणात्मकविधिनाऽस्य विषुवीयाक्षभ्रमणकाल. १० होरा २ मिनटो लभ्यते)। विभिन्नाक्षो द्भवस्थिताना प्रदेशाना विभिन्नोऽक्षभ्रमणकाल.। अस्य व्यासः पार्थिवव्यासस्य नवगुणित। अक्षभ्रमणकालश्च केवल दशहोरामित, अत एव शनिरतितेजोनाक्षभ्रमण करोति। अक्षभ्रमणवेग

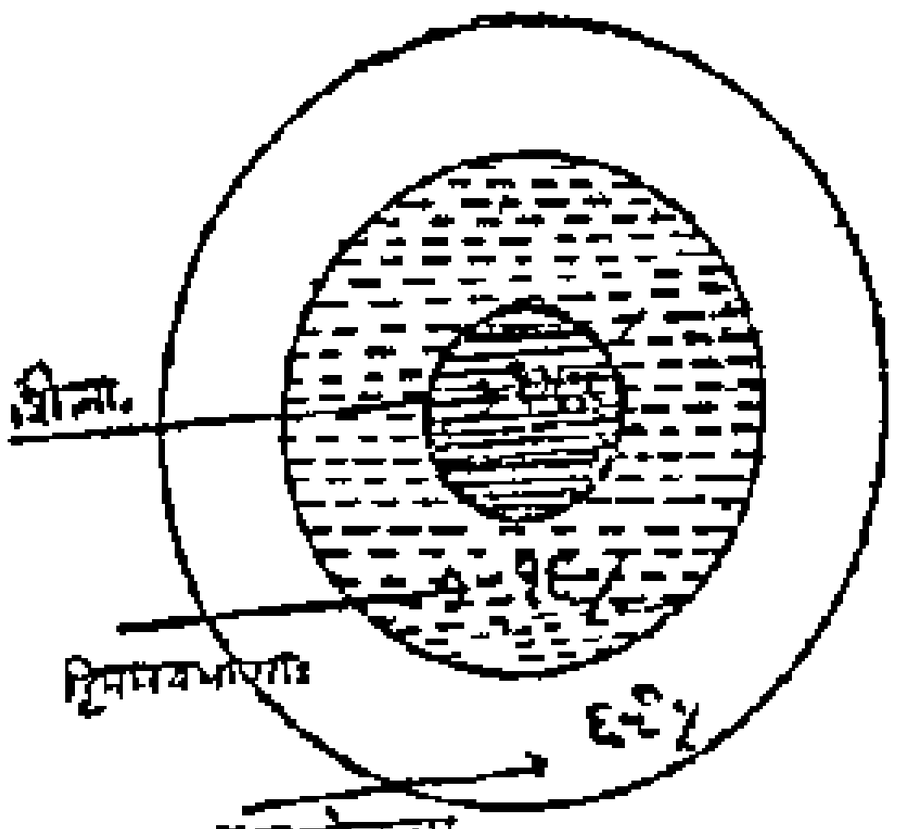
वेगाधिक्यात्तत्र ध्रुवनिम्नता पर्याप्ता ·०९७ मिता ($\frac{६७}{७००}$-मिता) दृश्यते। विषुववर्तिव्यासस्य मानं ७४,९०० क्रोशार्धान्यस्ति, ध्रुवलग्नव्यासस्य च मानं केवलं ६७,७०० क्रोशार्धानि।

७·६३ वायुमण्डलं तापक्रमश्च

गुरुवदत्रापि वायुमण्डलं वर्तते। शनेः परिक्षेपणशक्तिः ·४२-मिता सान्द्रमेघाना-मुपस्थितिं सूचयति। वर्णच्छत्रेणापि वायुमण्डलभावो लभ्यते। वर्णच्छत्रे 'अमोनिया'-रेखा अल्पमात्रया 'मीथेन'रेखाश्च बहुमात्रया दृश्यन्ते। तापक्रमः १५५ सेन्टीग्रेडमितो विद्यते।

७·६४ रचना

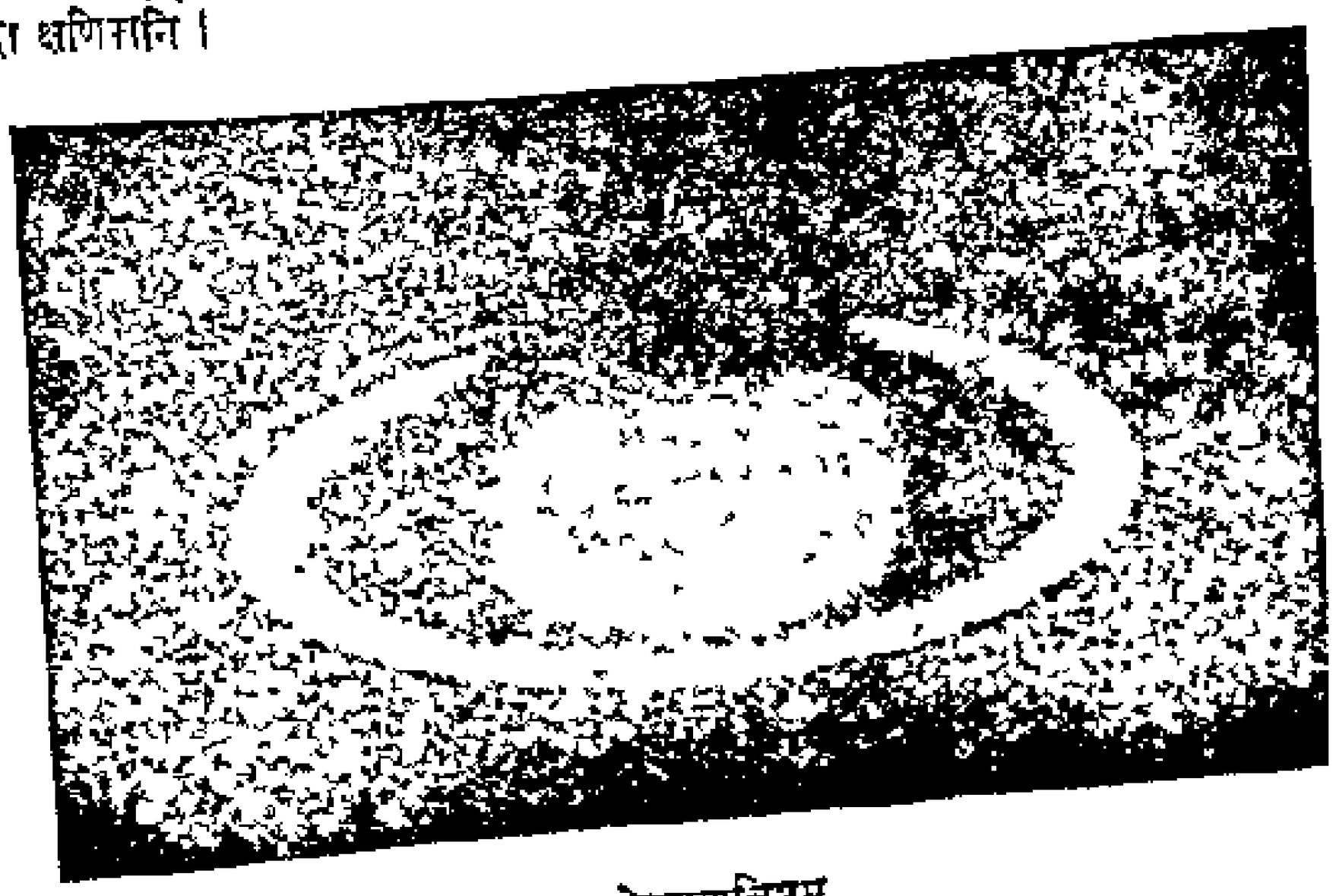
शनेर्ध्रुवनिम्नता (मध्यग्रहिर्लम्बत्वं वा) सौरमण्डले सर्वाधिकमिता, तथापि मध्योत्सारि-शक्तिं विचार्य या गणना कृता तया मध्यग्रहिर्लम्बत्वस्य वेधलब्धमानाद् अधिकतरत्वं प्रकटयते। गणनागतमानाद् वेधोपलब्धमानस्य न्यूनत्वं मध्यकेन्द्रे घनत्वमधिकं पृष्ठतले च घनत्वं विरलमस्तीति सूचयति। अत एव शनेः रचना गुरुवदनेन चित्रेण स्पष्टीक्रियते—



शनेः संरचना

७·६५ पृष्ठचिह्नानि

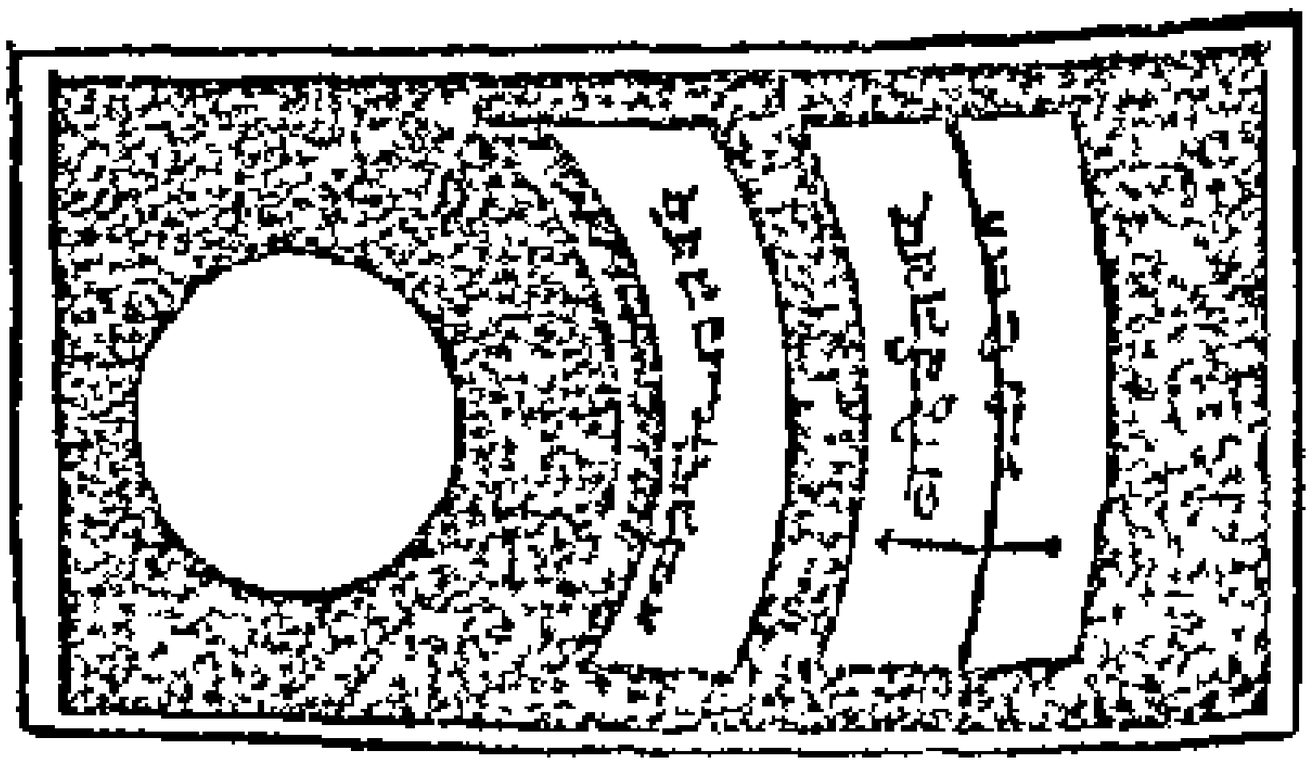
गुरुवदनापि विषुवरेखायाः समानान्तरे मेघाः दृश्यन्ते, यद्यपि तास्तावन्मानं न प्रकाशमाना यावन्मानं गुरुमेखलाः। विषुव-प्रान्ताः किञ्चित्प्रकाशमानपीतवर्णकाः, ध्रुव-प्रान्ताश्च ईषद्धूमिलहरितवर्णकाः सन्ति। काले काले श्यामलचिह्नानि दृश्यन्ते, परन्तु तानि सर्वदा क्षणिकानि।



शनेरुल्कापिण्डम्

७.६६ शनिवलयानि

शनिः विषुवरेखातले तिभिः समकेन्द्रकैर्वलयैः परिवेष्टितोऽस्ति । साधारणदूरदर्शनेन वलयत्रये परस्परं भिन्नता न दृश्यते, अर्धदिकमेव वलयं दृश्यते, परन्तु तीक्ष्णदूरदर्शनेन तस्य त्रिसंख्याकत्वं सिध्यति सरलतया । शनेर्दूरवर्ति वलयं बहिर्वलयं मध्यमदूरवर्ति मध्यवलयं समीपवर्ति चान्तर्वलयं कथ्यते। बहिर्वलयस्य पृथुत्वं १२,००० क्रोशार्धसमम्, मध्यवलयस्य च १८,००० क्रोशार्धमितमस्ति । बहिर्वलय मध्यवलयमध्ये रिक्तस्थानं वर्तते । अस्य २,२०० क्रोशार्ध विस्तृतस्य रिक्तस्थानस्य नाम 'कैसिनी' विभागोऽस्ति । बहिर्वलयमध्यभागेऽपीदृशं रिक्तस्थानं दृश्यते, तस्य नाम 'एनकी' विभागोऽस्ति । अन्तर्वलयं धूमिलमीषत्कृष्णवर्णं दृश्यते हृदमर्धपारदर्शकमस्ति ।



एतानि वलयान्यतिहिमानि सन्ति । वलयसमूहस्य व्यासः १,७१,००० क्रोशार्धसमः, गुरो व्यासस्य द्विगुणितोऽस्ति ।

कथं तानि सर्वदा न दृश्यन्ते

एतानि वलयानि सर्वदास्माकं दृष्टिपथं नावतरन्ति । एतादृशस्य त्रिधोऽवस्थानम्—

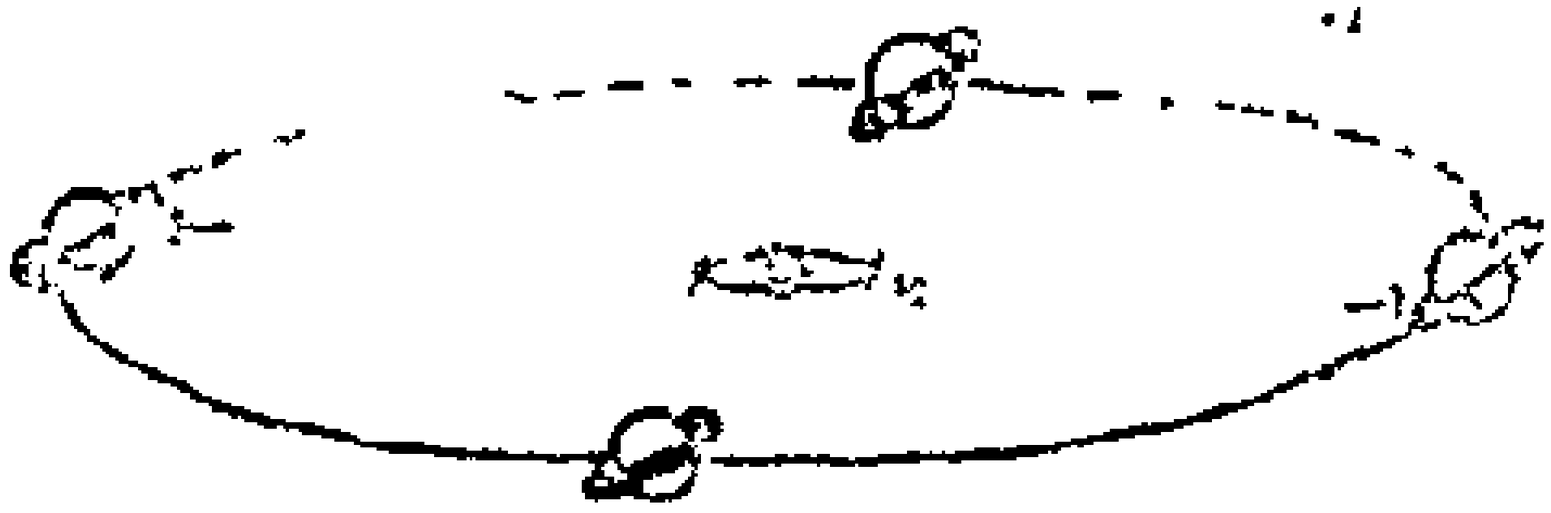
(१) यदा पृथिवीवलयानि चैत्रमिनोर्ध धरातले वर्तन्ते, तदानीं वलयानां पार्श्वम् अर्पितं दृश्यते वा चातिहिमत्वाददृश्यमेव ।

(२) यदा सूर्यो वलयानि चैत्रमिनोर्ध धरातले वर्तन्ते, तदानीं वलयानाम् अर्धमेव सूर्यकिरणैरालोकितं भवति, परन्त्वतिहिमत्वात् वा न दृश्यते ।

(३) यदा वलयानां धरातलं सूर्यपृथिवीमार्गे वर्तते, तदानीं तेषां वलयानामप्रकाशितः भागः अस्माकं सम्मुखं वर्तते, अप्रकाशितत्वात्तो न दृश्यन्ते ।

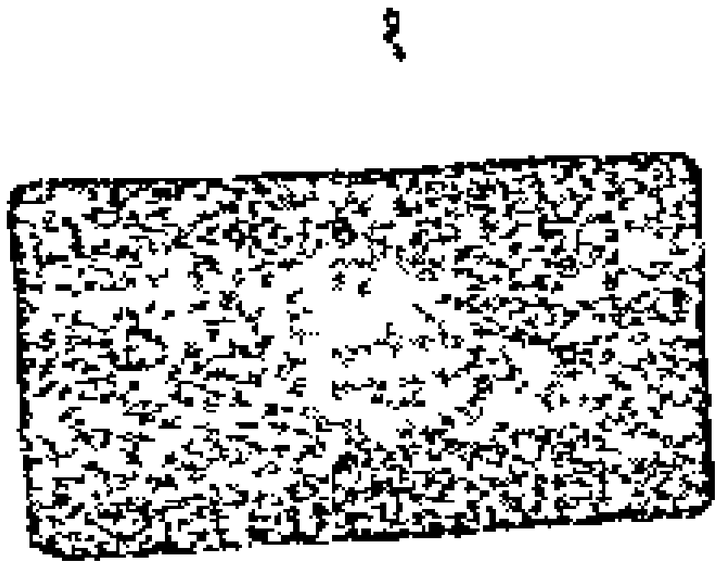
७.६७ वलयानां कलाः

वलयानां धरातलस्य शनिक्रान्तेः २७° मिता प्रवणताऽस्ति, वलयानि च सदैव क्रान्तिवृत्तस्य समानान्तरकक्षायामेव स्थितानि, अतएव समग्रवलयानां दक्षिणभागाः उत्तरभागाश्च

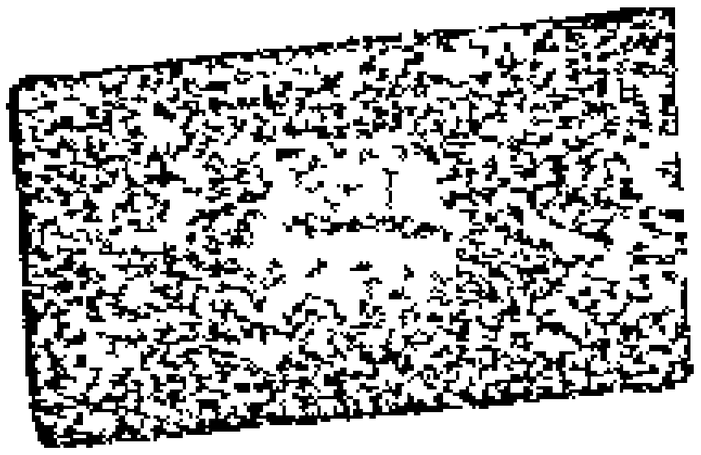


समत्वं भवन्ति। परिक्रमणकाले द्विवारं शनिरेतं तिष्ठति यद् वलयधरातलं सूर्यं स्पृशति, प्रत्येकमवसरे शनिर्भुवः कक्षां वर्षैककालेनोल्लङ्घयति। भूः स्वयमेकस्मिन् वर्षे पर्यावर्तितस्ततो भ्रमति, अत एव प्रत्येकस्मिन् ह्यवसरे शनिवलयान्येकवारं छुतानि भवन्ति।

यदा वलयानि पूर्णविस्तारेण दृश्यन्ते तदा तेषामायतिर्व्यासस्य ४'१५ भवति, वलयानि च तदा शनिप्रकाशस्य १०७ गुणितं प्रकाशं प्रक्षिपन्ति।



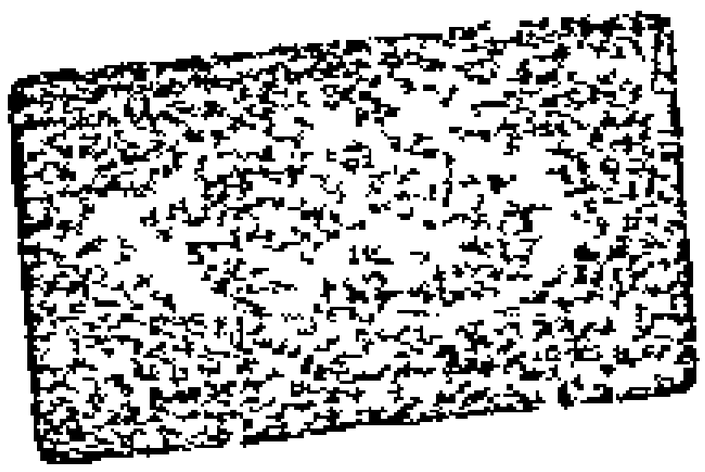
१



३



२



४

७.६८ वलयानां निर्मितिः

वलयानि घनपिण्डा न सन्ति, प्रसृतासंख्याकाना कणाना परस्परसंयुक्ताना समूहाः सन्तीति प्रायेण निश्चितम्। वलयानां पृथक्कणा ग्रहं परितो भ्रमन्ति, केवलमतिदूरवर्तित्वादस्माभिरेकपिण्डरूपेण दृश्यन्ते। विरलकणानिर्मितिः सर्वप्रथमं 'कैसिनी'महोदयेन विज्ञापितासीत्, परन्तुना शतवर्षानन्तरं नैकानि प्रमाणानि दीयन्ते—

(१) गणनाविषयकप्रमाणानि—१८५६ तमे खिस्ताब्दे 'मेक्सवेल'महोदयेन गणितेन सिद्धीकृतं यद् घनद्रव्यमयपिण्डस्य द्रवमयपिण्डस्य वा स्थायिरूपेण तत्र परिभ्रमणं न-सम्भवम् (शनेरतिसामीप्यात्), केवलमेकस्मिन्नेव धरातले वृत्ताकारे भ्रमन्तो विलाः परस्परा-सम्बद्धपदार्था एवास्मा स्थित्यां स्थायित्वं भजन्ते।

फ्रेंचगणितज्ञेन 'रोशे'महोदयेनापि गणनयास्य समर्थनं कृतम्। कोऽप्युपग्रहो वलयं वा महाद् ग्रहव्यासार्धस्य २·५ गुणितदूरत्वान्तरे न तिष्ठति, यदि कदाचिद्वारिमन्नन्तरे समायाति, नूनं तस्य पदार्थाश्छिन्ना भिन्ना भवन्ति। शनेर्वलयान्यस्मिन् दूरत्वान्तरे वर्तन्ते, अत एव तानि छिन्नानि भिन्नानि भूत्वाधुनासम्बद्धपदार्थमूलकानि।

(२) वेधोपलब्धप्रमाणानि—रश्मिविश्लेषणात्मकविधिना (डाप्परसिद्धान्तेन) 'कीलर'-महोदयेन शनिसमीपवर्तिभागापेक्षया शनिदूरवर्तिभागानां परिभ्रमणकालस्य मान्द्यं ज्ञातम्।

बहिर्वलयस्य बहिर्भागस्याक्षभ्रमणकालः १४ हो २७ मि मितः, मध्यवलयस्य शनिसमीपवर्तिभागस्याक्षभ्रमणकालः ७ हो ४६ मि मितः, अन्तर्वलयस्य शनिसमीपवर्तिभागस्य चाक्षभ्रमणकालोऽत्यल्पक एव। यदि वलयानि घनपिण्डरूपाण्यभविष्यन्, शनिवर्तिभागस्य शनिसमीपवर्तिभागापेक्षया गतिस्तीव्राऽभविष्यत्।

'जेलिगर'महोदयेनापि वलयानां कणमयत्वं साधितम्। यदा सूर्योऽस्माकं पृष्ठे तिष्ठति, वलयानि पूर्णचन्द्र इव प्रकाशन्ते, परन्तु किञ्चिद्देवेनान्तरं प्राप्य तेषां प्रकाशः पर्याप्त न्यूनो भवति। अनेन वलयेषु बहवोऽसम्बद्धकणाः सन्तीति संभाव्यते, यतः कणानां किञ्चिद्देवेनान्तरे दीर्घाश्छायाः पतन्ति, छायाभावाच्च प्रकाशहानिर्भवति।

७.६६ शनेरुपग्रहाः

शनेर्नवोपग्रहाः सन्ति। एषां 'टाइटन'नामक उपग्रहः सर्वाधिकप्रकाशमानोऽष्टमकोटिकनक्षत्रमिव भाति। अयं दूरदर्शकेनैव दृश्यते। चन्द्राद् विशालतरोऽयमेवैकाक्युपग्रहो यत्र वायुमण्डलं वर्तते। अस्य वर्णश्च किञ्चिद् रक्तपीतः।

शनेर्दूरतमो 'फोब'नामक उपग्रहो विचित्रगतिकोऽस्ति। अयं पूर्वतः पश्चिमं परिक्रामति।

निम्नलिखितसारिण्यामुपग्रहाणां दूरत्वादयो वर्णिताः सन्ति।

७.६६१ शनेरुपग्रहाणां सारिणी

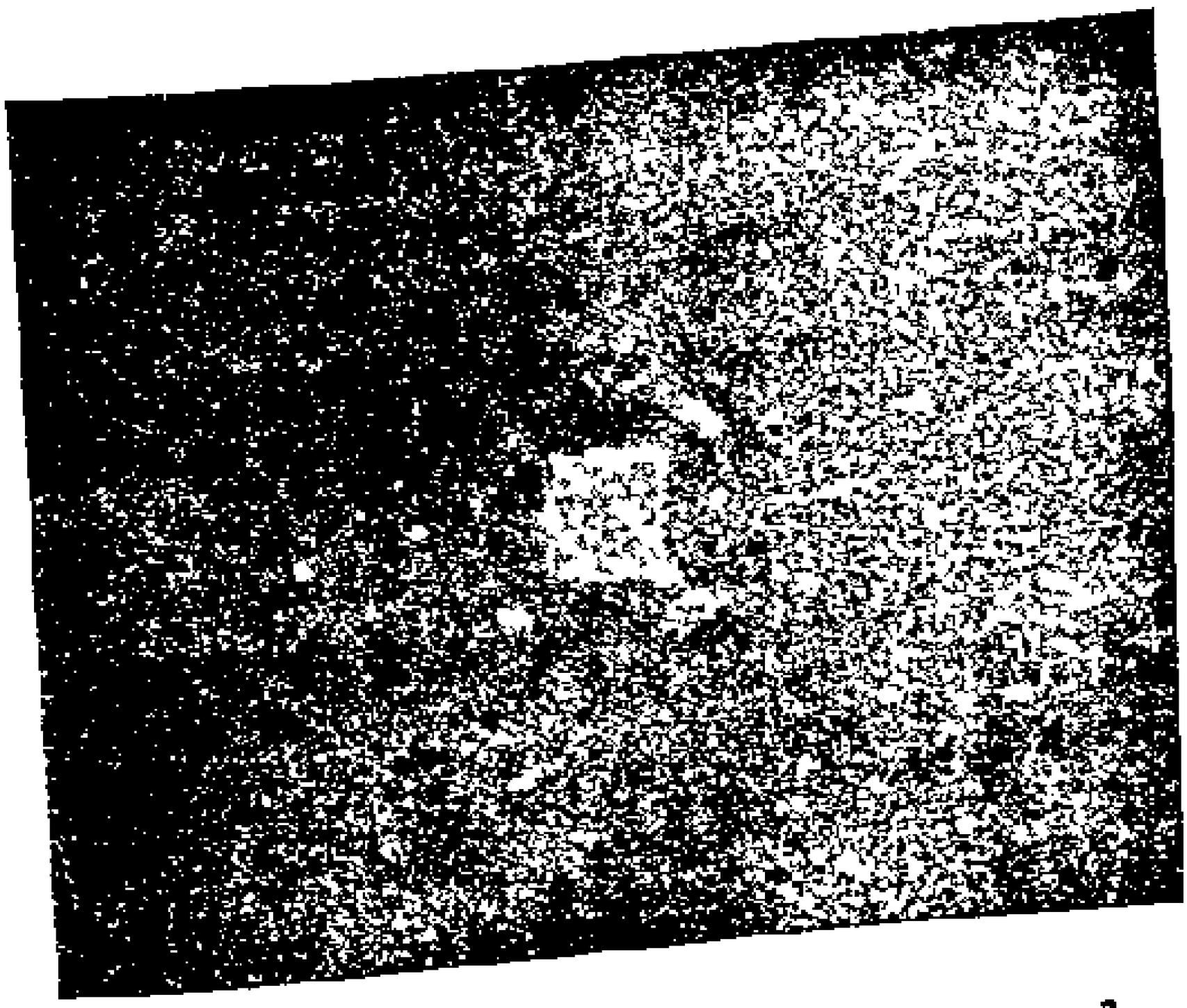
नाम	निधितिकारः	वर्षम्	दूरत्वं शनेः (क्रोशार्धानि)	परिभ्रमणकालः दि हो मि			व्यासमानं (क्रोशार्धानि)	तारात्मकं कोटिः
मिमस्	हर्शेल	१७८९	१,१५,०००	०	२२	३७	३०० (?)	१२
एन्केलडुस	,,	,,	१,४८,०००	१	८	५३	४०० (?)	१२
टेथस्	कैसिनी	१६८४	१,८३,०००	१	२१	१८	६०० (?)	११
डाइना	,,	,,	२,३४,०००	२	१७	४१	६०० (?)	११
री	,,	१६७२	३,२७,०००	४	१२	२५	९०० (?)	१०
टाइटन	ह्यूँस	१६५५	७,५१,०००	१५	२२	४१	२,००	८
हाइपेरियन	बॉड	१८४८	१,२०,०००	२१	६	२८	३०० (?)	१३
आइपेटस	कैसिनी	१६७१	२२,१०,०००	७९	७	५६		११
फोब	पिकरिंग	१८९८	८०,२४,०००	५५०	—	—	३०० (?)	१४

७.७१ वरुणः (नूपैनस)

प्राचीनायां ज्योतिर्विद्यायां सौरमण्डलेऽन्तिमग्रहः शनिरासीत्। ज्योतिर्विदो सौरमण्डलीय ग्रहाणां विषये शनिपर्यन्तमेव ज्ञानमासीत्। बुधादीनां ग्रहाणां स्थितिः केन क्रमेण वर्तते न जानन्ति स्मेति, यतः सर्वत्र ज्योतिर्विज्ञानमेवाश्नमाणम्। परन्तु सहस्राधिकवर्षपर्यन्तं न कश्चिदपि ग्रहस्य स्थितिर्ज्ञाता। १७८१—तमे खिस्ताब्दे मार्चमस १३—तमे दिनाङ्के 'सर्विलिंगदर्शकमहोदयेन

कोऽन्यनक्षत्रेभ्यो भासुरतरो ज्योतिर्बिन्दुर्दृष्टः स्वरुचितेन नवदूरदर्शकेन। यदाधिशक्तिकं चक्षुस्तालं दूरदर्शके तेन स्थापितं तदा तस्य बृहत्तरं बिम्बं जातम्। एवं तस्यानक्षत्रत्वं सिद्धम्। कालान्तरे भ्रष्टस्थानः स प्रथमं धूमकेतुमंतः, परन्तु वर्षपर्यन्तकृतगणनया तस्य कक्षावृत्तं दीर्घवृत्ताकारं लक्ष्यम्। ततस्तस्य ग्रहभावः सिद्धः, तस्य नाम च 'यूरेनस' कृतम्।

वरुणस्य सूर्यकेन्द्राद् दूरत्वं १,८०,००,००,००० क्रोशार्धमितम्। प्रतिसेकिण्डं ४-क्रोशार्धगत्या दीर्घाकारकक्षायां परिभ्रमन् वरुणः ३०६८६ दिनेषु (८४ वर्षेषु) सूर्यस्य परिक्रमं करोति। अस्य कक्षाया उत्केन्द्रिता ०४७१-मिता, कक्षागमनञ्च ०°४६' कलामितम्। वरुण आकाशे षष्ठकोटिकनक्षत्रमिव भाति दूरदर्शके हरिद्वर्णको दृश्यते। अस्य वास्तविकव्यासः २१,००० क्रोशार्धानि, प्रतीयमानबिम्बव्यासश्च ३'८ विकलामितः। अस्य ध्रुवनिम्नता ०८ मिता, अक्षभ्रमणकालश्च १०ह्रो ४८मि मितः। दूरदर्शकेनास्मिन् शनाविव धूमिला मेखला दृश्यन्ते, वर्णविश्लेषणेन चास्य निर्मितिः शनिवद् गुरुवच्च निर्धारिता।



वरुणस्य पञ्च उपग्रहाः [मैकडोनल्ड वेधशाला]

वरुणस्य पञ्चोपग्रहाः सन्ति (द्रष्टव्यमत्र फोटोचित्रम्)। चत्वारः प्रकाशमानाः, पञ्चमो ग्रहस्य समीपतमो धूमिलश्च। सर्वे तीक्ष्णदूरदर्शकयन्त्रैरेव दृश्यन्ते। तेषां कक्षातलं वरुणकक्षातलात् प्रायः समकोणान्तरे। तेषां दूरत्वादीन्यधो दीयन्ते सारिण्याम्।

७·७१ वरुणस्योपग्रहाणां सारिणी

नाम	विवृतिसारः	अब्दः	दूरत्वं वरुणात् (क्रोशार्धानि)	परिक्रमणकालः दि हो मि	व्यासमानं (क्रोशार्धानि)	नाधत्र कोटिः
मिरण्डा	कीपर	१९४८	८१,०००	१ ९ ५६		१३
एरियल	लैसेल	१८५१	११९,०००	२ १२ २९	६०० (?)	१५
उम्ब्रियल	,,	,,	१६६,०००	४ ३ २८	४०० (?)	१५
टिटैनिया	हर्शल	१७८७	२७२,०००	८ १६ ५६	१००० (?)	१४
ओबेरन	,,	,,	३६४,०००	१३ ११ ०७	९०० (?)	१४

७·७२ इन्द्रः (नेपच्यून)

वरुणस्य विवृतिर्यद्यद्भुताऽतीत्तर्हीन्द्रस्य विवृतिरद्भुततराऽस्ति, यत इन्द्रविवृत्या नेत्रयोर्दूरदर्शकस्य वोपयोगो न कृतः, केवलं गणनयैवास्य सत्ता प्रकाशिता। विवृतिरियं ज्योतिर्गणितविद्यायाः अद्भुतश्चमत्कारः।

वरुणविवृत्यनन्तरं वरुणस्य मार्गो ज्योतिर्गणैः सुस्थापितः, परन्तु येषोपलब्धस्थाने सर्वदा गणनागतस्थानात् किञ्चित् पूर्वगासीत्। प्रथमं गणनाऽशुद्धिजनितमिदमन्तरमिति विचार्य पौनःपुन्येन गणना कृता, परन्तु सर्वदा सर्वथा तामेव शुद्धामवगत्याकर्णसिद्धान्तशैर्गणैरनुमितं तत् कोऽपि महो वरुण निजाकर्षणशक्त्या गणनागतस्थानगमनाद् अवरुणद्धि।

२८४३-तमे खिस्ताब्दे आगस्टेनामासिना 'ऍडम्स'महोदयेनाभ्यध्ययन प्रारब्धम्। वर्षद्वयपर्यन्तं तेन गणना कृता, अनन्तः पिण्डस्य परिमाणम्, पिण्डमार्गः, पिण्डः कुत्र कदा दृश्यमानो भविष्यतीति सर्वं तेन ज्ञातम्। स १८४५-तमे खिस्ताब्दे २१-अक्टबरे 'ब्रिविक' वेधशालायां सर्वं गणनाफलमध्यापि दत्तवान्।

अथान्तरे फ्रान्सदेशे 'लेवरिए'महोदयेनापीदृशी गणना विधाय अस्मिन्नेवाब्दे तस्य फलं निजगणनाफलं प्रेषितम्। तदनन्तरेण 'गले' महोदयेन सप्तिति तस्य ग्रहस्य दर्शनं कृत्वा गणनमस्य विवृतिर्जगति विज्ञापिता।

एवं गणितैर्यस्य विवृतिः कृता 'ऍडम्स'महोदयेन 'लेवरिए'महोदयेन च विवृते गणनफलीभूतः। अनेन पश्चात् वेधैरस्य विवृतिरभवत्।



इन्द्रः, तदुपग्रहः 'ट्रिटनिः' [मैकडोनल्ड वेधशाला]

पृथ्व्यपेक्षया इन्द्रस्य सूर्याद् दूरत्व ३० गुणितम्। १६८ वर्षमितोऽस्य परिक्रमणकाल। दूरदर्शकेनाय हरिद्वर्णकोऽष्टमकोटिनक्षत्रवदाभाति। वर्णच्छत्रविश्लेषणात्मकपद्धत्याऽस्या क्षपरिभ्रमणकाल १६ होरामितो भवति।

इन्द्रस्य द्वावुपग्रहौ। प्रथमश्चन्द्राद् विशालतर पूर्वत पश्चिम परिभ्रमति, द्वितीयो दूर वर्ती लघुपरिमाणकोऽतिधूमिलश्च निम्नलिखितसारिण्या दूरत्वादीनि दीयन्ते—

७ ७२१ इन्द्रस्योपग्रहयो सारिणी

नाम	विवृतिकार	अब्द	दूरत्व इन्द्रात् (क्रोशार्धानि)	परिक्रमणकाल	व्यासमानम् (क्रोशार्धानि)	नाभ्यन्तरोऽपि
ट्रिटन	लैसेल	१८४६	२२०,०००	५दि २१हो ३मि	२८०० (?)	१३
नेरियड	कीपर	१९४९	— —	वर्षद्वयम्	१०० (?)	१९

७ ७२ कुवेर (प्लूटो)

कुबेरस्यापि विवृतिर्गणनयैवाभवत्। इन्द्रविवृत्यनन्तर वरुणस्य गतिभेद विच्छिद् व्याख्यात, परन्तु गणनायामिन्द्रजनितविक्षेपसस्कारान् कृत्वापि वरुणस्य गतिभेद व्याख्यातुमस मर्थो अभवन् ज्योतिर्विद। खिस्ताब्दे १९१५ तमे 'लावेल' महोदयेन तस्यातातपिण्डस्य गणना प्रारब्धा, येनाकृष्टो वरुणो गतिभेद प्राप्नोत्। दुर्भाग्यवशात् स विदुषो पूर्वमेव मृत, तथापि तस्य सहकारिण कार्यतपरा सन्त खिस्ताब्दे १९३० तमे मार्चमासे 'लावेल' सूचितस्थाने नूतनग्रहस्योप स्थिति पोटोफरके प्राप्तवन्त।

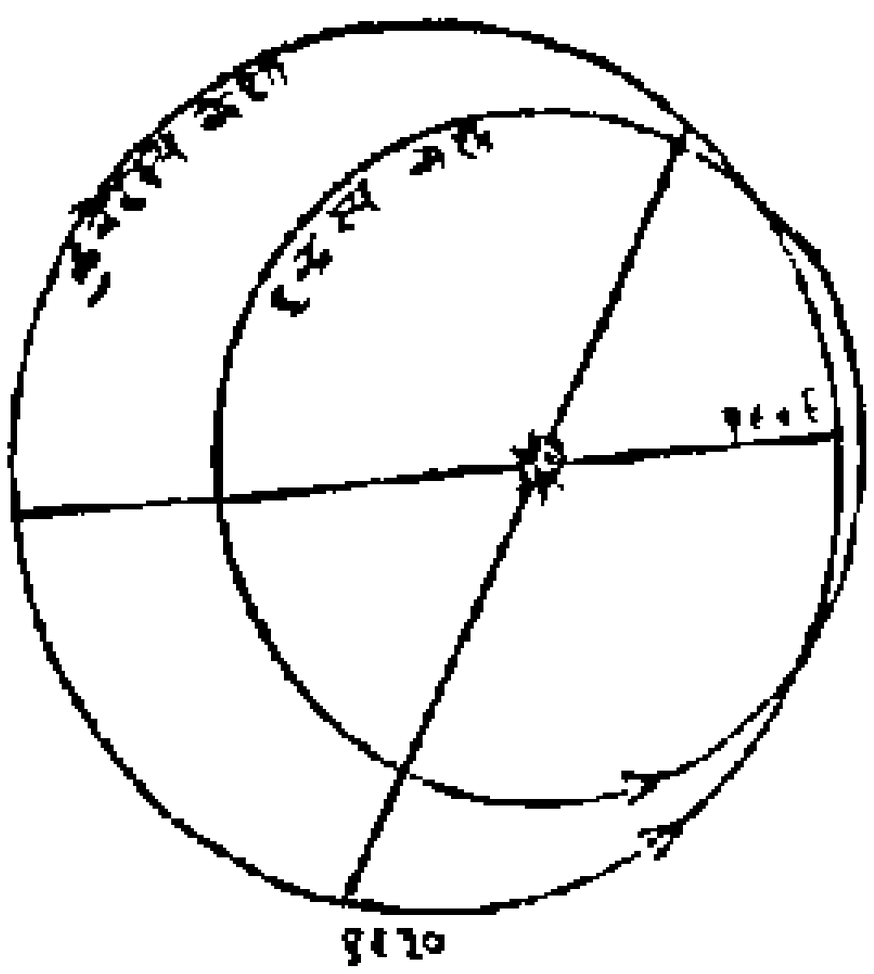


विवृतिकारे कुबेर [लावेल वेधागार]

लावेलमहोदयस्याज्ञात पिण्डविषयकगणना चौदशी यथार्थमानाना समीपेति निम्न सारिण्या स्पष्टेभवति। गण नाया द्वय बुद्धिराधुनिकगणि तज्ञासाधारण कौशल प्रकटी करोति।

	गणनया ज्ञातपिण्डस्य मानानि	वेधोपलब्धमानानि
दूरत्वं (ज्योतिश्चमापकाणि)	४३·००	३१·५२
परिक्रमणकालः (वर्षाः)	२८२ ००	२४८ ४३
उत्क्रेन्द्रिता	० २०२	०·२४९
नीचभोगांशाः	२०४°४८′	२२२°३०′
कक्षाणमनम्	१०°	१७°९′
नाक्षत्रकोटिः	१३	१४५

सौरमण्डले कुबेरस्य कक्षाया उत्क्रेन्द्रिता सर्वाधिका, कक्षाणमनञ्च सर्वाधिकम् । उत्क्रेन्द्रिता-मानस्य पर्याप्तत्वात् कुबेरः १९८९-तमे खिस्ताब्दे इन्द्रकक्षाया अपि समीपतरमायास्यति ।



कुबेरस्य कक्षाचित्रम्

७.८ ग्रहाणां सारिणी

नाम	सूर्यादूरत्वम् (ज्योतिश्चमापकानि)	दूरत्वम् (नियुत-क्रोशमानानि)	नाक्षत्रमानम् (दिनानि)	युतिकालः (दिनानि (वर्षाः)	उत्क्रेन्द्रिता	कक्षाणमनम्
बुधः	०·३८७१	३५·०६	८७·९६९	११५·८८	०·२०६	७°०′
शुक्रः	०·७२३३	६७·२०	२२४·७०१	५८३·९२	०·००७	३ २४
भूः	१·००००	९२·१०	३६५·२५६		०·०१७	० ०
भौमः	१·५२३७	१४१·६	६८६·९८०	७७१·९४	०·०९२	१ ५१
मेरेमः	२·७६७२	२५७·१	४·६०८	४६६·६०	०·०७७	१० ३७
गुरुः	५·२०२८	४८३·३	११·८६२	३९८·८८	०·०४८	१ १८

नाम	सूर्याद् मध्यम (ज्योतिश्चमा- पकाणि)	दूरत्वम् (नियुत- क्रोशार्धानि)	नाक्षत्र कालः (दिनानि)	युतिकालः दिनानि	उत्केन्द्रिता	कक्षागमनम्
शनिः	९·५३८८	८८६·२	२९·४५८	३७८·०९	०·०५६	२ २९
बुधः	१९·११२०	१७८३	८४·०१५	३६९·६६	०·०४७	० ४६
इन्द्रः	३०·०७०७	२७९४	१६४·७८८	३६७·४९	०·००९	१ ४७
कुबेरः	३९·४५७४	३६७०	२४७·६९७	३६६·७४	०·२४९	१७ ९

नाम	व्यासमानं (क्रोशार्धानि)	पिण्डमात्रा [पार्थिवपिण्ड- मात्रा १ =१]	घनत्वम् जलस्य=१	अक्ष-भ्रमण कालः दि	विषुवरेखायाः प्रवणता (क्रान्तिवृत्तात्)	ध्रुव- निम्नता	महत्तमभास्कर-लकाले नाक्षत्र- कोटिः
सूर्यः	८६४०००	३३१९५०	१·४१	२४·६५	७°१०′	०	—२६·८
चन्द्रः	२१६०	०·०१२	३·३३	२७·३२	६ ४१	०	—१२·६
बुधः	३१००	०·०४	३·८	८८		०	—१·९
शुक्रः	७७००	०·८१	४·८६	३० (?)		०	—४·४
भूः	७९२७	१·००	५·५२	२३ह्रो ५६मि	२३°२७′	१/२९६	
मौमः	४२१५	०·११	३·९६	२४ ३७	२४	१/१९२	—२·८
गुरुः	८८६४०	३१६·९४	१·३४	९ ५०	३ ७	१/१५	—२·५
शनिः	७४१००	९४·९	०·७१	१० ०२	२६ ४१	१/९·५	—०·४
वरुणः	३२०००	१४·७	१·२७	१० ४१	१८	१/१४	+५·७
इन्द्रः	३१०००	१७·२	१·५८	१५ ४८	२१	१/४७	+३·६

अष्टमोऽध्यायः

धूमकेतुः

[सौरमण्डले भ्रमता ग्रहव्यतिरिक्तपिण्डानां स्वरूपगत्यादीन्यत्र द्रष्टव्यानि ।]

८.१ धूमकेतवः

धूमकेतव उत्पातचिह्नानीति प्राचीनानां प्रसिद्धिः । अस्याः प्रसिद्धेर्मूलं तेषां विरलागमनमेव, यतो विरलदर्शनेषु प्रायेण रहस्यपूर्णशक्तिमत्ता मन्यते । वस्तुतः प्रकाशमानानां चाक्षुष-(चक्षुर्दृष्ट) धूमकेतूना दर्शनं विरलमेव । मानवस्य शतवर्षायुष्के जीवने दशाधिकानां नेत्रदृष्ट-धूमकेतूनां दर्शनं प्रायोऽसम्भवम् । परमधुना धूमकेतुषु न कापि रहस्यपूर्णा शक्तिर्मन्यते, यतो दूरदर्शकयन्त्रेण तेषा दर्शनानि सुलभान्येव । अकस्मादेव नक्षत्रावलोकनार्थे सायंकाल आकाशस्य पश्चिमभागे, सूर्योदय आकाशस्य पूर्वभागे ते काले काले दृष्टिपथमवतरन्ति । प्रतिवर्षं पञ्चधूमकेतव आलोक्यन्ते । एषा चमश्चत्वारो वा नूतना धूमकेतवः, शेषाः पुनरागताः पूर्वपरिचिताश्च ।

८.११ परिक्रमणमार्गः

सर्वे धूमकेतव एकरूपेण दृश्यन्ते । न दृश्यते तेषां किमपि स्पष्टं प्रत्यक्षं भेदकम्, येन ते सजातीयेष्वभिज्ञाता भवेयुः । तथापि ज्योतिर्गणकैस्ते सूर्यमभितः स्वपरिक्रमणमार्गेणाभिज्ञायन्ते ।

परिक्रमणमार्गस्य द्वावाकारौ—(१) दीर्घवृत्ताकारः, (२) परवलयाकारश्च । दीर्घवृत्ताकार मार्गका धूमकेतवो नियमिता आख्यायन्ते, परवलयाकारमार्गस्तु चानियमिताः ।

दीर्घवृत्ताकारमार्गस्था धूमकेतवः सूर्यं परितो दीर्घवृत्तेषु भ्रमन्ति । दीर्घवृत्तानामेतस्मिन्नाभौ सूर्यस्तिष्ठति । मार्गस्य दीर्घवृत्ताकारत्वात्ते धूमकेतवः पुनः पुनः सूर्यं प्रत्यागच्छन्ति, तेषां भ्रमण कालदयोऽपि ग्रहभ्रमणकालादिवच्चियमिताः । न कस्यापि धूमकेतोर्भ्रमणकालः शतवर्षाधिकः, परमुत्केन्द्रिता च तेषा पर्यासमिता, कक्षाणमनञ्च साधारणम् । परिक्रमणे ते ग्रहवत् पश्चिमतः पूर्वं गच्छन्ति ।

परवलयाकारमार्गेण ये धूमकेतवो भ्रमन्ति तेषां परवलयाकारमार्गस्याप्येतस्मिन्नाभौ सूर्यस्तिष्ठति । परं यथा परवलयस्य द्वे शाखे अनन्तस्थानं प्रति सर्वदा गच्छतः, न च कदापि परिवर्तेते, तथा धूमकेतव एत एकदा सौरमण्डलेऽतिथिरूपेणागच्छन्ति, पुनश्च न दृश्यन्ते । एषां कक्षा भ्रमणं पर्यासमितम् । एषामर्धाः पूर्वतः पश्चिमं भ्रमन्ति, अर्धाश्च पश्चिमतः पूर्वं भ्रमन्ति ।

८.१२ धूमकेतोः स्वरूपम्

धूमकेतोः त्रीणि प्रमुखाङ्गानि—(१) शीर्षम् (नाभ्यावरण), (२) नाभिः, (३) पुच्छम् । अत्र पुच्छमस्य महत्तममङ्गम्, यतः पुच्छत्वादस्य नाम 'पुच्छल्तारा' प्रसिद्धम् । धूमकेतुशब्दस्य व्युत्पत्त्यापि धूमपूर्णकेतोः (धूमपूर्णपुच्छस्य) महत्ता दृश्यते ।

सर्वेषां धूमकेतूनां शीर्षमवश्यं विद्यते। तन्न्यूनाधिकं वृत्ताकारम्। इदं मेघसदृशं पर्याप्तं धूमिलं महापरिमाणकञ्च। अस्य व्यासो न कदापि १५,००० क्रोशार्धादल्पः।

शीर्षमध्यभागो नाभिरुच्यते। केन्द्रभागस्थेयं नाभिर्नक्षत्रमिव भाति। अस्याकारश्च गोलः, परिमाणश्चाल्पं ५००-९०० क्रोशार्धमितकम्। धूमकेतोः क्वचिद् द्वे नाभी, क्वचिदेका नाभिः (साऽपि केवलं सूर्यसामीप्ये), क्वचिदेकापि न।

तृतीयमङ्गं पुच्छमस्य प्रधानमङ्गम्। पुच्छमतिदीर्घं (कदाचित् कोटिक्रोशार्धमितमपि) परिमार्जिनीव दृश्यते। सा शीर्षाद् निस्सरति। पुच्छं शीर्षापेक्षया किञ्चिद् धूमिलम्। तत् कस्मात् स्थानाद् निःसृतमिति निश्चयो दुष्कर एव। यद्यपि पुच्छं सर्वाधिकदीर्घाङ्गं प्रमुखञ्च, तथापि कतिपयानां दूरदर्शकेनैव दृष्टानां लघुधूमकेतूनां पुच्छं न विद्यते।



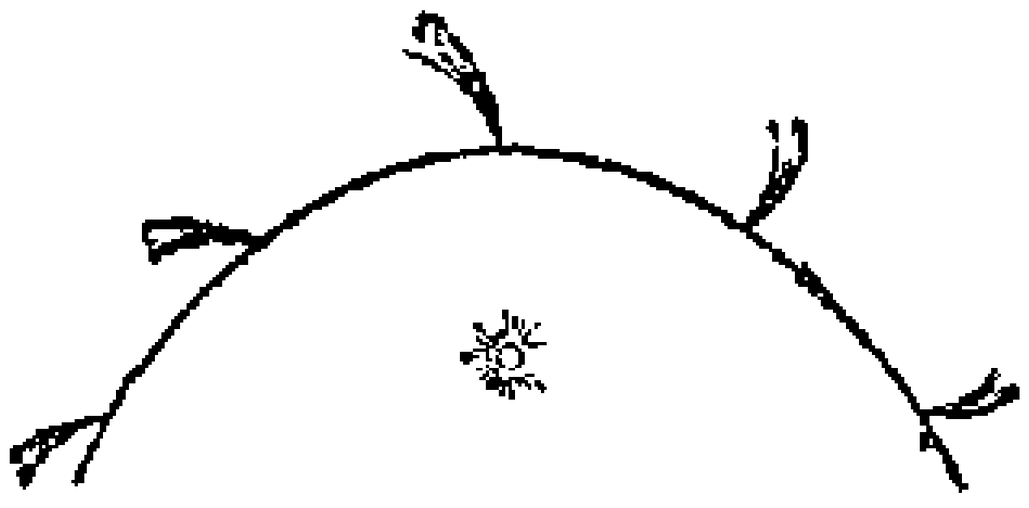
धूमकेतु १९१०-अ
[लावेन वेधशाला]



धूमके-१९४८
[लावेन-वेधशाला]

८·१३ पुच्छम्-उत्पत्तिर्गतयश्च

यदा धूमकेतुः सूर्यस्य सामीप्यं भजते तदा तस्यैकं पुच्छं जायते। पुच्छं शीघ्रात् सूर्यं प्रतिकूलदिशायां प्रथमं निस्सरति। यथा यथा सूर्यस्य समीपं धूमकेतुर्गच्छति तथा तथा पुच्छं दीर्घं दीर्घतरञ्च भवति। एवं पुच्छं वस्तुतः शीर्षस्थवाष्प-सूक्ष्मरजःकण समूह एव, य. सूर्यप्रकाश किरणैः प्रणुदितः सूर्यप्रतिकूलदिशायां शीघ्राद् निस्सरति। एवं सूर्यकिरणप्रणोद एव पुच्छस्य हेतुः।



पुच्छनिर्भक्तिम्

पुच्छस्य तिस्रो गतयः। प्रथमा तद् नाभेः प्रतिसेकिण्डं नैककोशार्धगत्या बहिर्निस्सरति। द्वितीया यथा यथा पुच्छं शीघ्राद् दूरं भवति तथा तथा प्रणोदाल्पत्वात् तस्य परिमाण वर्धते। अत एव तत् सूर्यप्रतिकूलदिशायां शृङ्गाकार भवति। तृतीया सूर्यं परितो भ्रमणशीलत्वात् 'केप्लर'नियमेन पुच्छस्य सूर्यदूरवर्तिभागा मन्दगत्या भ्रमन्ति, सूर्यसमीपवर्तिभागाश्च शीघ्रगत्या भ्रमन्ति। अत एव पुच्छं नाभेः पश्चात् तिष्ठति, अर्थात् पुच्छं किञ्चिद् वक्रता भजते।

पुच्छे यानि वाष्पाणि विरलसूक्ष्मरजःकणाश्च वर्तन्ते तेषां विषपूर्णप्रभावो भूवासिनां भविष्यति यदि धूमकेतोः पुच्छ भुवः समीपं भूवायुमण्डलमध्याद् वा गच्छतीति साधारणजनानां भय न निर्मूलम्। तथापि पुच्छस्य वाष्पाणीयद्विरलानि यत् खिस्ताब्दे १८६१ तमे १९१० तमे चेदृशी घटना घटिता, न च कोऽपि प्रत्यक्षविषपूर्णप्रभावो दृष्टः।

८.१४ वर्णच्छत्रम्

वर्णच्छत्रे कश्चिद् रेखाः सूर्यवर्णच्छत्रीयरेखासमाः कश्चिच्च सूर्यवर्णच्छत्रीयरेखाभ्यो भिन्ना दृश्यन्ते। अत एव धूमकेतुप्रकाशकिरणेषु केचन किरणा धूमकेतुकणपरावर्तिताः सूर्यप्रकाश किरणा एव, केचन च धूमकेतोः स्वकीया इति सिद्ध्यति। धूमकेतोः स्वकीयकिरणानां वर्णच्छत्रीयरेखाभिर्ज्ञायते यत्तत्र वाष्पाणि सूर्यकिरणप्रणुदितानि सन्ति प्रकाश्यमानानि भवन्ति। वर्णच्छत्रविश्लेषणेन C_2, NH, CN, CH, OH आदिव्यूहाणूनामुपस्थितिः लक्ष्यते। एतेषु व्यूहाणुषु कतिपया व्यूहाणवः पृथिव्यां न दृश्यन्ते।

८.१५ पिण्डमात्रा, रचना च

धूमकेतुर्मुख्यतयौल्किकद्रव्यरचितो भवति। एते विरलघनत्ववन्त औल्किकद्रव्यकणाः सूक्ष्मरजोमिश्रितवाष्पैः सम्मिलिता भवन्ति। सूर्यसामीप्ये वाष्पाण्यौल्किकद्रव्यकणेभ्यः पृथग् भूत्वा सूक्ष्मरजःकणैः सह नाभ्यावरणं रचयन्ति, ततः सूर्यकिरणप्रणुदितानि भूत्वा पुच्छं रचयन्ति। तत्र

---

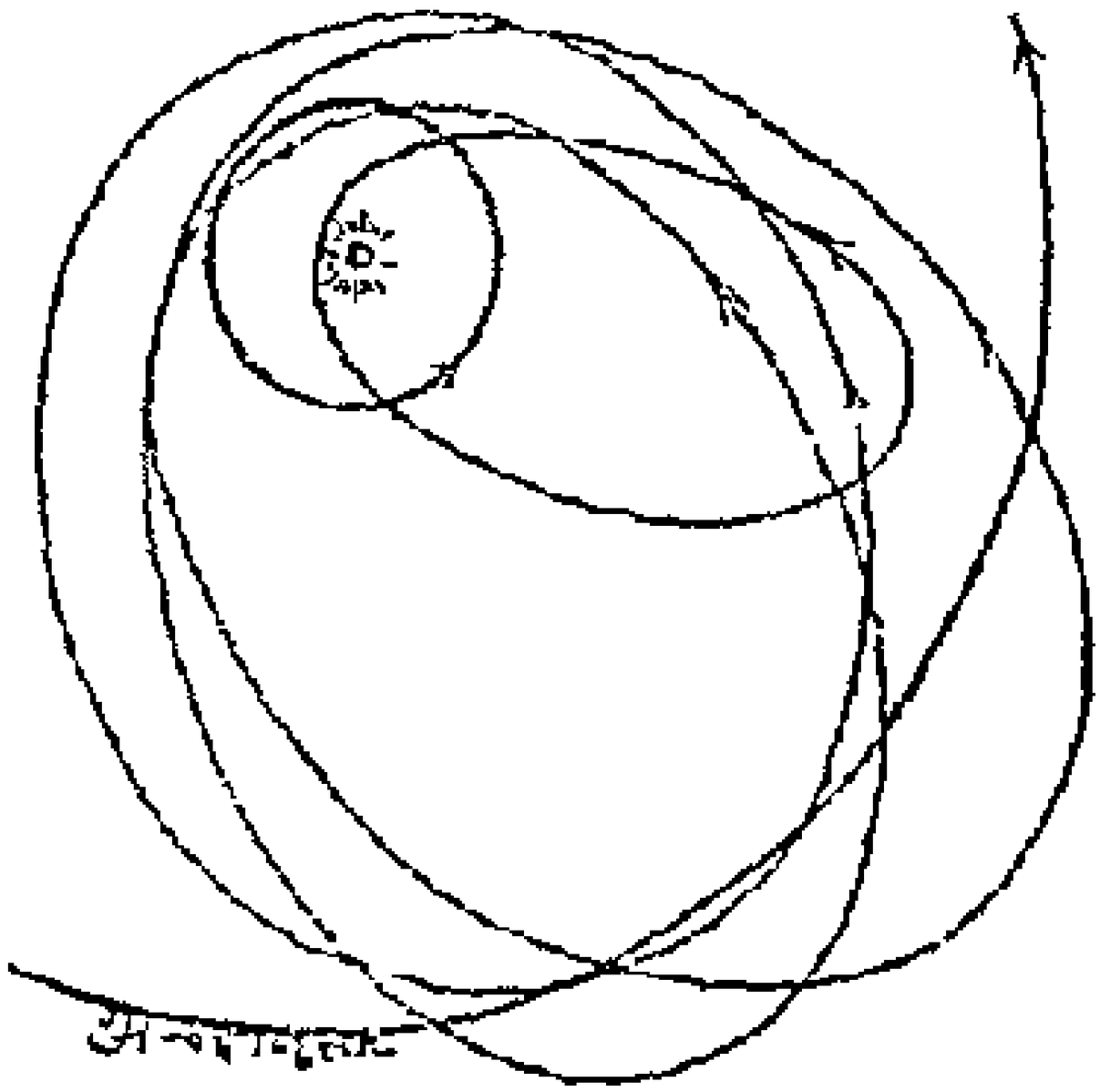
१. प्रकाशस्यापि भारो यदेतेऽयमाश्चर्यविषयः परं विज्ञानविद्भिः सुसाधितः।

च परावर्तिनसूर्यकिरणैः सूर्यप्रकाशप्रणुदनजनितवाष्पीयप्रकाशकिरणैश्च भास्वरत्वं दृश्यते। औल्किकद्रव्यस्फोटेभ्यो वाष्पाणां पृथग्भवनस्य, नाभ्यावरणपुच्छरचनायाः प्रकाश्यमानत्वस्य च प्रक्रिया शनैः शनैः सूर्याद् दूरतरवृद्धौ समाप्ता भवति। अन्ततोऽप्रकाश्यमान औल्किकद्रव्यपुञ्ज एव धूमकेतुर्भवति। पिण्डमात्रा नूनं किञ्चिद् न्यूना भवति, यतः पुच्छरूपेण निस्सृता पिण्डमात्रा प्रायेण पुञ्जे पुनर्नागच्छति।

धूमकेतोः परिमाणं सुदीर्घकम्, पिण्डमात्रा चाल्पा,[1] अत एव तस्य घनत्वमत्यल्पमितम्। महत्योपग्रहस्य सामीप्येऽपि धूमकेतुमार्गस्य च्युतिहीनत्वमत्रैकं प्रमाणम्, पुच्छानां पारदर्शकत्वं द्वितीयम्।

८.१६ धूमकेतूनां परिवाराः

दीर्घवृत्ताकारमार्गकाणां धूमकेतूनां प्रायेण त्रिंशत्सङ्ख्याका गुरुपरिवारीयाः कथ्यन्ते।



एतेषां सर्वेषामुच्चबिन्दुः सपातबिन्दुर्वा गुरुकक्षायाः समीपे दृश्यते। भ्रमणकालः पञ्चवर्षाधिको नववर्षाल्पश्च भवति। कक्षाणमन साधारणमेव दृश्यते। सर्वे पश्चिमतः पूर्वं भ्रमन्ति। 'एन्की' धूमकेतुरस्मिन्नेव परिवारे वर्तते, स प्रत्येकस्मिन् चतुर्थे वर्षे दृश्यते।

महेषु गुरो. पिण्डमात्रा सर्वाधिका, अत एव स समर्थः पर्यासस्वभावां धूमकेतूना बन्दीकरणे। अन्यैरपि महैः कतिपया धूमकेतवो बन्दीकृताः—वरुणेन त्रयः, यमेन द्वौ, इन्द्रेण चत्वारः।

८.१७ धूमकेतूनां वर्गाः

सन्ति कतिपया धूमकेतवो येषां पञ्चात्यानि प्रायः समानानि। एत एकवर्गीयाः कथ्यन्ते। १६६८-१८४३ प्रथम-१८८२ द्वितीय-१८८७ प्रथमधूमकेतव एकवर्गीयाः सन्ति। एते सूर्यसातिसमीपमपि गच्छन्ति। १८८२ सिद्धान्तस्तु भिन्नप्रमाणे दृष्टः १८८२-द्वितीय धूमकेतुरद्भुत आसीत्। स दिवाप्यदृश्यत। स सूर्यमण्डलस्पर्शात् सूर्यकेन्द्रस्य ३,००,००० क्रोशार्धदूरस्थान्तरे प्रविश्य कोटिक्रोशार्धगत्वा निरगच्छत्। सूर्यसातिसमीप्या-

---

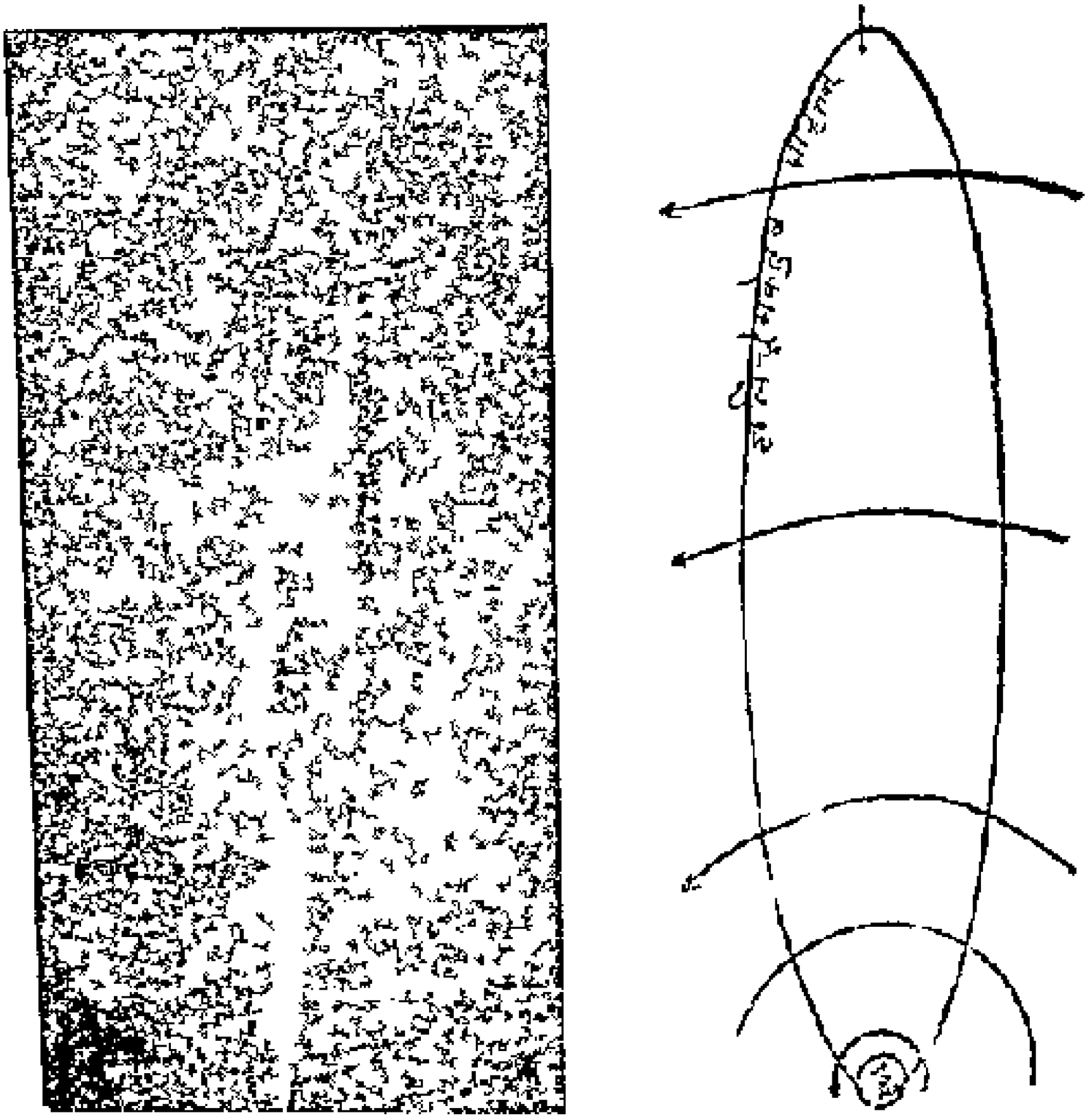
1. कल्पनाकं वायुमण्डलज्ञानेषया $\frac{1}{20,00,00,00,00,00,00,00,0}\left(=\frac{1}{2\times10^{19}}\right)$ मानमिता द्वाभिकेतोः पिण्डमात्रा।

तस्य नाभिश्चतुर्धाभवत्। अर्थादेक एव धूमकेतुश्चतुर्धाऽगमत्। चत्वारो नवसप्त धूमकेतव पृथग्भूय भ्रमन्ति। तेषा परिक्रमणकाल क्रमश ६६४ वर्षाणि, ७६९ वर्षाणि, ८७१ वर्षाणि, ९५९ वर्षाणि चासन्, अत एव ते २१-तमशतकात् प्रारभ्य २८-तमशतकपर्यन्त पुनरेकवार दृश्यन्ते।

८१८ प्रसिद्धा धूमकेतव

हालिधूमकेतु

सर्वप्रथमं 'न्यून'महोदयेन धूमकेतूना मध्यत सूर्यपरिक्रमणमनुगितम्, पर न तेन कृता कस्यचन धूमकेतुविशेषस्य गणना। तस्य गिनेण 'हालि'महोदयेन १६८२-तमे खिस्ताब्दे तत्कालदर्शनागतधूमकेतो वर्षावृत्ततत्त्वानि गणयित्वा, तस्य परिक्रमणकालस्य मान ७१-वर्षाणि लब्धम्। पूर्वोल्लेखैस्तेन दृष्ट यत् प्रत्येक ७१-तमे वर्षं एको धूमकेतुरदृश्यत। अत एव हालि



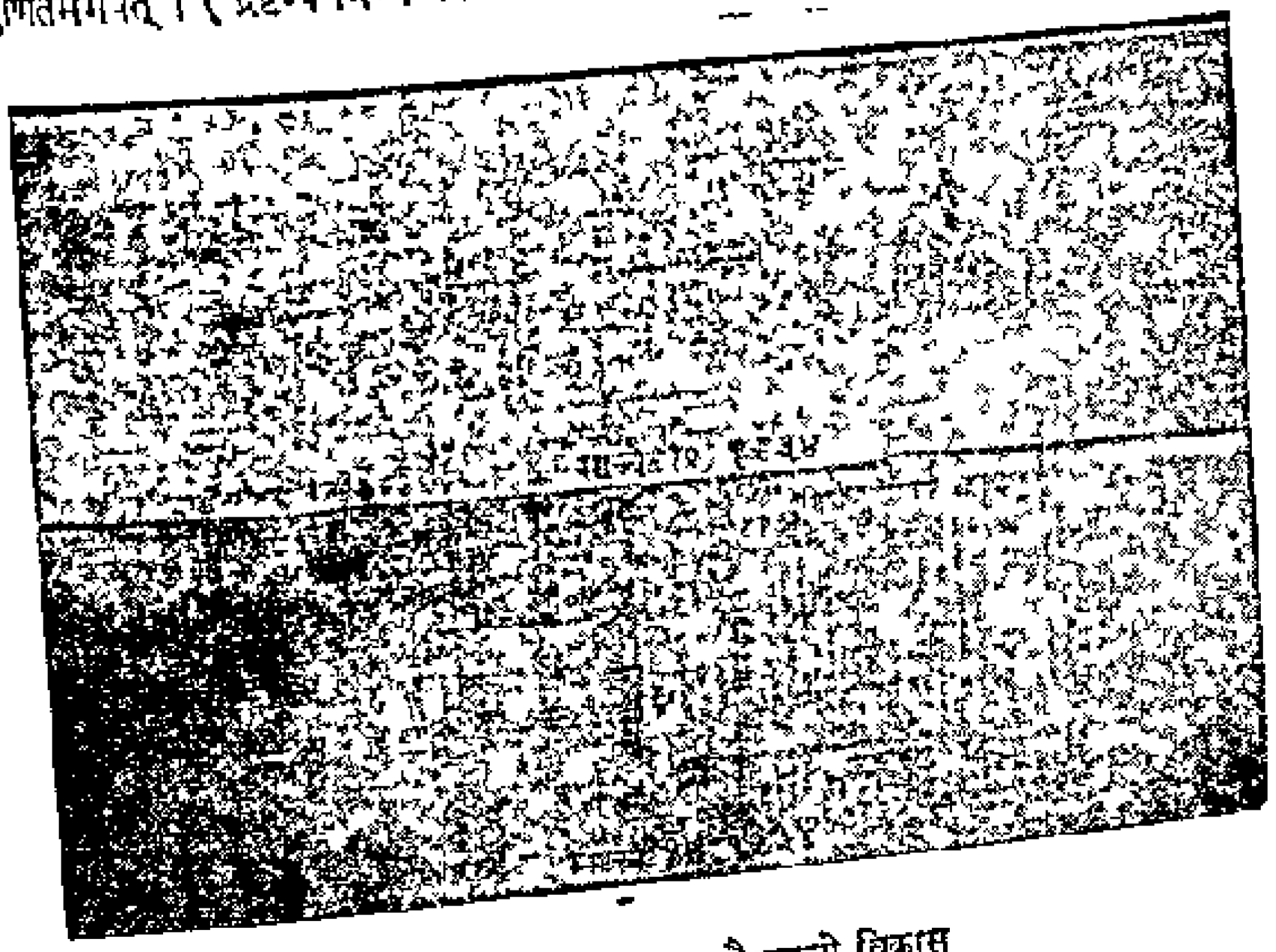
हालिधूमकेतु

महोदयेन १७५८ तमे खिस्ताब्दे धूमकेतो पुनर्दर्शन भविष्यतीति घोषितम्। हालिमहोदयोऽति वृद्ध आसीत्, पुनरागमनात् पूर्वमेव पञ्चत्व गत, तथापि पूर्वसूचितवर्षे पूर्वसूचितस्थाने धूमकेतो

दर्शनमभवत्। धूमकेतोश्च नाम 'हालि'धूमकेतुः कृतो ज्योतिर्विन्दिः। हालिधूमकेतु' १९१०-तमे खिस्ताब्दे दृष्ट आसीत्। पुनरय १९८६-तमे खिस्ताब्दे द्रक्ष्यते।

'श्यामन-वारमन'-धूमकेतुः (१९२५-द्वितीय-धूमकेतुः)

१९२७-तमे खिस्ताब्दे लब्धो धूमकेतुर्ग्रहवद् भ्रमति। अस्य कक्षावृत्त पूर्णतया गुरुकक्षा-सन्निकक्षा-मध्ये वर्तते। साधारणतोऽयमष्टादशकोटिकिलोमीटर्मित भाति, परन्तु काले कालेऽस्य भास्वरत्वमकस्माद् वर्धते स्म। १९३४-तमे खिस्ताब्दे चतुर्दिवसान्तरे तस्य भास्वरत्वमसमात् शतगुणितमगमत्। (द्रष्टव्य निम्न फोटोचित्रम्)—



धूमकेतु-१९२५ द्वितीयस्यौज्ज्वल्ये विकास
[यरकिज वेधशाला]

विपुला-धूमकेतु

सर्वप्रथम १८२६ तमे खिस्ताब्दे 'विपुला' महोदयेन गणनायाय परिक्रमणकाल ६½ वर्षमितो निश्चित। यदाय केतु' १८४६ तमे खिस्ताब्दे दृष्टस्तर्हि स द्विधा दृष्ट। तस्य द्वौ भागौ पृथक् पृथग् भ्रमन्तौ दृष्टौ। १८७२ तमे खिस्ताब्दे द्वौ भागौ द्वौ धूमकेतू अभवताम्। १८९९-तमे, १८६६ तमे खिस्ताब्दे च महाप्रयत्नैरप्येतयोर्दर्शन नाभवत्। परन्तु १८७२ तमे खिस्ताब्दे गणनागतदर्शनकाले २७-नवम्बरे पृथिव्या उपर्यसख्या उल्का अपतन्। एव प्रतीयते यद् धूमकेतु' छिन्नभिन्नो भूत्वा ह्युल्कापुञ्जोऽभवत्। एव धूमकेतवो यदा कदा विनाश गच्छन्ति।

८.२ उल्काः

यदा कदा रजनीकरविहीनायां निशायामम्बरे रत्नवत्प्रकाशमानेषु नक्षत्रेषु कतिपये प्रकाशबिन्दवो दृश्यन्ते, ये क्षण भमण्डले चलन्त एव लुप्ता भवन्ति। साधारणजनेषु लोपोऽय

तारापतननाम्ना प्रसिद्धः । परन्त्विदं वस्तुतस्तारापतनं न, न चैते पिण्डा वस्तुतस्ताराः । तारा (नक्षत्राणि) अतिविशालकायाः सन्ति, परन्त्वेते पिण्डाः केवलं प्रकाशहीना अतिक्षुद्रपिण्डाः । एते क्षुद्रपिण्डा भुवः समीप्ये, भुव आकर्षणशक्त्याकृष्टा वायुमण्डलसङ्घर्षजनिततापेन प्रज्वलिताः सन्तः क्षणिकप्रकाशं प्रदर्श्य भस्मीभवन्ति ।

एषां धूमकेतुभ्यो भिन्नत्वं निम्नतथ्यैः समर्थ्यते—

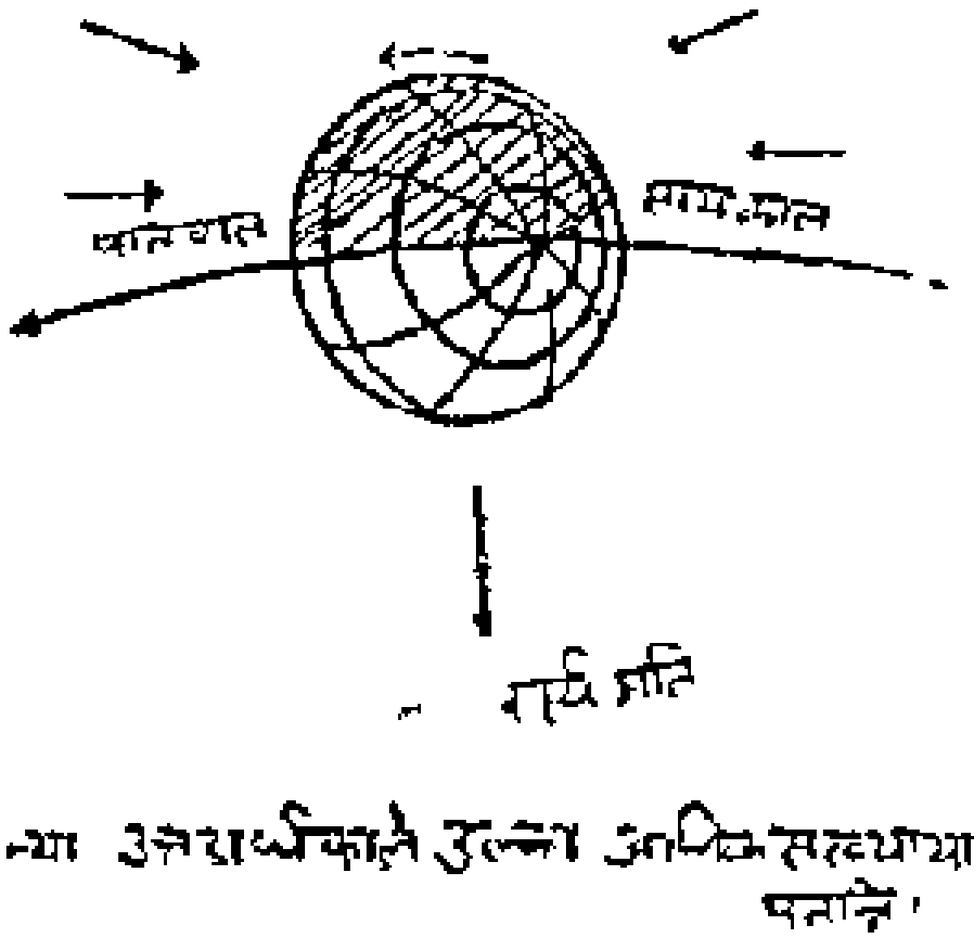
(१) धूमकेतूना गतिरतिमन्दा । आकाशे कतिपयदिनपर्यन्तं (केचन नैकसताह पर्यन्तमपि) दृश्यन्ते, रात्र्याः सर्वप्रहरेषु च चन्द्रवद् आलोक्यन्ते । उल्काः क्षणमाकाशेऽचिरप्रभया प्रकाशन्ते, क्षणिकां दीप्तिञ्च प्रदाय विलीना भवन्ति । एषां प्रकाशमानरेखा मिनटैककालपर्यन्तं दृश्यन्ते ।

(२) धूमकेतवः सुदूरवर्तिसगोलीयपिण्डाः सन्ति, उल्काश्च प्रकाशमानकाले भुवो वायुमण्डले भवन्ति ।

(३) धूमकेतवः परिमाणे पृथिव्या बृहत्तराः सन्ति (केचन तु सूर्यं इव विशालकायाः सन्ति । तेषां सर्वेषां मध्यमान दशपृथिवीसमं गण्यते), उल्काश्च सर्षपदतिसूक्ष्मपिण्डा एव ।

८·२१ उल्कापतनस्य संख्या

प्रतिहोरं १०,००,०००–संख्याका उल्का भुवि पतन्ति (गणनेयं केवल नेत्रदृष्टोल्का नामस्ति) । अर्थात् प्रतिदिन २,४०,००,०००–संख्यकोल्काना पिण्डमात्रा पार्थिवपिण्डमात्रया युज्यते । उल्काना प्रत्येक भारोऽतिलघुर्दृश्यते, तथापि प्रतिदिन पतितानामुल्कानां सम्मिलितो भारः २४ 'सेर' मितो भवति ।



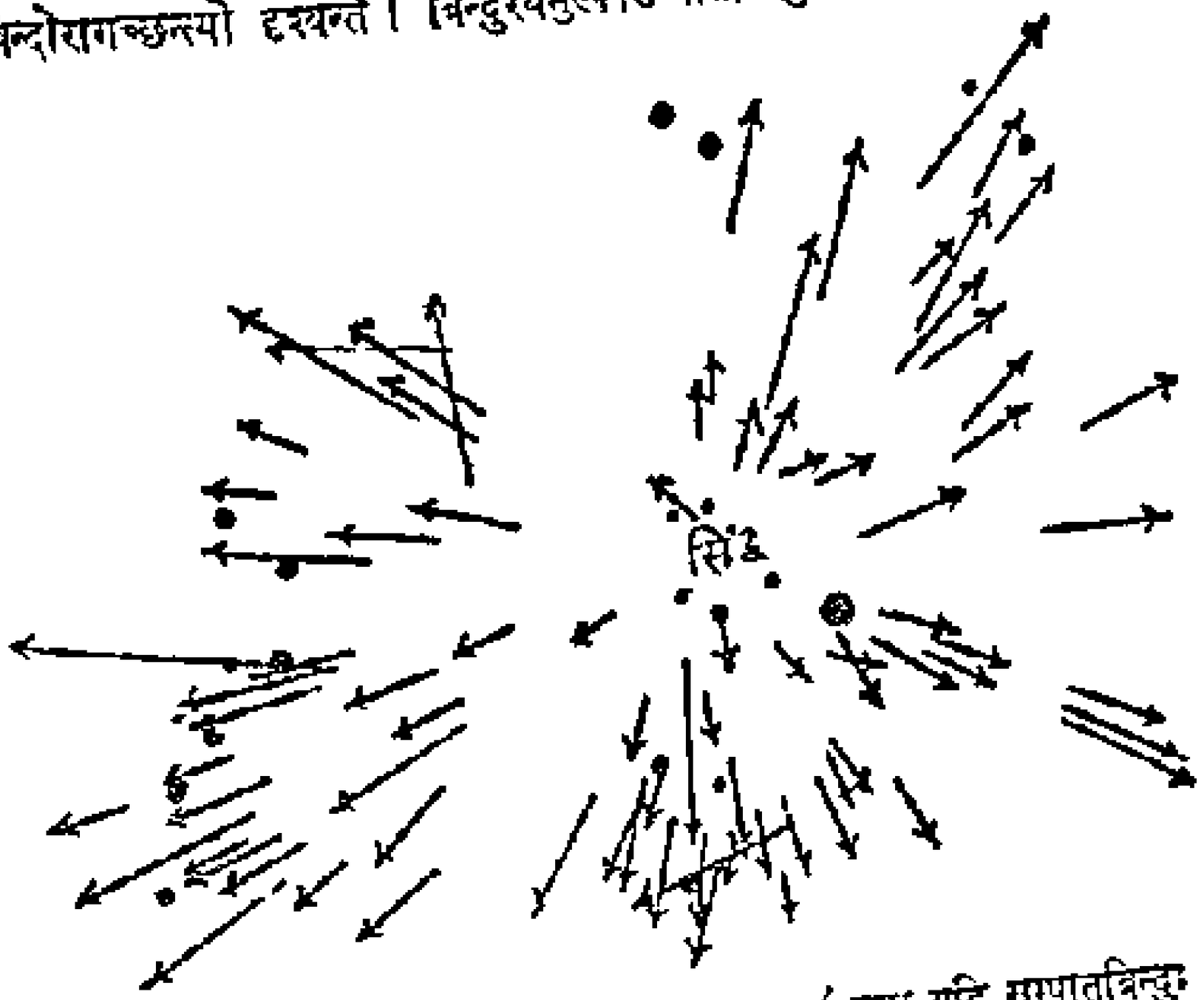
रात्र्या उत्तरार्धकाले उल्का अधिकसंख्यया पतन्ति ।

उल्का रात्र्या उत्तरार्धकालेऽधिकं दृश्यन्ते । पूर्वार्धकाले पृथिव्या गोलाकारभागो महाकायोऽगाक सम्मुखं वर्तते । अत एव केवलं पृष्ठत उल्का आगच्छन्ति । प्रातःकाले चर्यं सम्मुखादरक्षिता भवाम, अत एवोल्का अधिकसंख्यायाम् अधिकवेगेनागच्छन्ति (द्रष्टव्यमत्र चित्रम्) ।

८·२२ उल्कासम्पातबिन्दू

उल्काः सर्वदा समसंख्याका न दृश्यन्ते । यदा यदा ताश उल्कायुन्दानि भ्रमन्ति । एव प्रतीयते यदाकाश उल्कायुन्दानि भ्रमन्ति । यदा सूर्यं परितो भ्रमणं पृथिव्युल्काबृन्दपथमुल्लङ्घयति तदोल्का महासंख्यायां भुवि पतन्ति । इदमुल्कावृष्टिः कथ्यते ।

यदि तूल्कानिर्गमावसरे दृष्टिगोचराणामुल्कासहस्राणां मार्गाः खगोले अङ्कयन्ते, तर्हि ता एकस्माद् बिन्दोरागच्छन्त्यो दृश्यन्ते। बिन्दुरयमुल्कासम्पातबिन्दुरुच्यते (द्रष्टव्यमधश्चित्रम्)।



उल्कावृन्दानि च सम्पातबिन्दुनामभिः प्रसिद्धानि भवन्ति। (यथा यदि सम्पातबिन्दुः सिंहराशौ स्थितस्तर्हि उल्कावृन्दं सैंही वृन्दमुच्यते)। उल्कावृन्दानि प्रायेण धूमकेतुमार्गेण सम्बद्धानि भवन्ति (द्रष्टव्यः § ८·१८)। निम्नतारिण्यामुल्कावृन्दानि, तत्सम्बन्धिधूमकेतूना च नामानि दीयन्ते।

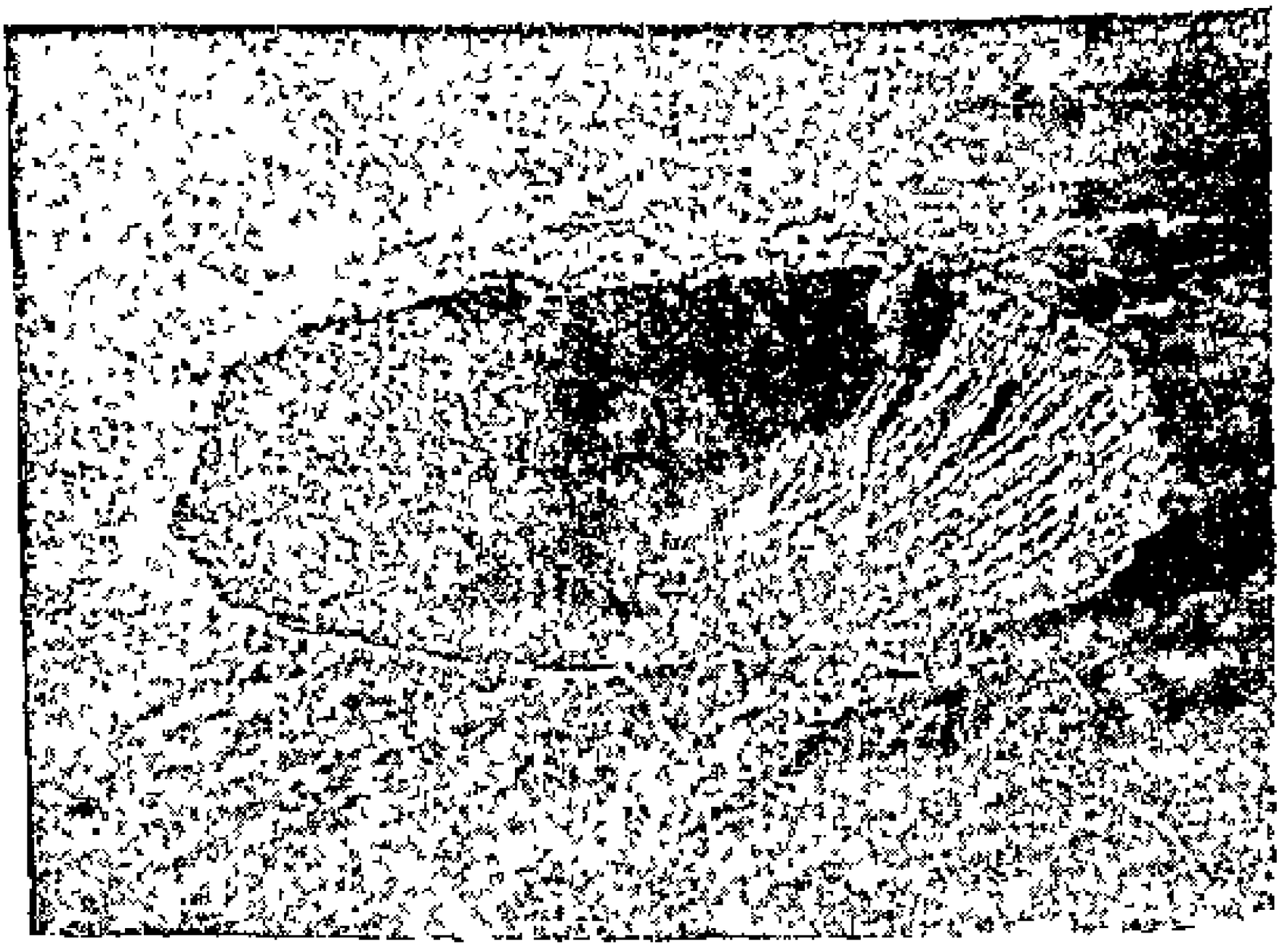
उल्कावृन्दम्	महत्तमवृष्टिः	सम्बद्धधूमकेतुः	धूमकेतोः परिभ्रमण कालः
वीणाविषयकम्	अप्रेल २२	१८६१–प्रथम	४०० वर्षाणि
कुम्भविषयकम्	मई ४	'हालि'	७६
ययातिविषयकम्	अगस्त ११	१८६२–तृतीय	१२०
कालियविषयकम्	अक्टूबर ९	१९३२–तृतीय	६¼
गृगविषयकम्	अक्टूबर २१	हालि	७६
वृषविषयकम्	नवम्बर ९	एनकी	३¼
'सैंही' (सिंहविषयकम् देवयानीविषयकम्)	नवम्बर १५	१८६६ प्रथम	३२
	नवम्बर २७	मिएला	६¼

८.३ उल्कापिण्डाः

प्रायेणोल्का वायुमण्डलं प्रविश्य भूपृष्ठमलभमाना एव भस्मीभवन्ति, परं याः कदाचन भस्मीभवनादवशिष्टा भूतलं प्राप्नुवन्ति ता उल्कापिण्डाः कथ्यन्ते।

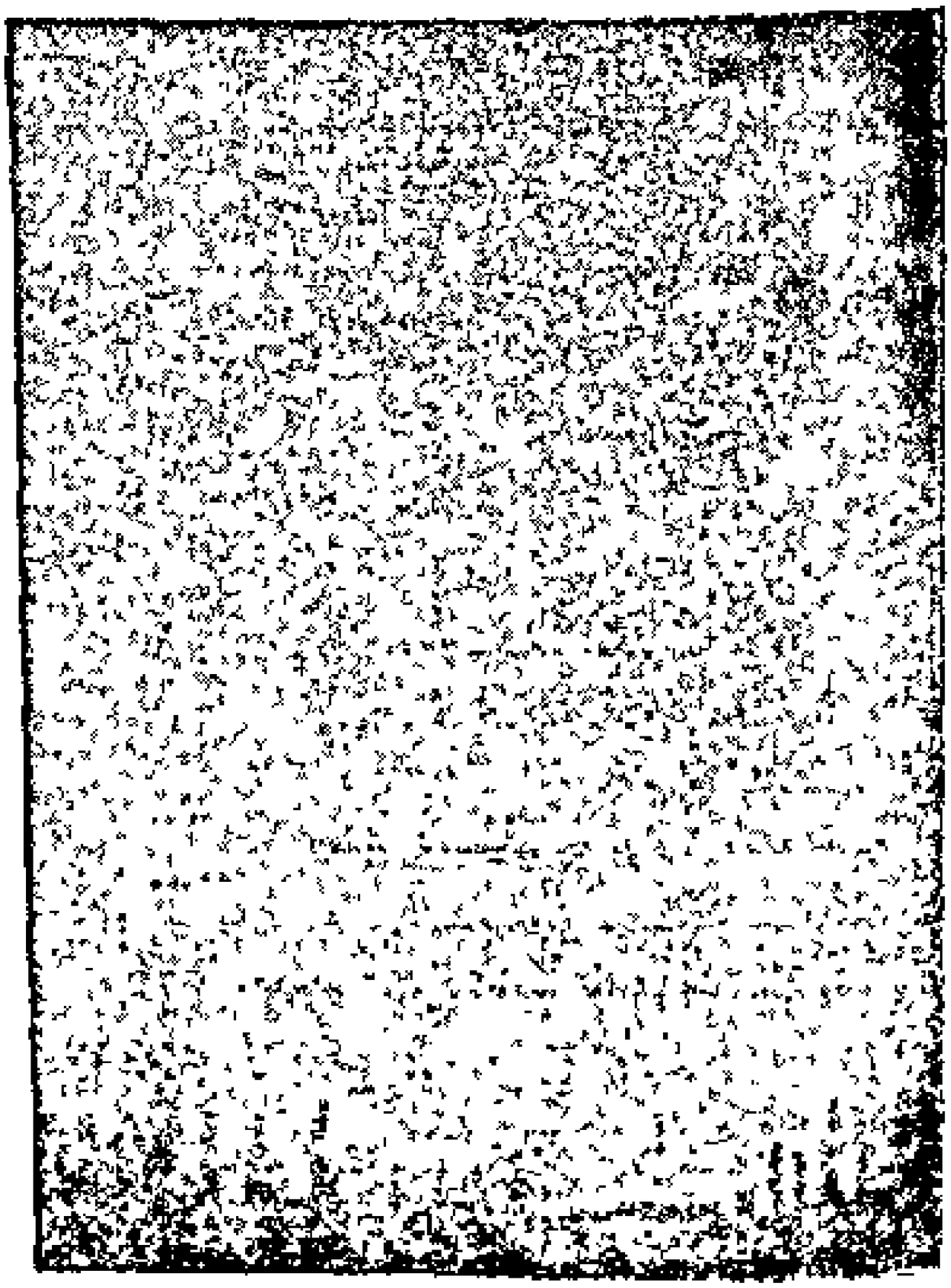
उल्कापिण्डेषु प्रायः 'मेग्नेशिया' 'निकेल' लौहचूर्णादीनि लक्ष्यन्ते। उल्कापिण्डानां भारः 'तोला'द्वयात् प्रारभ्य नैक'मन'पर्यन्तं दृश्यते।

यदा कदा बृहत्कायाः उल्कापिण्डा दृश्यन्ते। उल्कापिण्डाश्च यदा कदाचित्तेन भूमिं निपत्य तत्र गिरेर्मूलमपि खनन्ति (द्रष्टव्यं १७० पृ० प्रथम नियम्)।



'एरिजोना' स्थाने उल्कापिण्डजनितगिरिमुखम्

८·४ राशिचक्रप्रकाशः



राशिचक्रप्रकाशः

उल्कादर्शनवदेकोऽन्योऽपि दृग्विषयोऽत्यन्तमद्भुत । मेघविहीने रजनीकरशून्ये निर्मले व्योमनि शरदतौ सूर्योदयात् किञ्चित्पूर्वं वसन्ततौ च सूर्यास्तस्य किञ्चित्पश्चात् सूर्यसमीपवर्तिभागा दुच्चै श्वेतप्रकाशो दृश्यते । अय क्षितिजे पृथुतम उज्ज्वलतमश्च वर्तते, उच्चोन्नतांशेषु चाल्पीभवत्यस्य पृथुतोज्ज्वलता च । प्रकाशोऽय राशिचक्रमनुदृश्यते, अत एव राशिचक्रप्रकाशनाम्ना प्रसिद्ध । क्रान्तिवृत्तधरातले भूकक्षासूर्यमध्यवर्तिभागेषु सूक्ष्मा विरलाश्चौल्किककणा वर्तन्ते, एतेभ्यश्च सूर्य किरणा परावृत्ता सन्त इम प्रकाश जनयन्ति ।

विशेषद्रष्टव्यानि

§ ८१ धूमकेतवो ज्योतिर्विदा चिरपरिचिता सन्ति । अथर्ववेदसहितायां तेषामुल्कानाञ्चो ल्लेखो लभ्यते—

"उत्पाता पार्थिवान्तरिक्षाच्च नो दिविचरा ग्रहा । श नो भूमिर्वेपमाना शमुल्कानिर्हत च यत् ॥ श नो मृत्युर्धूमकेतु श रुद्रास्तिग्मतेजस ।" (१९ ९) । बृहत्सहिताया केतुचार नामकाध्याये धूमकेतूना विवरणानि दत्तानि । धूमकेतूना भेदा, तेषा सख्या (शत सहस्र वा), तेषा स्वरूपाणि, तेषा दर्शनस्य शुभाशुभत्वानि च विस्तरेण व्याख्यातानि तत्र । तेषा द्विज चूलस्व सामान्यतो वर्णितम् । तेषा परिवारा सन्ति (§ ८ १६) इति वराहसहिताया निम्नवर्णितेन विभागेन गृह्यते । तत्र ६० सख्याकशनिपुत्रा धूमकेतव, ५६ सख्याकगुरुपुत्रा धूमकेतव, ६० सख्याकभौमपुत्रा धूमकेतव, इत्यादिधूमकेतवो वर्णिता । यथात्र (§ ८ १८) प्रसिद्धा धूमकेतवो विद्युत्कारनाम्ना (हालि धूमकेतु) प्रज्वलिता सन्ति, तथैव श्वेतामहश्चलकेतु, उद्दालकश्वेतकेतु, काश्यपश्वेतकेतु, इत्यादय पराशरसहिताया लिखिता । पाश्चात्यदेशेषु तु सर्वप्रथम 'हालि' मन्त्रोद्देयेन (१७५८ तमे खिस्ताब्दे) विज्ञापित यद् धूमकेतूना केचित् पुन पुनर्निश्चितसमया नन्तर दर्शन ददति, परन्त्वस्माक पूर्वाचार्यै पूर्वमेव केषाञ्चिद् धूमकेतूना परिभ्रमणमानानि सूचितानि, यथा—

"श्वेतामहश्चलकेतु पञ्चवर्षशत प्रोक्ष्य उदित । अथोद्दालक श्वेतकेतुर्दशोत्तर वर्षशत प्रोक्ष्य दृश्य । अथ रश्मिकेतुर्विभावसुश्च प्रोक्ष्य शतम् ।' (पराशर०)

§ ८ २ उल्का वस्तुत पतन्ति नक्षत्राणि नेति ज्ञान पाश्चात्यदेशेषु नातिप्राचीनम्, परन्त्वस्माक ज्यौतिषाचार्याणामिद पूर्वमेवाधिगतमासीत् । श्रीपति भास्कराचार्यादिभिरुल्का कुमारोत्तरेव गणिता । वराहसहितायामुल्काना पञ्च भेदा वर्णिता—

दिवि भुक्तशुभफलाना पतता रूपाणि यानि तान्युल्का ।
धिष्ण्योल्काशनिविद्युतारा इति पञ्चधा मिश्रा ॥ (अध्याय ३३)

अत्राशनि 'meteorite उल्कापिण्ड' सम, विद्युत् 'flash' समा, धिष्ण्या 'fireball' समा, ताराश्च 'meteor train' समा प्रतीयन्ते । वराहसहिताया निम्नश्लोकास्तुल्नात्मकार्थे दीपन्ते—

अशनि—अशनि स्वनेन महता नृगजाश्वमृगाश्मवेश्मतरुपशूनु ।
निपतति विदारयन्तो धरातल चक्रमस्थाना ॥

विद्युत्— विद्युत्स्त्यन्नासं जनयन्ती तटतटस्वना सहसा ।
कुटिलविशाला निपतति जीवेन्धनराशिषु ज्वलिता ॥

धिष्ण्या—धिष्ण्या कृशालपुच्छा धनूंषि दश दृश्यतेऽन्तराभ्यधिकम् ।
ज्वलिताङ्गारनिकाशा द्वौ हस्तौ सा प्रमाणेन ॥

तारा— तारा हस्तं दीर्घा शुक्ला ताम्राञ्जतन्तुरूपा वा ।
तिर्यगधश्चोर्ध्वं वा याति वियत्युल्कमानेव ॥

§ ८.३ अग्निनाम्ना तूल्कापिण्डाः प्रसिद्धा आसन् । उपर्यशनिविवरणं दत्तमेव ।

५.३१५ ध्रुवप्रकाशस्य ज्ञातारोऽपि पूर्वाचार्या दृश्यन्ते । 'गन्धर्वनगर'-इति नाम कुत्रापौ दृश्यमानं दृग्विषयं निम्नरूपेण वर्णितं लभ्यते—

अनेकवर्णाकृति ये प्रकाशते पुरं पताकाध्वजतोरणान्वितम् ।[1]
यदा तदा नागमनुष्यवाजिनां विपत्यसृग्भूरि रणे वसुन्धरा ॥

१. द्र।० गोरक्षप्रसादलिखितसौरपरिवारे ध्रुवप्रकाशचित्रयोः स्पष्टतया तोरणपताकाध्वजा-दीनि दृश्यन्ते ।

नवमोऽध्यायः

वेधशाला

[खगोलीयपिण्डाना निरीक्षणे नेत्रसहायकाना वेधशाला तत्स्थविविधयन्त्राणा प्रक्रियोप-योगितयोल्लित्रादिसाहाय्येन वर्णनमत्र दीयते ।]

९.१ वेधशाला

ज्योतिर्विद्याया आत्मा वेधकार्याण्येव, अतो वेधशालाना तत्र परम महत्त्वपूर्णस्थानम् । पुरा वेधशालासु केवल वेधयन्त्राण्यवर्तन्त । परमधुना वेधशाला वेधोपयोगिना दूरदर्शकादियन्त्राणा शाला एव न, तत्र वेधोपलब्धसूचनागणनार्थं गणनाविभाग, यथार्थव्याख्याकरणार्थं भौतिकशास्त्र विषयकप्रयोगशाला, यन्त्ररचनागृहम्, पुस्तकालयादयश्चावश्य वर्तन्ते ।

आधुनिकवेधशालानामग्रणी 'पलोमर'पर्वते[1] स्थापिता वेधशालास्ति, यत्र विशालतम परावर्तनात्मक द्विशत इञ्चीयदूरदर्शकयन्त्र वर्तते । स्थानमिदं समुद्रतलात् ६००० फिरोच्चये विद्यते, अत एव वायुमण्डल सर्वदा विरल रजःकणादिशून्य मेघैरनावृत वायुसक्षोभविहीनञ्च वर्तते । समीपे न न किमपि महानगर विद्यते, यत्कृत्रिमदीपप्रकाश पर्वतोपरि गृहीतनक्षत्रचित्रेषु धूमिलत्व जनयेत् । एवमादर्शस्थाने[2] प्रतिष्ठापिता वेधशालेय नीहारिका अत्याकाशगङ्गासस्थानाना विशेषाध्ययन कुर्वती विश्वसृष्टिरहस्योद्घाटने प्रयत्नशीलास्ति ।

आधुनिकवेधशालासु नैकानि महाभीमकायकानि यन्त्राणि दृश्यन्ते, परन्तु प्राकृतजनानां नयने सर्वाधिकमाकर्षति दूरदर्शकयन्त्र तत्स्थारोहणयन्त्रञ्च । दूरदर्शकयन्त्रमेकस्मिन् विशिष्टेऽर्धं गोलाकारगृहे तिष्ठति । तच्च सुदृढकक्षीटभूमिकाया निर्मीयते । दूरदर्शकमाकाशस्य प्रत्येक दिग्विभाग प्रदर्शयितु समर्थं भवेत् । अत एव शिखरगोलार्धो (द्रष्टव्यमपरपृष्ठे शिखरगोलार्धस्य चित्रम्) वृत्ताकारलौहपथमारूढो वर्तते । शिखरगोलार्धोऽतिभारक, अत एव लौहपथे स विशालविद्युन्मोटरैर्भ्राम्यते । (यथा महत्त्वपूर्णरेलवेस्टेशनेषु 'इञ्जिन'स्य मुख प्रतिकूलदिशु लौहपथा. सन्ति) ।

दूरदर्शक क्षितिजात् खस्वस्तिकपर्यन्त प्रदर्शयितु समर्थं भवेत्, अत एव शिखरगोलार्ध एक पृथुविवर वर्तते (द्रष्टव्यमपरपृष्ठस्थ छायाचित्रम्) । विशालविद्युच्चालितयन्त्रैर्दूरदर्शकमुपर्यधश्च

---

१. अमेरिकाया केलीफोर्नियाप्रान्ते ।

२ सर्वथा रव कणादिशून्य सेवेभ्योऽप्युच्च स्थित नगराद् दूरवर्ति स्थान वेधशाली पसुक्तम्, अस्मादेव कारणात् 'उत्तरप्रदेशीयशासनेन' स्वराष्ट्रीयवेधशाला नैनीतालो स्थापिता ।

(ऊर्ध्वाधरदिशाया) पृथुविवरमध्यादाकाशं पश्यति। एवं दूरदर्शकं प्रत्येकमुन्नतांशं प्रति (ऊर्ध्वाधरदिशाया भ्रामयित्वा) प्रत्येकं दिगंशं प्रति (शिखरगोलार्धं भ्रामयित्वा) क्रियते।

नक्षत्राणां सततवेधनार्थमिदमावश्यकं यद् दूरदर्शकमपि नक्षत्रानुसारं पूर्वतः पश्चिमं गच्छेत्। नक्षत्राणि क्रान्त्यंशानां स्थिरत्वादहोरात्रवृत्तेषु भ्रमन्ति। अत एव विद्युच्चालितयन्त्रै



द्वितीय दूरदर्शकस्य शिखरगोलार्धं
['पलोमर' वैधशालायाः]

प्रथम दूरदर्शकस्य मुखं नक्षत्रं प्रति क्रियते, ततो विद्युच्चालित'घटिका'यन्त्रेण शिखरगोलार्धं सदूरदर्शकोऽहोरात्रवृत्ते भ्रमति। 'घटिका'यन्त्रं ध्रुवीयाक्षमेव भ्रमति यद् नाक्षत्रदिने पूर्णचक्रं करोति, एवञ्च पृथिव्यक्षभ्रमणं निष्फलीकरोति।

शिखरगोलार्धं वेधकर्तुणां सौकर्याय कृत्रिमधरातलगतं, यद् विद्युच्चालकयन्त्रेणोर्ध्वमधो वा क्रियते। (क्षितिजवर्तिनक्षत्रवेधार्थं दूरदर्शकं प्रायः क्षैतिजधरातले स्थाप्यते, दूरदर्शकस्य चक्षुर्नालमत्यूर्ध्वं भवति, एतत्सन्निकर्तिनक्षत्रवेधार्थं दूरदर्शकं प्रायः ऊर्ध्वाधरदिशायां स्थाप्यते

दूरदर्शनस्य चक्षुशाल वेधशालामुद्दिमतल आगच्छति। वेधकर्ता च सदैव चक्षुशालस्य सम्मुख वर्तते, अत एव तस्योर्ध्वाधोगमनमपेक्ष्य भावि)।

उपरि शिखरगोलार्धस्य सक्षिप्त विवरण दत्तम्। अधुना वेध शालास्थयन्त्राणा विवरणानि दीयन्ते, प्रथम दूरदर्शनयन्त्रस्य, तत्पश्चाद् दूरदर्शनोपकारकयन्त्राणाम्।



९.२ दूरदर्शक यन्त्राणि

वेधकार्येषु नियामकाना यथार्थज्ञानाय, दृग्गोलीयपिण्डाना स्पष्ट दर्शनलाभाय, तेषा भौतिकसरचना रासायनिकसरचनाश्च कृते विविधानि यन्त्राणि प्रयुज्यन्ते। एतेषा यन्त्राणा दूरदर्शकयन्त्राणि परममहत्त्वपूर्णानि। दूरदर्शकानि नानाप्रयोजनेषु सकलानि दृश्यन्ते। तेषामे सूक्ष्मता यथार्थता चायाव, तै. दृग्गोलीयपिण्डाः स्पष्टतां भजन्ते। नक्षत्राणा फोटोचित्राणि गृह्यन्ते, वर्णच्छत्रादीना ग्रहणमपि तै. सम्भवम्। एव दूरदर्शकयन्त्र परमोपयोगि।

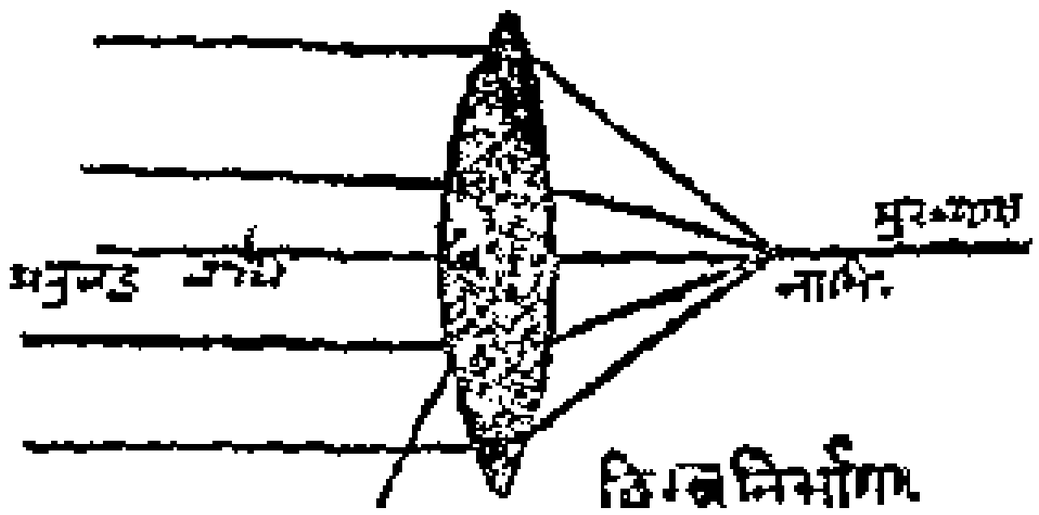
९.२१ प्रकाशकिरणानां नियमाः

प्रकाशकिरणा एव वेधकार्ये नक्षत्रग्रहादिभि सयोजयन्ति। अत एव प्रकाशकिरणग्राह्यनियमा अवश्य ज्ञातव्या। एते नियमाः केवल सक्षेपेणात्र दीयन्ते, विशेषविवरणार्थं भौतिकशास्त्रग्रन्था अवलोकनीया।

(१) प्रकाशकिरणा समान्यतया सरले त्रिपार्श्वेण वा गच्छन्ति। प्रकाशकिरणाश्चाल प्रविश्य यदा निस्सरन्ति तदा ते सरला भवन्ति, अवसृता वा भवन्ति। वाक्रचनाभेदाद् ऋजुतरमवक्रतरा वा। यदुत्तोदरतारानि तर्हि ऋजुतरकिरणमुखो भवति, यदि च नोदरतारानि तर्हि अवसृतकिरणमुखो भवति।[1]

---

१. महत्पम् § ४.१



(२) बिम्बनिर्माणम्

उन्नतोदरतालानि नतोदर दर्पणा एव वास्तविकबिम्ब कल्पयन्ति, अत एवैत एव दूरदर्शकेषु प्रयुज्यन्ते। उन्नतोदरताल प्रविश्य किरणाः संसृतकिरणपुञ्ज सृजन्तीति पूर्वमेवोक्तम्। अत वाञ्छित परिभाषा दीयन्ते—

तालकेन्द्रम्—तालस्य मध्यवर्तिकेन्द्र तालकेन्द्रं कथ्यते।

नाभिः—सकलकिरणपुञ्जो यस्मिन् बिन्दौ सगच्छति स नाभिः कथ्यते।

मुख्याक्षः—नाभि-तालकेन्द्र प्रोतरेखा मुख्याक्षः।

अनुबद्धनाभिः—मुख्याक्षे नाभिस्तालकेन्द्रस्य एकस्मिन् पार्श्वे वर्तते, तालकेन्द्रात् तस्मिन्नेव दूरत्वे तालकेन्द्रस्य द्वितीये पार्श्वे मुख्याक्षवर्तिबिन्दुः अनुबद्धनाभिः कथ्यते।

नाभ्यन्तरम्—केन्द्र नाभेरन्तर नाभ्यन्तर कथ्यते।

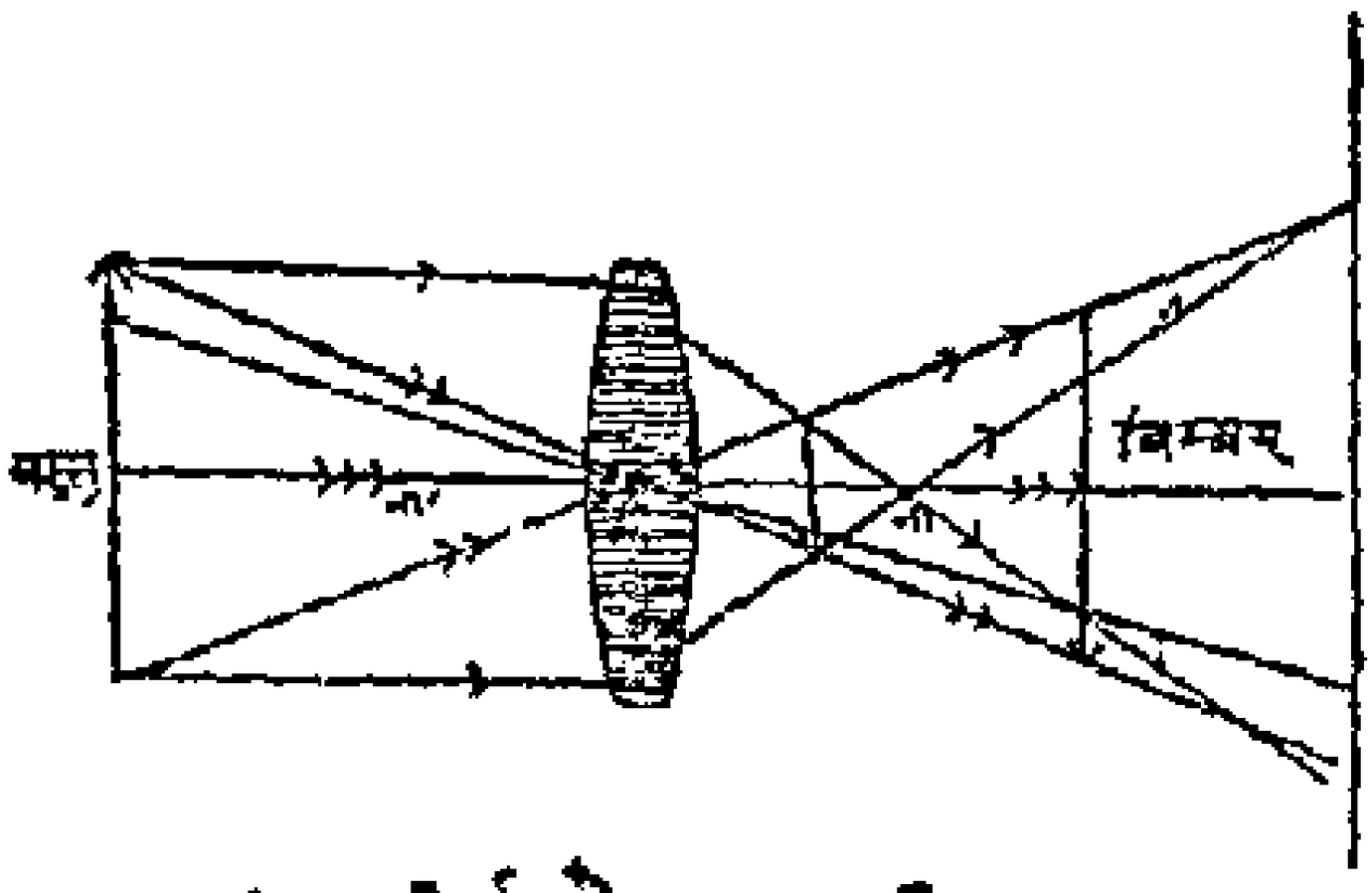
अनोपरि चित्र द्रष्टव्यम्। चित्रेणैताः परिभाषाः स्पष्टीभविष्यन्ति।

(३) बिम्बस्य चित्रनिर्माणे प्रयुक्ता नियमाः

(अ) मुख्याक्षसमानान्तराः किरणास्तालं प्रविश्य नाभिं सङ्क्षान्तो गच्छन्ति।

(आ) तालकेन्द्र सङ्गन्तो निर्गताः किरणाः सरलरेखाया (अनुगताप्राप्य) गच्छन्ति।

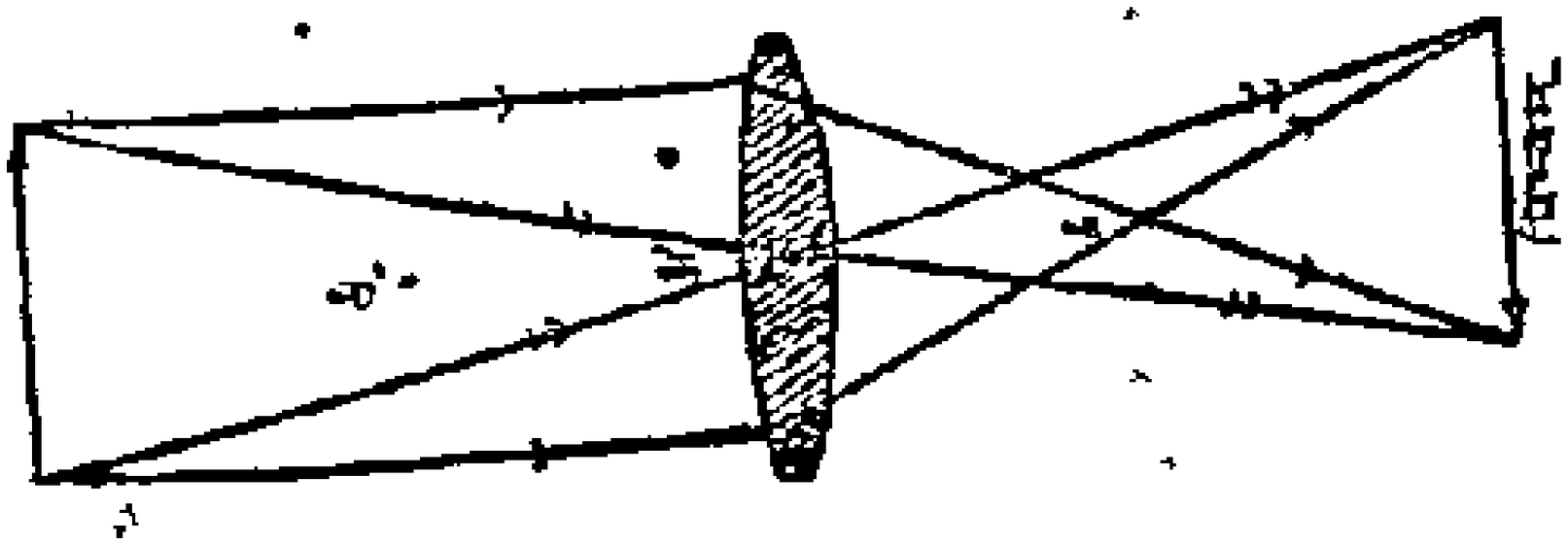
(इ) अनुबद्धनाभिं सङ्क्षा गता. किरणास्ताल प्रविश्य मुख्याक्षसमानान्तरा भवन्ति।



बिम्बनिर्माणे प्रयुक्ता नियमाः

अभिदरयतालः

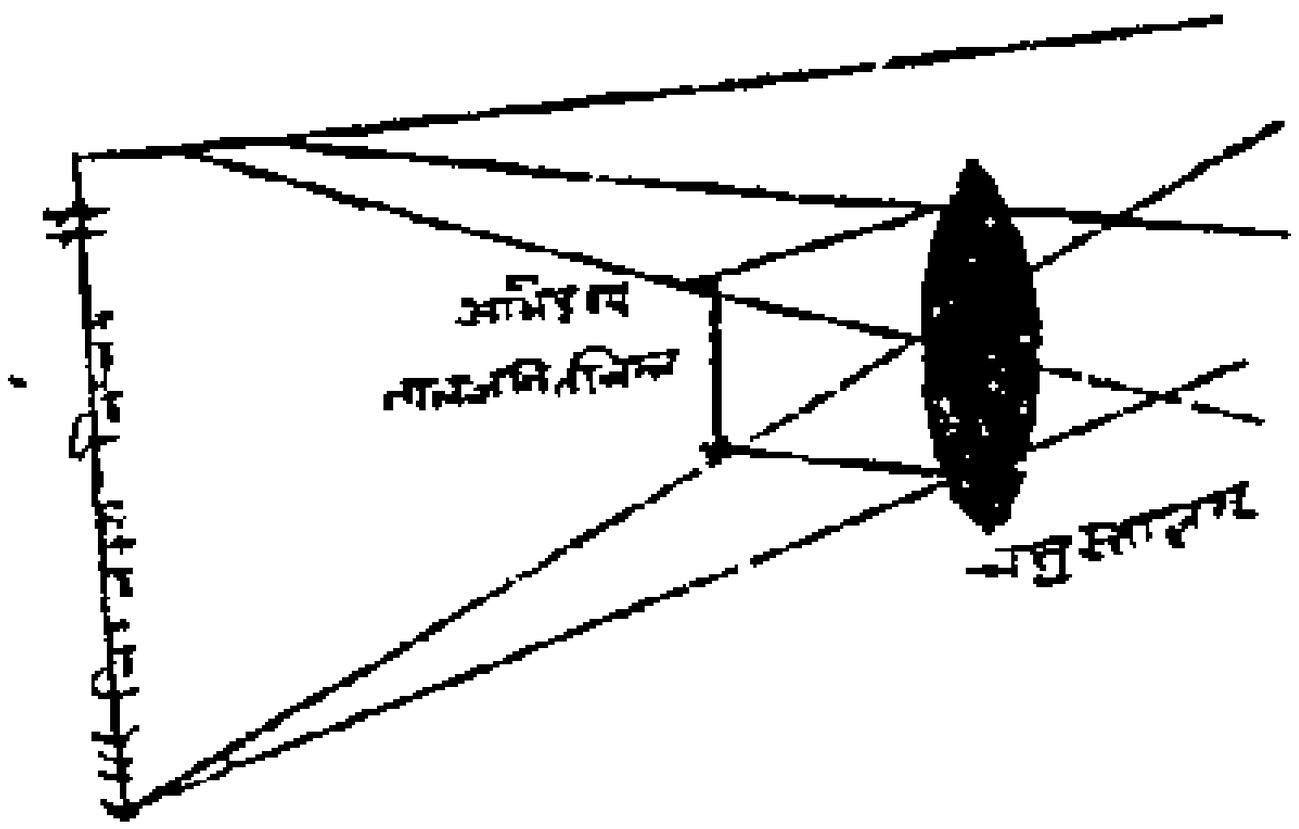
यदि वस्तु तालस्य नाभ्यन्तराद् दूरतर तर्हि तालं प्रविश्य निर्गताः किरणा वस्तुनोऽधोमुखं बिम्बं कल्पयन्ति। यदि वस्तु सुदूरं वर्तते तर्हि प्रकाशकिरणाः सर्वे नाभिं संस्पृश्य गच्छन्ति। अधोमुखं लघ्वाकारकं बिम्बं नाम्या भवति।



अभिदरय तालम्

चक्षुस्तालम्

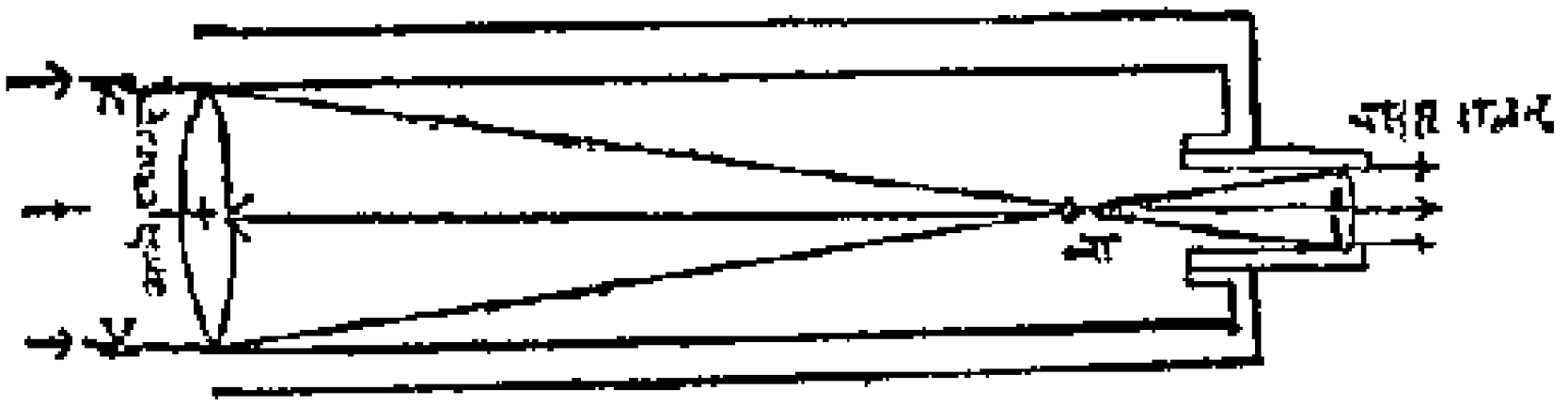
यदि वस्तु नाभ्यन्तरात्परे वर्तते तर्हि तालं प्रविश्य निर्गताः किरणा वस्तुन एकमुखतं विलूतं काल्पनिकं बिम्बं रचयन्ति। साधारणदृष्टिदर्शकाचे नियमोऽयं प्रयुज्यते।



६.२२ यतनात्मकदूरदर्शकानि

साधारणदूरदर्शकस्य उपर्युक्तताल-द्वयस्य प्रयोगः क्रियते। एकस्या नलिकाया एकस्या कोट्यामभिदरयतालः स्थाप्यते। द्वितीयकोट्यां चक्षुस्तालम्। नलिकाया दीर्घत्वे द्वयोस्तालयो-

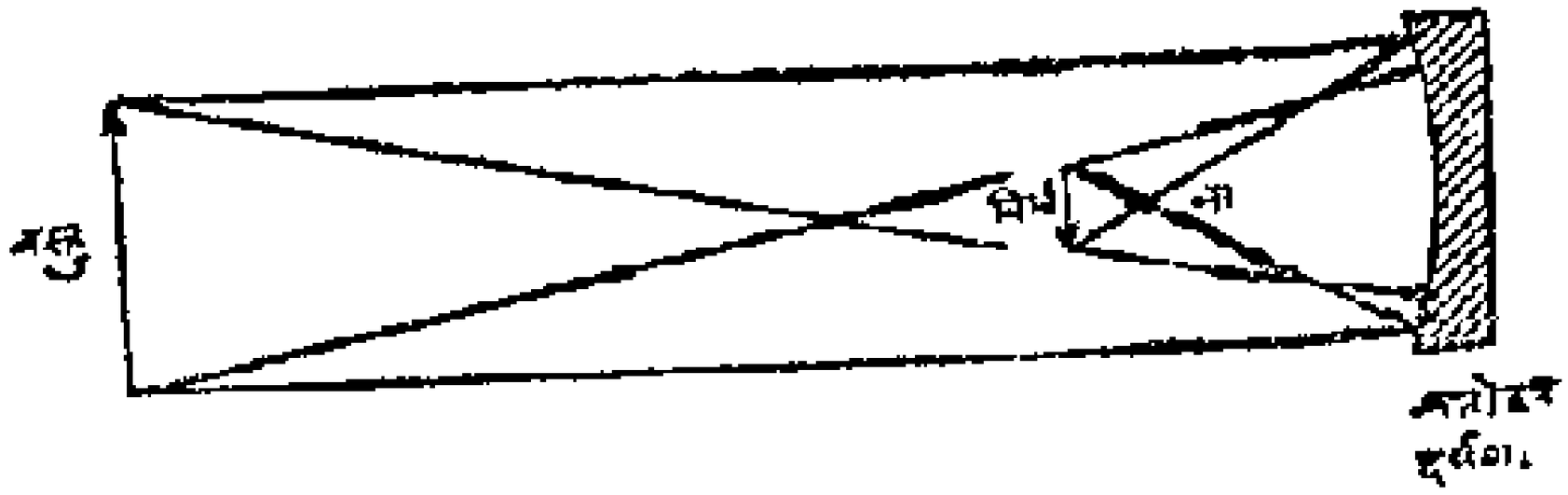
र्नाभ्यन्तरयोर्योगेन तुल्यम्। चक्षुस्तालं नलिकायामग्रे पश्चाद् वा मृदु सर्ज्यते। प्रथमं बृहन्नाभ्यन्तरकं तालं बिम्बं नाभ्या कल्पयति। द्वितीयं चक्षुस्तालमल्पनाभ्यन्तरकं प्रथमतालकल्पितयथार्थबिम्बस्यातिविस्तृतं बिम्बं कल्पयति।



अभिदृश्यनालदूरदर्शकम्

नतोदरदर्पणजनितबिम्बम्

यदा प्रकाशकिरणाः श्लक्ष्णप्राञ्जलदर्पणे पतन्ति, ततस्ते किरणाः परावर्तन्ते। यदि दर्पणस्य तलं गोलाकारं तर्हि तत् तालवद् बिम्बं कल्पयति। अनन्तदूरवर्तिनः प्रकाशकिरणा नाभ्यामधोमुखे बिम्बं लम्बाकारकं जनयन्ति। अत एव दूरदर्शकेऽभिदृश्यतालस्थाने नतोदरदर्पणः प्रयुज्यते।

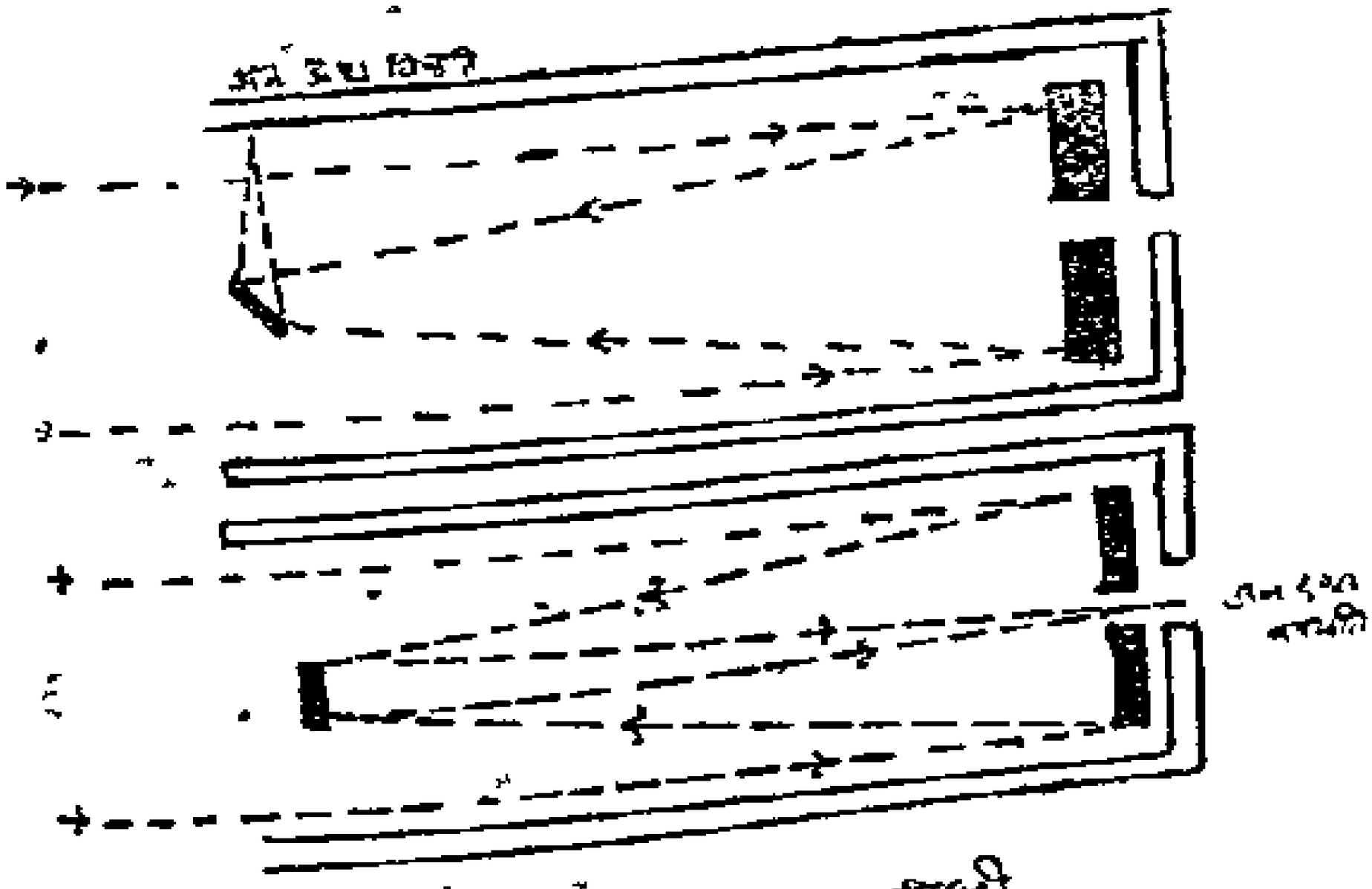


९.२३ परावर्तनात्मकदूरदर्शकम्

परावर्तनात्मकदूरदर्शके त्वभिदृश्यनालस्थाने नतोदरदर्पणः प्रयुज्यते। नतोदरदर्पणो वृत्ताकारः काचनिर्मितो भवति, अस्य बाह्यपृष्ठम् 'अल्मूनियमा'दिपरावर्तकारिधातुभिराच्छादित भवति। परावर्तनात्मकदूरदर्शकेऽभिदृश्यनालमूर्ध्वं वर्तते चक्षुस्तालं चाधः। अत एवाधोवर्तिजना अपि चक्षुस्तालेबिम्बानि पश्यन्ति। परन्तु परावर्तनात्मकदूरदर्शके चाभिदृश्यदर्पणोऽधो वर्तते, नाभिश्चोर्ध्वं वर्तते। तत्र वेधकर्तृणां गमनं न सम्भवम्। अत एव नाभ्यां (यत्र बिम्बं कल्प्यते)

समतलदर्पणप्रयोगेण बिम्बमन्यत्र गम्यस्थले दृश्यते। समतलदर्पणस्य द्वौ प्रयोगौ प्रसिद्धौ—न्यूटो-नियन विधिः, कैसेग्रेनियन विधिश्च।

'न्यूटोनियन'-प्रकारके दूरदर्शकनलिकायामेको लघुः समतलदर्पणः ४५ अंशैः तिर्यक् तिष्ठति। ततो बिम्बं परावर्त्य पार्श्वं पतति। 'कैसेग्रेनियन'-प्रकारके एको लघुरुन्नतोदरदर्पणः



प्रतिबिम्बं पुनरभिदृश्यदर्पणे प्रति प्रक्षिपति। अभिदृश्यदर्पणमध्ये एक विवरं वर्तते, यतो बिम्बं निर्गत्य चक्षुस्तले पतति।

९·२४ दूरदर्शकयन्त्रस्य शक्तयः

दूरदर्शकस्य त्रिधाः शक्तयः। प्रथमया तद् लघुनल्यूनि विलूतानि करोति, द्वितीयया तद् धूमिलं वस्तु किञ्चित् स्पष्टं करोति, तृतीयया च दिक्कादीनां नश्यदृश्यस्य परस्परं वैभिन्न्यं प्रकटी-करोति। प्रथमा त्वभिवर्धनशक्तिः, द्वितीया प्रकाशग्राहिता शक्तिः, तृतीया विश्लेषिणी शक्तिरुच्यते।

अभिवर्धनशक्तिः

सर्वास्वभिवर्धनशक्तिः साधारणतया सर्वाधिकमहत्त्वपूर्णा। द्विनेत्रयन्त्रेण जनो दूरवर्ति-वस्तूनि, यानि नेत्राभ्यामेव बिन्दुरूपेण दृश्यन्ते, किञ्चिद् विलूततरं पश्यति। अभिवर्धनशक्ति-र्नाभिदूरत्वाधीना—

$$\text{अभिवर्धनशक्तिः} = \frac{F}{f} = \frac{\text{अभिदृश्यतालस्य नाभ्यन्तरम्}}{\text{चक्षुस्तालस्य नाभ्यन्तरम्}}$$

यथा यथा चाभिदृश्यतालस्य नाभ्यन्तरस्य मानं वर्धते, चक्षुस्तालेयनाभ्यन्तरस्य मानञ्च हीयते तथा तथाभिवर्धनशक्तिर्वर्धते। अत एव F-स्य मानं वर्धयित्वा f स्य मानमतिलघु कृत्वा मित्रवर्धनशक्तिर्वर्ध्यते। परन्त्वस्ति सीमाभिवर्धनशक्तेर्वर्धनस्य। एक इञ्चीयदूरदर्शकस्य महत्तमाभिवर्धनशक्तिः ५०-मिता। शत-इञ्चीयदूरदर्शकस्य ५०००-मिता, द्विशत इञ्चीयदूरदर्शकस्य च १००००-मिता।

प्रकाशग्राहिता शक्तिः

यथा गृहे कक्षाया वातायनागतः प्रकाशो वातायनक्षेत्राधीनः, तथैव दूरदर्शकस्य प्रकाशग्राहिताभिदृश्यतालस्य क्षेत्रस्याधीना। अत एव यथा यथा ह्यभिदृश्यतालक्षेत्रं वर्धते तथा तथा प्रकाशग्राहिता शक्तिर्वर्धते।

प्रकाशग्राहिता ह्यभिदृश्यतालक्षेत्राधीना, क्षेत्रञ्च सदैव व्यासस्य वर्गाधीनम्। अत एव प्रकाशग्राहिता शक्तिरभिदृश्यतालस्य व्यासवर्गाधीना। अर्थात्

$$\text{प्रकाशग्राहिता शक्तिः} = (\text{अभिदृश्यतालस्य व्यासः})^2 \times \text{स्थिरराशिः}।$$

निशाया मनुष्यस्य नयनतारिका $\frac{1}{4}$ इञ्चमिता भवति। अत एव एक-इञ्चीयदूरदर्शकस्य प्रकाशग्राहिता नयनापेक्षया $\frac{(1)^2}{(\frac{1}{4})^2} = 16$ गुणिता। अर्थात् तेन दूरदर्शकेन चाक्षुषनक्षत्राणां १/१६ गुणितभास्वरत्ववता नक्षत्राणां दर्शनं सम्भवम् (अर्थात् नवमकोटिकनक्षत्राण्यपि दृश्यन्ते)। शत-इञ्चीयदूरदर्शकेन चाक्षुषनक्षत्रस्य $\frac{1}{१००००}$ गुणितभास्वरत्ववतां, २००-इञ्चीय दूरदर्शकेन चाक्षुषनक्षत्रस्य $\frac{1}{४००००}$ गुणितभास्वरत्ववता नक्षत्राणां दर्शनं सम्भवम्।

विश्लेषिणी शक्तिः

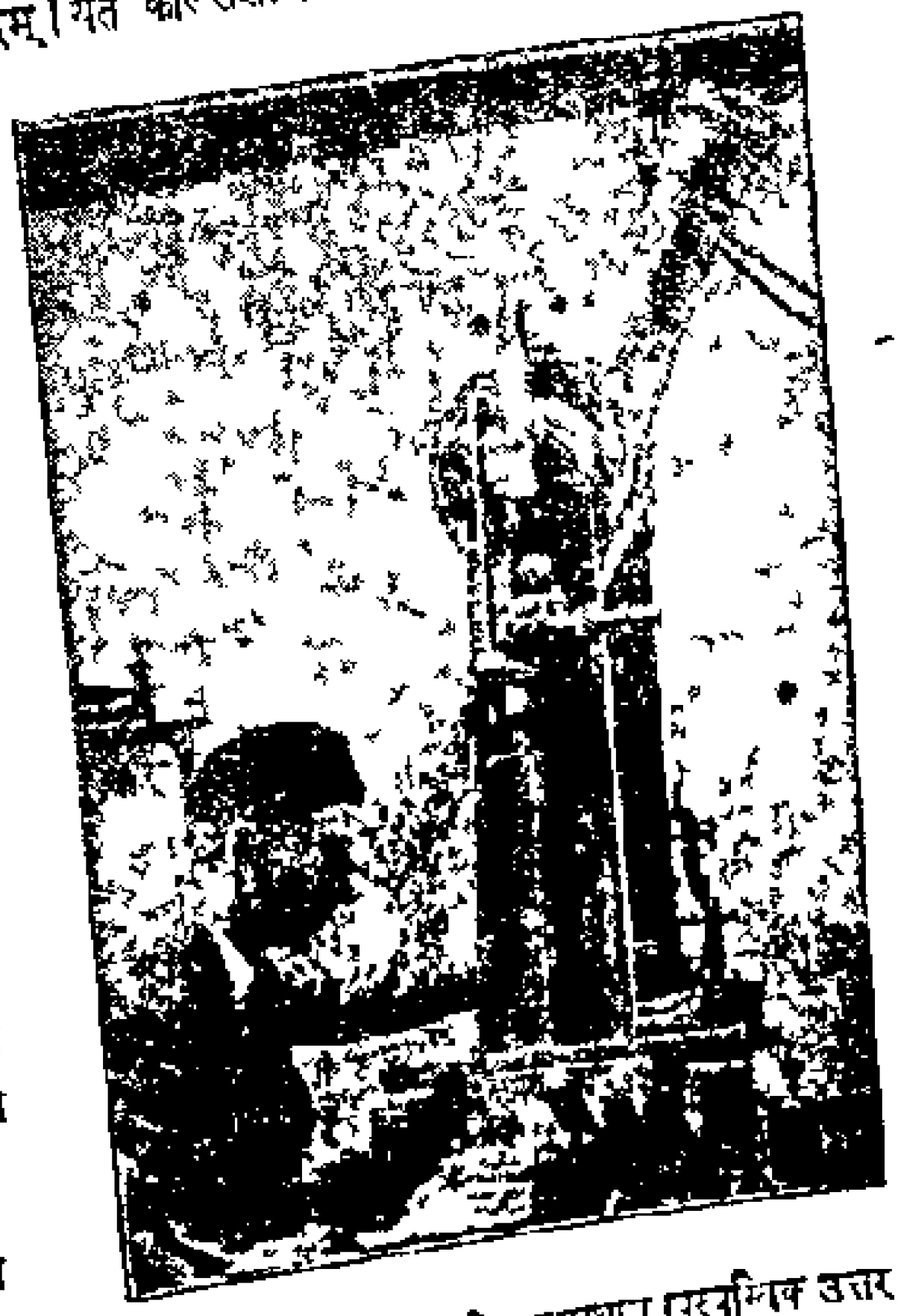
नक्षत्रस्य बिम्ब विवर्त्तनेन नैकैरेककेन्द्रिकैर्भूमिर्वलयैरावृतं दृश्यते। अत एव यदि द्वे नक्षत्रे एवं स्थिते यत् तयोरन्तर बहिर्वलयव्यासादल्पं तर्हि बृहत्याऽप्यभिवर्धनशक्त्या तयोः पृथक्करणं दुष्करम्। विश्लेषिणी शक्तिमदत्तमकोणीयदूरत्वम्, यतो भिन्ने नक्षत्रे स्पष्टतया विभिन्ने दृश्येते।

$$\text{विश्लेषिणी शक्तिः} = \frac{४''.५६}{\text{अभिदृश्यतालस्य व्यासः}}$$

द्विशत-इञ्चीयदूरदर्शकस्य विश्लेषिणी शक्तिः ०''.०२३, अर्थात् यदि द्वे नक्षत्रे परस्परं ०''.०२३ दूरे तिष्ठतस्तर्हि ते पृथक् पृथग् दृश्येते। यदि द्वे नक्षत्रे परस्परं ०''.०२३-मितादल्पदूरे तिष्ठतस्तर्हि ते एकमिव दृश्येते।

६३ याम्योत्तरवृत्तम्

वेधशालायामत्यन्तोपयोगि यन्त्रमिदम्। यत कालसाधन वेधकार्यंतु परमगुरुत्वपूर्णकार्यम्,



कालसाधनञ्चानेन यन्त्रेण क्रियते। अनेन दूरदर्शकविशेषेण याम्योत्तर वृत्तनामकेन याम्योत्तरवृत्तमुल्लङ्घयतो नक्षत्रस्योल्लङ्घनकाल उन्नतांशाश्च सूक्ष्मतया निश्चीयन्ते। याम्योत्तरो लङ्घने नाक्षत्रकाल एव नक्षत्रस्य विषुवांशा, अत उल्लङ्घनकाले निश्चि तेन कालेन नक्षत्रस्य विषुवांशा निर्धार्यन्ते। यदि नक्षत्रस्य विषुवांशाः पूर्वविदिता सन्ति तर्हि नाक्षत्रकाल सूक्ष्मतया निर्धार्यते। वेधोपलब्ध नाक्षत्रकालो नाक्षत्रकालघटिकादत्त नाक्षत्रकालेन तोल्यते, नाक्षत्रकाल घटिकाया गते शोध्य मान्यथा (यद्यपि इद प्रायेण सूक्ष्मातिसूक्ष्म दृश्यते) प्राप्येते।

याम्योत्तरयन्त्रमिद यानारूढा न्यस्तवद् दृश्यते। दूरदर्शकमिद माकाशस्य सर्वभागेषु न भ्रमति। इद केवल याम्योत्तरवृत्ते (दक्षिणक्षितिजा दारभ्योर्ध्व उत्तर समस्थानप्रोतवृत्ते) एवोर्ध्वाधरदिशाया भ्रमति। अनेन नक्षत्रस्य दीर्घनाडिकाभ्यया न सगमनम्, यतो वेधे दूरदर्शकयन्त्रे शीघ्रगत्या यावदिन नक्षत्रं दृश्यते।

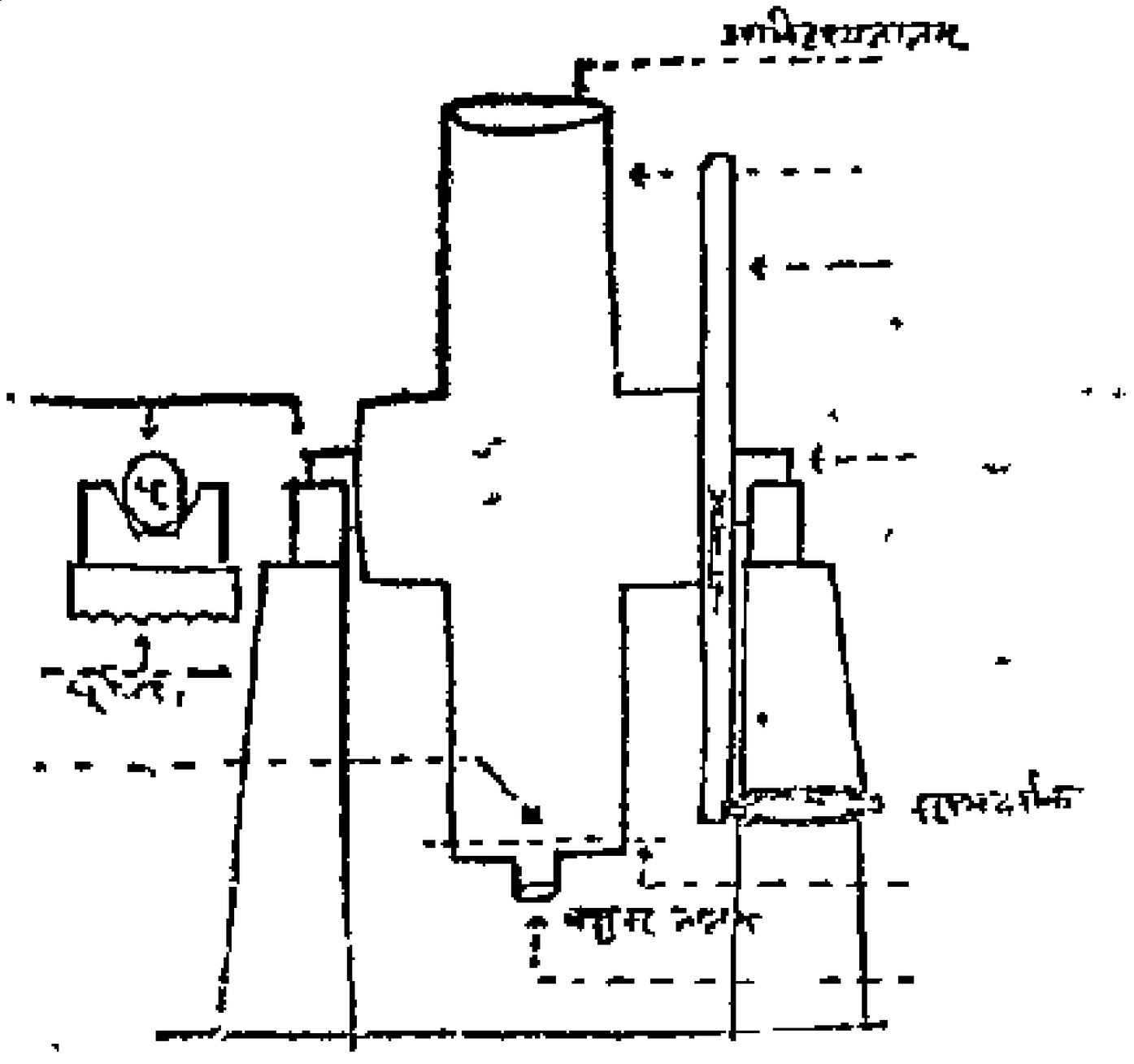
दूरदर्शकनेत्रमारोहितमस्ति यद् याम्योत्तरवृत्ते (याम्योत्तरसमाने) एवाग्र भ्रमण भवेत्। पुर केन्द्रीयरेखा घूर्णाक्ष कथ्यो। घूर्णाक्षमितो दूरदर्शकं भ्रमति। दूरदर्शकस्य समकोणे हे मुखे स्तः। मुखयो V-आकारको। (द्रष्टव्यमत्रत्यचित्रम्)

अस्य यन्त्रस्य कार्यं पुनर्याम्या ऊर्ध्वाधरापनम्। अर्थात्तदाशयस्य मार्गे स्थिति पुन पुनर्भवेत्। नक्षत्राणां वृत्तेष्वागमिष्यतां याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालं ज्ञात्वा घटिकामितपूर्वं दूरदर्शकं नक्षत्रोन्नतांशस्थाने स्थापयो। अभिलक्षितस्य नित्यं प्रातो ना दर्शनं भवति। अ। एव तेन नक्षत्रोन्नतांशादि ज्ञायते।

---

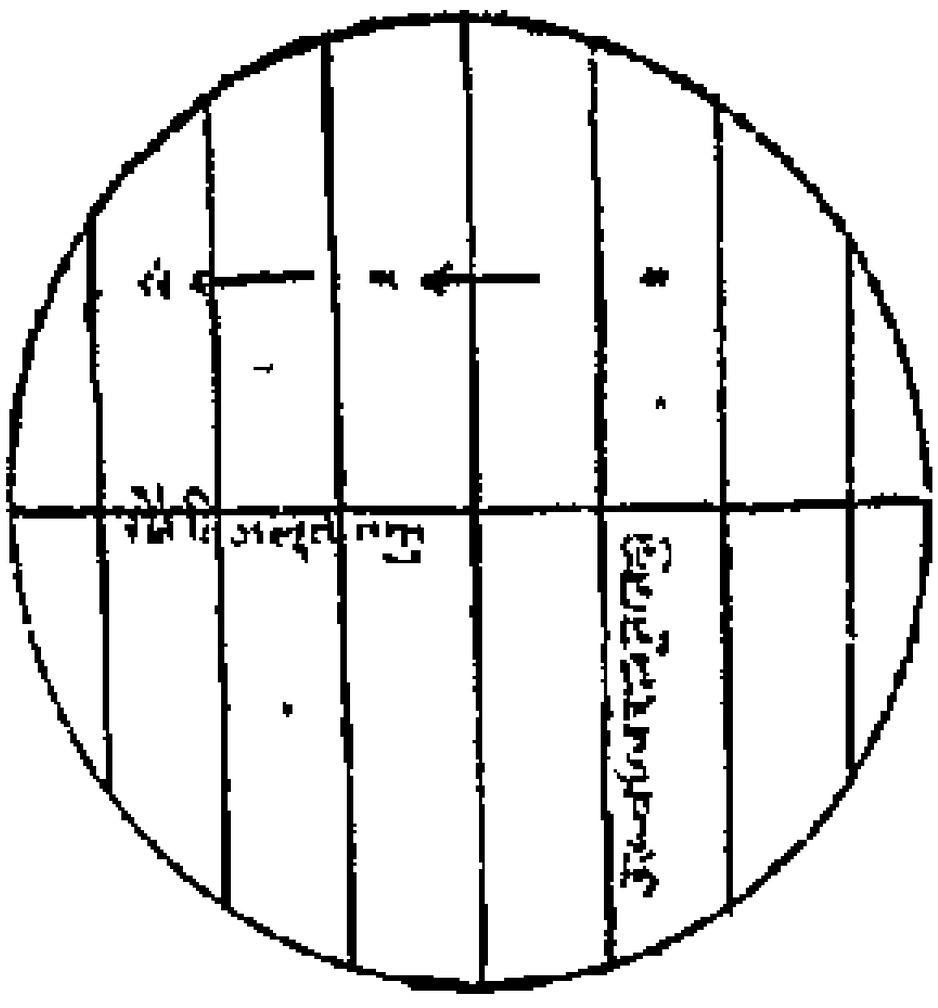
१. 'तोल' इति भाषायाम्।

क्षैतिजो लूतातन्तुः, प्रायेण दशसंख्यका ऊर्ध्वाधरलूतातन्तवश्च सन्ति। नक्षत्रं सर्वप्रथमं सव्यतम-



याम्योत्तरवृत्तम्

भाग आत्मानं दर्शयित्वा सव्येतरभागं प्रति धावति। वेधकर्ता दूरदर्शकं भ्रामयित्वा नक्षत्रं क्षैतिजतन्तौ स्थापयति। उन्नतांशकुड्डपश्च स्थिरीक्रियते। नक्षत्रं क्रमशः एवैकमूर्ध्वाधरतन्तुं स्पृशति। प्रत्येकस्मिन्नूर्ध्वाधरतन्तुस्पर्शे वेधकर्ता स्वेका विद्युद्घुण्डिकां संपीडयत्यङ्गुल्या। ततो विद्युद्धारया कालाङ्कका नागकयन्त्रे चिह्नानि जायन्ते। कालाङ्कवक्षं नाक्षत्रकाल घटिकया सम्बद्धं वर्तते (द्रष्टव्यः § ९·४)। क्षैतिजतन्तुरप्यूर्ध्वाधरदिशायामितस्ततश्चाल्यते। नक्षत्रबिम्बञ्च तेन द्विविभक्तं क्रियते। प्रत्येकस्मिन् विभाजनकाले विद्युद्घुण्डिका वेधकर्त्रा संपीड्यते। एवं कालाङ्के चिह्नानि जायन्ते।



दूरदर्शकस्य चतसृषु दिशासु स्थापितानि चत्वारि दीर्घनलिकानि सूक्ष्मदर्शकयन्त्राणि। तैश्चक्रांशलिखितवृत्ते विभिन्नानि परीक्षणानि दृश्यन्ते। परीक्षणानि च पश्चाद् विश्लेष्यन्ते। यद्यपि वेधकार्याणि सर्वाणि द्रुतगत्या क्रियन्ते, यतो नक्षत्रं क्षिप्रमेव दृश्यक्षेत्राद् बहिर्गच्छति, तथापि विश्लेषणे वर्तते महती गणना। सा सुदीर्घकालेन विभिन्नान् संस्कारान् विधाय क्रियते।

नवमोऽध्यायः

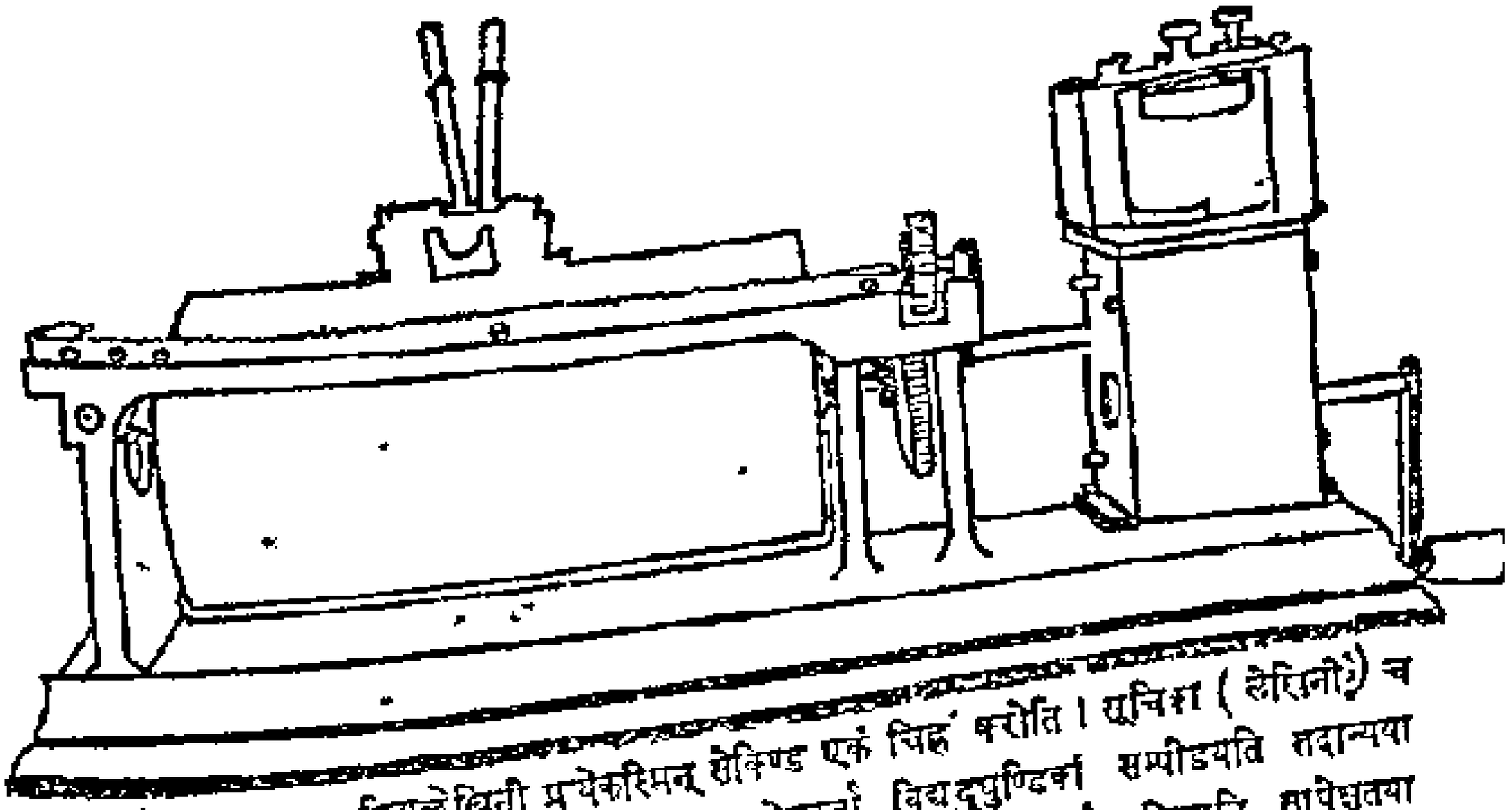
एवं परीक्षणानां निष्लेषणेन नक्षत्रस्य तावदुन्नतांशाः क्रान्त्यंशा याम्योत्तरोल्लङ्घनकालश्च सूक्ष्मतया यथार्थतया च निश्चीयन्ते ।

अधुना वेधकर्ता विद्युद्घुण्डिका न पीडयति । व्यक्तित्वविहीनसूक्ष्ममापक[1]मत्र प्रयुज्यते । वेधकर्ता केवलमूर्ध्वाधरं चक्रं तन्तुनेत्रं भ्रामयति यद् नक्षत्रबिम्बं निरन्तरं द्विविभक्तं वर्तते । कालाङ्के च स्वयंचालित-यन्त्रेण चिह्नान्यङ्कयन्ते ।

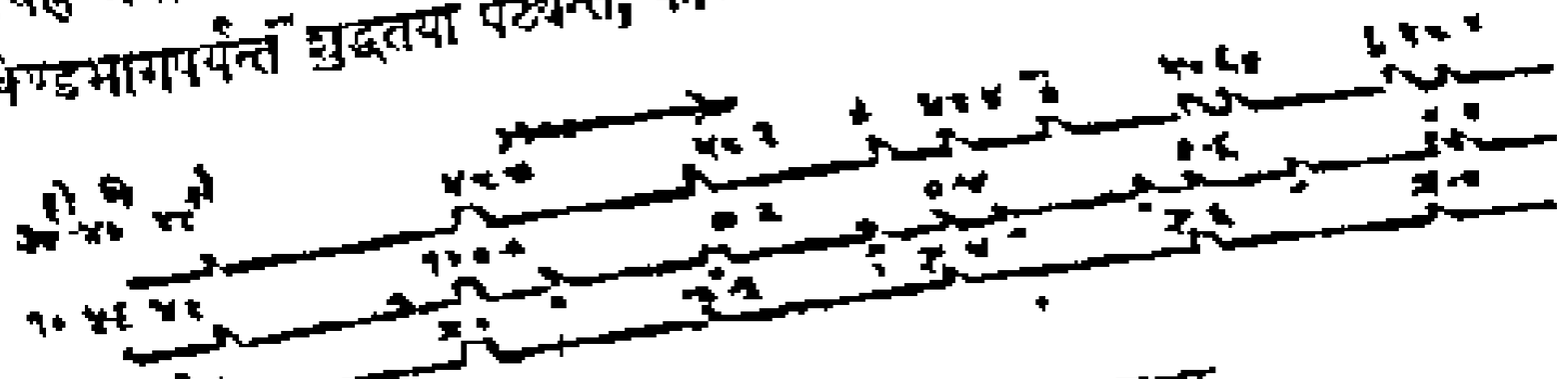
१.४ कालाङ्कयन्त्रम्

याम्योत्तरचक्रस्यविद्युद्घुण्डिकां सम्पीड्य वेधकर्ता विद्युद्धाग्या कालाङ्के चिह्नानि करोति । कालाङ्कयन्त्र एकं पत्रं गोलनलिकोपरि सागत्या मिनटद्वय एकं परिभ्रमणं करोति ।

कालाङ्कयन्त्रम्



अस्मिन् पत्र एका विद्युल्लेखिनी प्रत्येकस्मिन् सेकिण्ड एकं चिह्नं करोति । सूचिका (लेखिनी) च नाक्षत्रमालर्घटिकायन्त्रेण सम्बद्धावर्तते । यदा वेधकर्ता विद्युद्घुण्डिकां सम्पीडयति तदान्यया लेखिन्या चिह्नं भवति । प्रतिसेकिण्डेऽङ्कितानां चिह्नानां दर्शनेन, वेधकर्तृकृतचिह्नानि सावेशतया $\frac{1}{100}$ सेकिण्डभागपर्यन्तं शुद्धतया पठ्यन्ते, कालश्च सूक्ष्मतया शम्यते ।



अत्र वेधकर्तृकृतचिह्नानि X अङ्कितानि ।

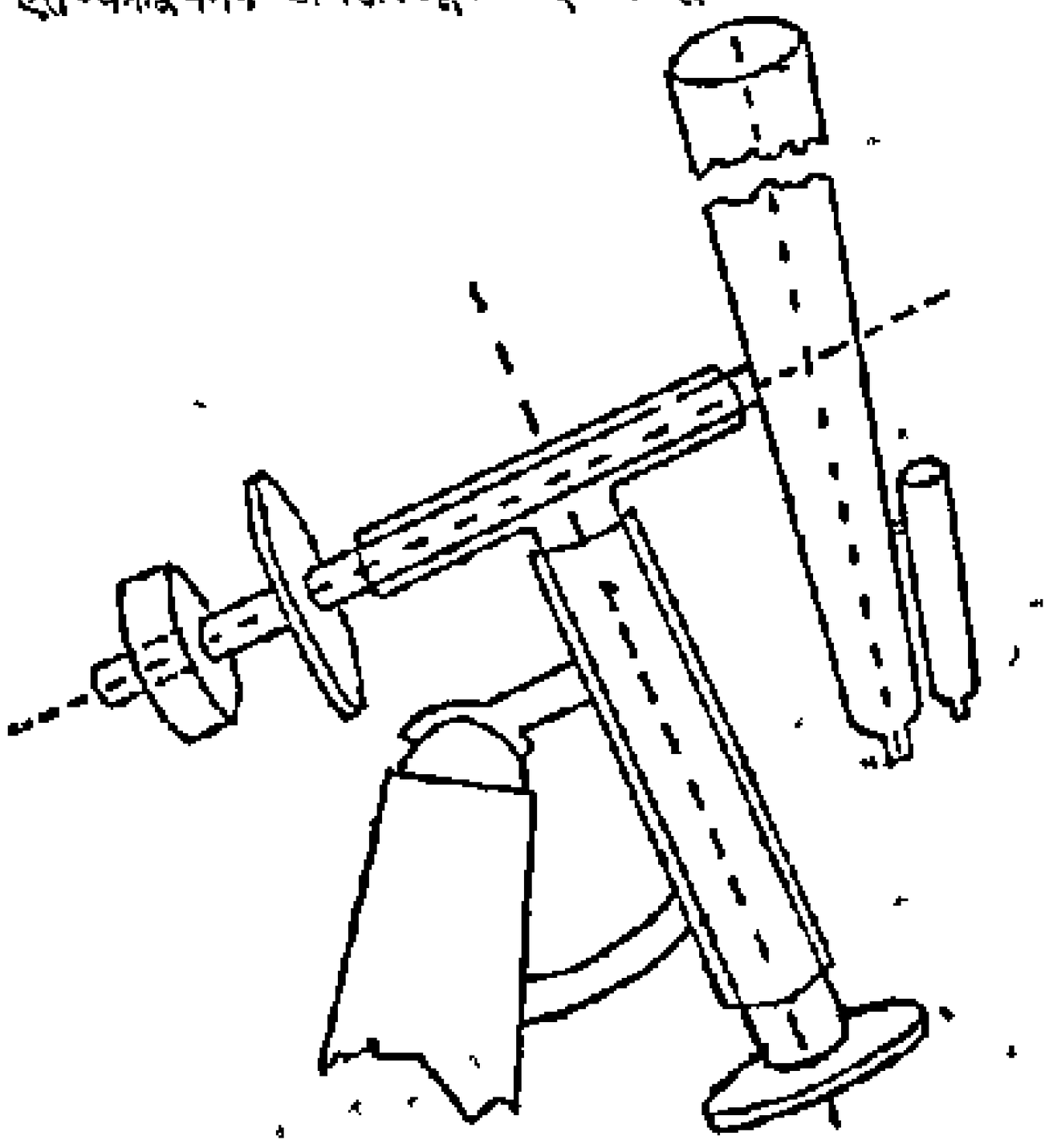
1. व्यक्तित्वविहीनसूक्ष्ममापकम् = Impersonal Micrometer

९.५ विषुवदीयदूरदर्शकम्

याम्योत्तरचक्रेण सगोलीयपिण्डा अत्यल्पकालपर्यन्तं दृश्यन्ते, यतो दूरदर्शकं सदैव याम्योत्तरदिशायां तिष्ठति, पिण्डाश्च झटिति याम्योत्तररेखामुल्लङ्घ्य लुप्ता भवन्ति। परन्तु सगोलीयपिण्डानां सुष्ठु ज्ञानाय सुनिरीक्षणाय सरलतया फोटोचित्रग्रहणाय च यन्त्रान्तरं प्रयुज्यते। इदं विषुवदीयदूरदर्शकयन्त्रनाम्ना प्रसिद्धम्।

सामान्यतया दूरदर्शकमिदं बृहदाकारकम्। याम्योत्तरचक्रादिषु नक्षत्रधावनस्य कारणं भुवोऽक्षभ्रमणम्, अत एवाक्षभ्रमणकृतधावनस्य प्रतीकारार्थं दूरदर्शकमिदं नाक्षत्रकालघटिकासञ्चालित आरोहणविशेषे स्थाप्यते। नाक्षत्रकालघटिकासञ्चालितयन्त्रं भुवोऽक्षभ्रमणस्य प्रतिकूलदिशायामक्षभ्रमणवेगसमञ्जवेन भ्रमति।

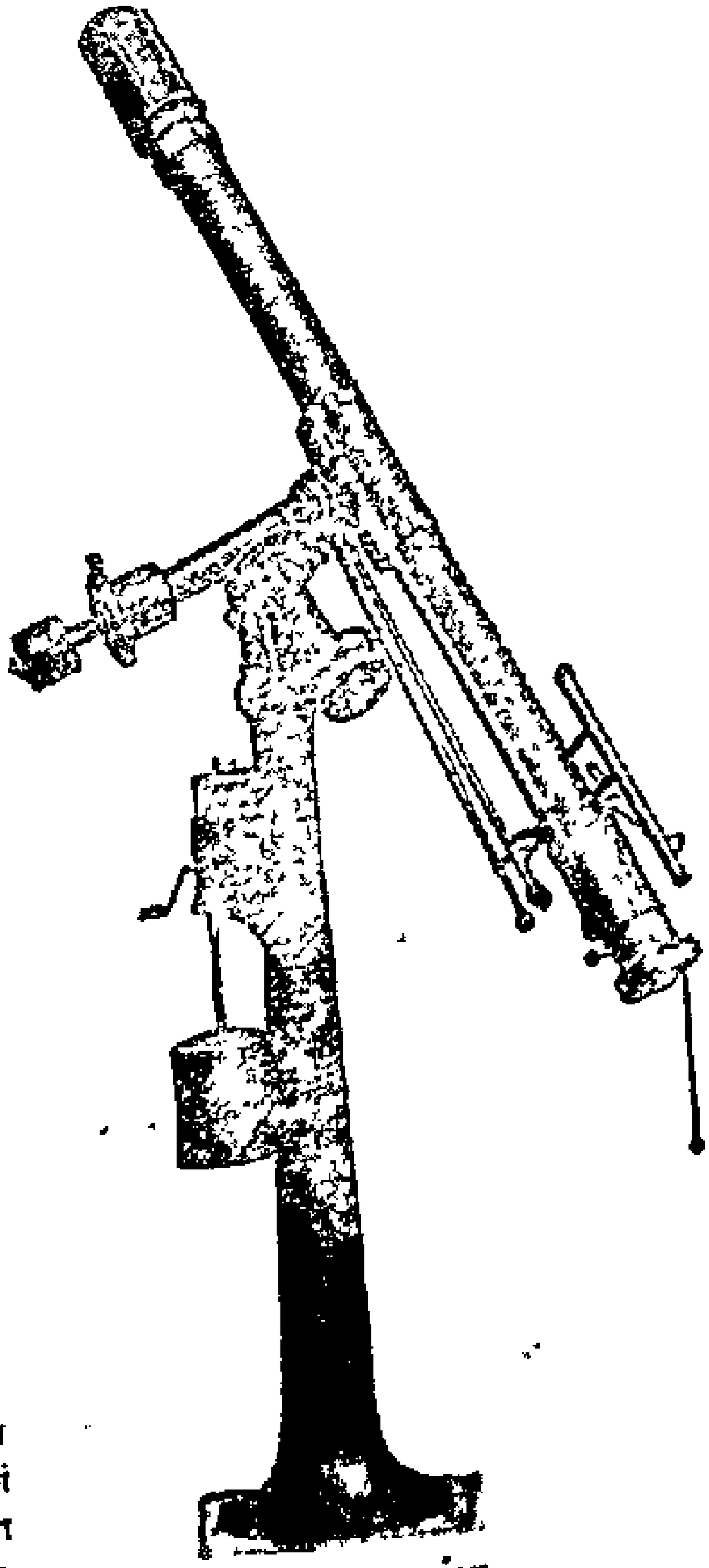
दूरदर्शकमिदमेवमारोह्यते यदाकाशस्य कस्यचिदपि भागस्याभिमुख्यमिदं भजेत। अत्र द्वौ परिभ्रमणाक्षौ परस्परं समकोणत्व भजमानौ वर्तेते। प्रथमः पृथिव्याः परिभ्रमणाक्षसमानान्तरः, द्वितीयश्च परिभ्रमणाक्षलम्बवर्ती। प्रथमो ध्रुवीयाक्षः, द्वितीयश्च क्रान्त्यक्षः कथ्यते। प्रत्येकमक्षस्याधो भचक्राश्चिह्नितं वृत्तं वर्तते। ध्रुवीयाक्षस्याधो होराचक्रं क्रान्त्यक्षस्य चाधः क्रान्तिचक्रं दृश्यते। एतच्चक्रद्वयमेवं सामञ्जस्यपूर्णं यद् यदा दूरदर्शकं याम्योत्तरवृत्तवर्तिबिन्दुं प्रति



विषुवदीयदूरदर्शकम्

तिष्ठति तदा होराचक्रे शून्याङ्को दृश्यते, यदा च विषुवर्तिबिन्दुं प्रति तिष्ठति तदा क्रान्त्यंशचक्रे शून्याङ्को दृश्यते।

उपर्युक्तं यद् दूरदर्शकमिदमाकाशस्य वस्यचिदपि भागस्याभिमुखं भवति । अत एव यदि कस्यचिद् नक्षत्रस्य होराकोणः +६०°, क्रान्त्यंशाश्च +३०″, तदा तस्य दर्शनार्थं निपुवदीयदूरदर्शकमेवं भ्राम्यते यद् ध्रुवीयाक्षो होराचक्रे ६०° मितकोणं रचयति, क्रान्त्यक्षश्च क्रान्त्यंशचक्रे +३०°-मितकोणं कल्पयति । एवमेव यदि नक्षत्रस्य क्रान्त्यंशा होराकोणांशाश्च पूर्वविदिता न सन्ति, तर्हि होराचक्रे क्रान्त्यंशचक्रे चाक्षान् पठित्वा शाम्यन्ते ।

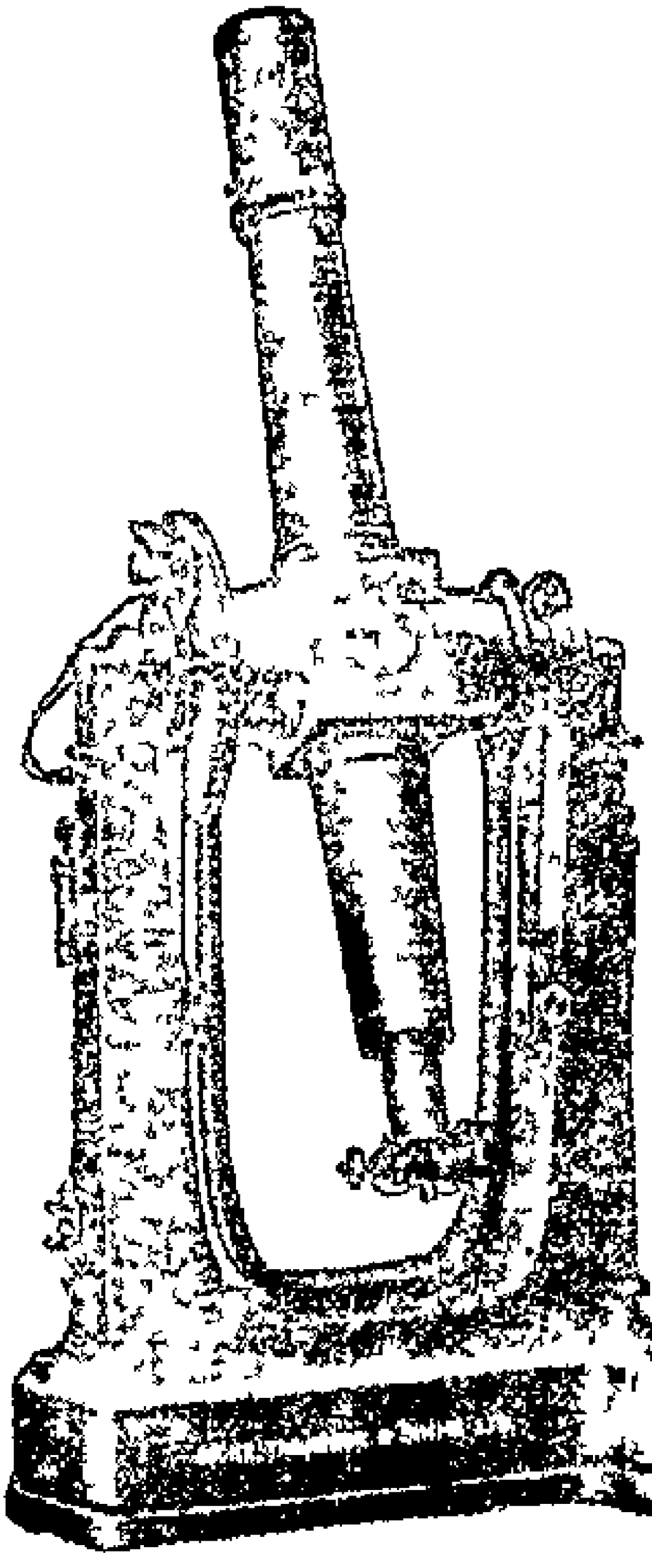


निपुवदीयदूरदर्शकान्यन्यानमुपयुक्तानि छायाचित्रादिग्रहणे । छायाचित्रग्रहणे मालदिपयस्य सम्पूर्णतया चलत्वं परमावश्यकम् । यद्यपि घटियन्त्रचलितयन्त्रेण सामान्याक्षभ्रमणस्य प्रतीकारो भवति, तथाप्येतन्यद् गोदूरदर्शकं विशालदूरदर्शकोपरि स्थाप्यो, येन द्वाभ्यां यन्त्राभ्यां यत्किंचिदपि गतिभेदं निराकरोति ।

२.६ घटिकायन्त्राणि

येषामर्थेषु कालस्य कालभेदस्य [illegible] परमावश्यकं भवति । अत एव येषामर्थेषु हे घटिका मन्दे अल्पं चले । अथवा [illegible], किंचित् च [illegible] ([illegible]) चले ।

पुराकाले घटिकायन्त्राणामाविष्कारात् पूर्वं वालुकायन्त्राणि, जलयन्त्राणि, सूर्यशङ्कुयन्त्रादीनि चासन् । स्थूलकालगणनाया तानि पर्याप्तं यथार्थान्यासन्, परन्तु सूक्ष्मगणना पर्याप्तं दुष्करासीत् । 'हौगेस'महोदयेन सर्वं



याम्योत्तरवृत्तम्

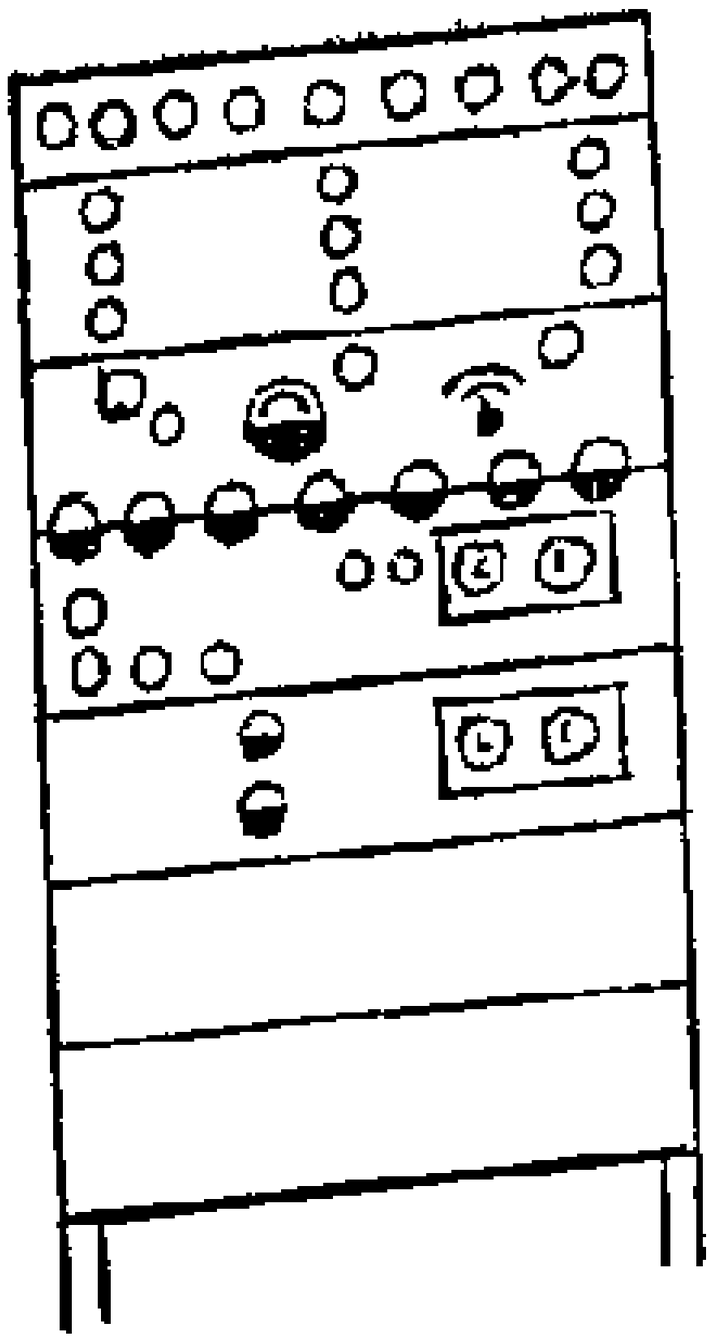
प्रथम लोलक पर्याप्त घटिकायन्त्रेषु प्रायुङ्क्त । तत प्रभृति घटिकायन्त्रेषूत्तरो त्तर परिष्कारा जाता । ज्यौतिषघटिका सामान्य घटिकाभ्यो न नितान्त भिन्ना । ता केवल सूक्ष्मरिश्रमेणावधानेन च रच्यन्ते, यतस्तासु गतिभेदो जायते । यदि कदाचि जायते तर्हि तस्य मान त्यल्पा ।

तापक्रमेण दोल कम्पने न्यूनाधिक्यमा भिन्नता जायते । य मण्डलभारस्थाप्य प्र दोलकम्पो ह्र अत एव ज्योतिषघ एव रच्यते य तापक्रमजनितेना मण्डलभारजनितेन दृश्यन्ते । यदि 'सार्द्ध घटिकायन्त्र प्रसिद्धानि सर्वेषाम् 'सार्द्ध घटिकायन्त्र घटिके यन्त्रेऽ- 'स्वामिनीघटिका' द्वितीया 'सार्द्ध

नाम्ना च प्रसिद्धा । 'स्वामिनी'घटिकाया दोलक वायुशून्यकोशे स्थिति । विद्युद्धारया [illegible] लभते । स्वामिनी घटिकया सम्बद्धा सार्द्ध घटिका यत्रं

यन्त्रान्तराणि च चाल्यति। 'शार्ट'घटिकायामधिकाधिको गतिविकार केवल प्रतिदिन ०.०१ सेकिण्डभागमित ।

अधुना महत्या वेधशालाया 'स्फटिकघटिकायन्त्राणि' प्रयुज्यते। नैनीतालस्थ-उत्तरप्रदेशीयवेधशालाया स्फटिकघटिकायन्त्र वर्तते। घटिका विद्युत्सचालकयन्त्रेण चाल्यते। सञ्चालकयन्त्रस्य स्वय स्फटिकपट्टिकाया स्वतन्त्रकम्पनै. पूर्णतया नियन्त्रितम् । स्फटिक पट्टिका २" + १½" + १" परिमाणे। स्फटिक पट्टिका प्रदोलेविद्युत्परिपथे नियोजितास्ति। परिपथानामवयवा खेव सयोजिता वर्तन्ते, यत्तेषा दोलनकाले स्फटिकस्य स्वाभाविकदोलनकालेन सम । स्फटिकपट्टिका चैकस्मिन् सेकिण्ड लम्बार (१,०००,००० वार) कम्पते। तस्या परिपथेऽन्येतावत् सख्याकानि कम्पनानि भवन्ति । विद्युत्पद्धत्या प्रतिसेकिण्ड १,००० कम्पनानि क्रियन्ते। ततो नैका घटिका सञ्चलन्ति। स्फटिकघटिकाया प्रतिदिन ०.००१ सेकिण्डभागादधिको गतिविकारो न भवति।



स्फटिकघटिकायन्त्र

६.७ विविधानि यन्त्राणि

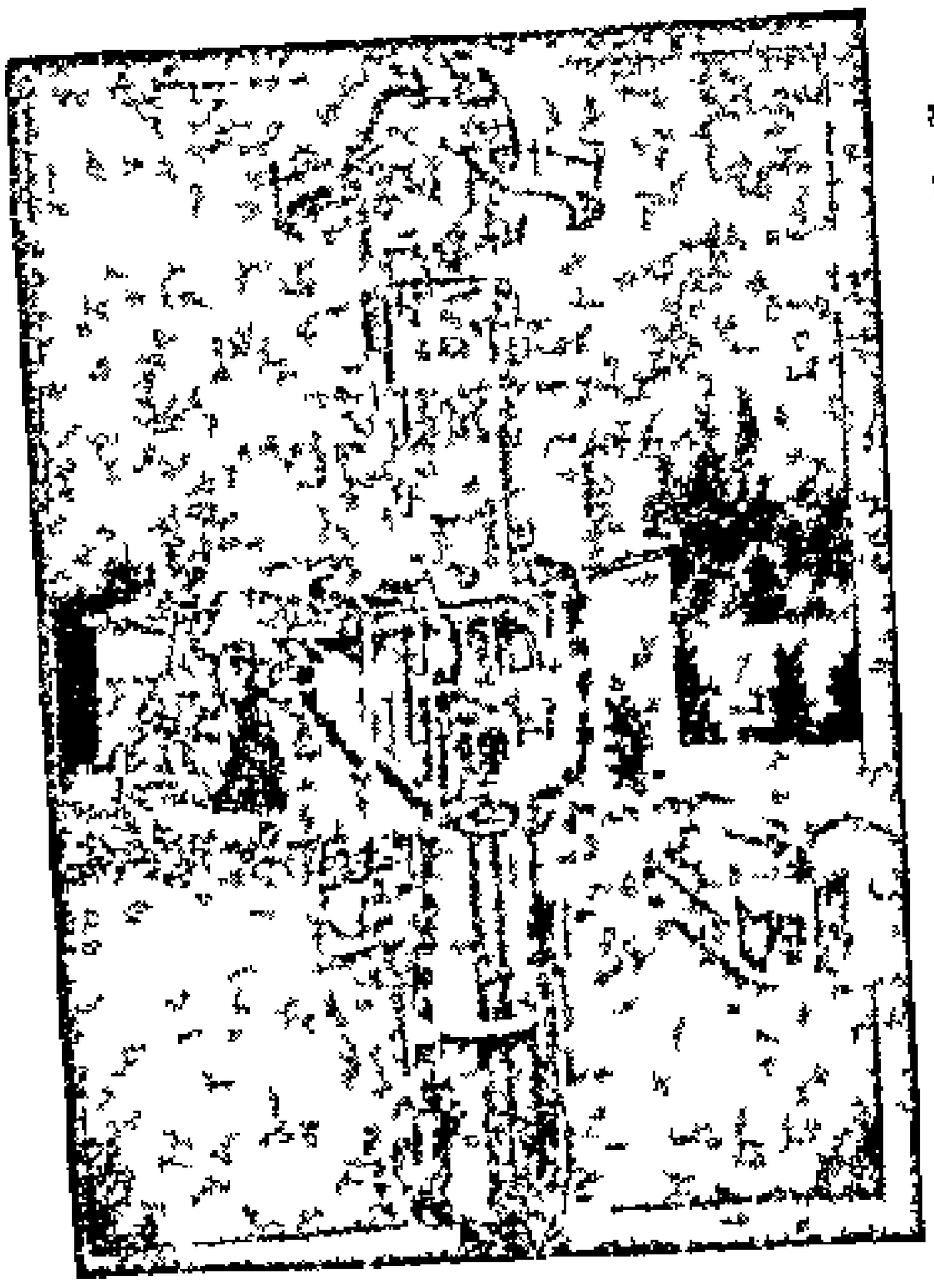
६.७१ फिलरस्क्ष्ममापकम्

विद्युद्दीपदूरदर्शकयन्त्रेण गृहीतानि छायाचित्राणि वेधस्थ पश्चात् पठ्यन्ते, सूक्ष्ममापकेन च माप्यन्ते। परन्तु यदा कदा नेत्राभ्यामेव मापनस्यावश्यकता दृश्यते तथा चित्रानां योगायोगमानानयने, चित्राणां प्रधाननक्षत्र सहचारिनक्षत्र-दूरत्वमानानयने। एतदर्थं फिलरसूक्ष्ममापक प्रयुज्यते। अस्य विवरण § १२.१८ द्रष्टव्यम्।

६७२ नताशदूरदर्शकयन्त्रम् (नताशनलिका)

अस्याशनिर्णयो नताशदूरदर्शकयन्त्रेण सुकरो भवति। दूरदर्शकविरोधेण नक्षत्रद्वयस्य नताशा वेधेन ज्ञायते। द्वे नक्षत्रे ईदृशे चीयेते, यत्र प्रथम याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घन यावदशं एवस्तिक दक्षिणेन करोति, द्वितीय तावदशैरुत्तरेण करोति। तयोर्याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाल योरन्तर प्रायेणाल्पमेव। एव यदि स्थानस्याक्षाशा ϕ, तर्हि प्रथमस्य नक्षत्रस्य नताशा $z_1\,\phi$, द्वितीयस्य च नताशा ϕz_2। तयोरन्तरञ्च $\delta_1+\delta_2\,z\phi$।

सूक्ष्ममापकस्य तन्तु प्रथम प्रथमस्य बिम्बस्य मध्यरेखादूर्ध्वत्व मिनोति। यत्र ततोऽधोमुख क्रियते। ततो द्वितीयस्य बिम्बस्य मध्यरेखादूर्ध्वतर तन्तुर्मिनोति। सूक्ष्ममापकस्य तन्तुर्यावदन्तर गच्छति तद् मीयते। तच्चाति $\delta_1+\delta_2-z\phi$। यत $\delta_1\delta_2$ ज्ञातराशी स्त, अत एव ϕ (अक्षाशा ज्ञायते।



अधुना त्वेकमत्यन्त परिष्कृत यन्त्र प्रयुज्यते। ऊर्ध्वाधरभ्रमणाद् एक पारदयन्त्र भ्रमति। वेधाना फोटोचित्राणि च गृह्यन्ते। तत सूक्ष्ममापकयन्त्रेण दूरत्व मीयते, यन्त्रमिद 'फोटोग्राफिक जेनिथ ट्यूब' नाम्ना प्रसिद्धम्।

६७३ अट्टालिकादूरदर्शकयन्त्रम्

विद्युद्दीपारोहणेन दूरदर्शनं आगच्छते, परन्तु सुदीर्घनाभ्यन्तरतो दीर्घदूरदर्शकयन्त्रस्य भ्रामण न सरल कार्यम्। अत एव सूर्यस्य वर्णमण्डलादीना परीक्षणेषु, यत्र सुदीर्घनाभ्यन्तरतो दूरदर्शकस्या वश्यकता दृश्यते, तत्रायक दूरदर्शक प्रयुज्यते।

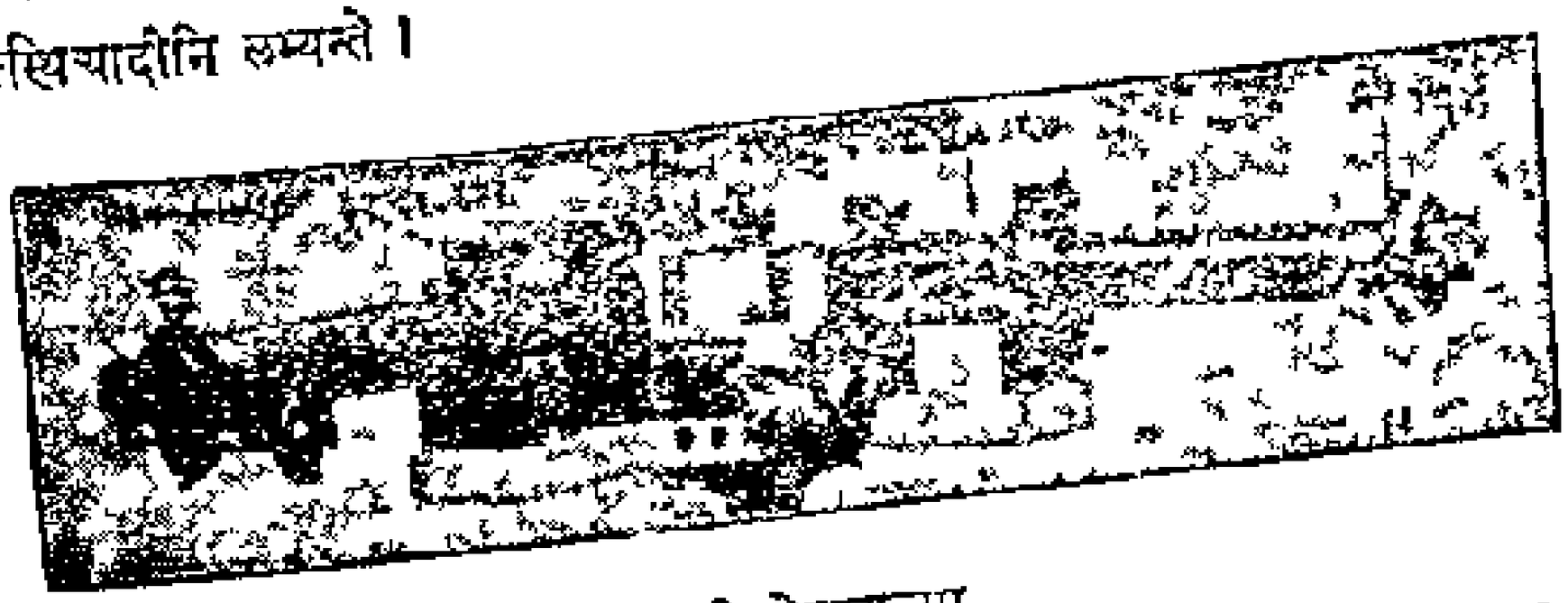
अट्टालिकादूरदर्शकयन्त्रम्

अट्टालिकादूरदर्शकयन्त्रस्योच्च भाग एक शिखर वर्तते। तत्र 'कोलस्टन' नामक यन्त्र वर्तते। तत्रैको दर्पण क्षमतलको भूम्योऽथ भ्रमणप्रतिकूलदिशाया घट्यायन्त्रेण चाल्यते। विद्युद्दीपारोहणाच्चदर्पणादस्मात् परावृत्य किरणा द्वितीये दर्पणे पतन्ति। तत परावृत्य दूरदर्शकयन्त्रमतीत्याट्टालिकाधस्तलगर्तिचक्षुस्तले पतन्ति,

बिम्बञ्च कल्पयन्ति। तत्र छायाचित्राणि, वर्णच्छत्रादीनि च गृह्यन्ते। सर्वोच्चप्रयागलि अट्टालिकादूर्
दर्शके 'माउण्टविल्सन' वेधशालाया वर्तते। तस्योच्चय. १५० फिटमित ।

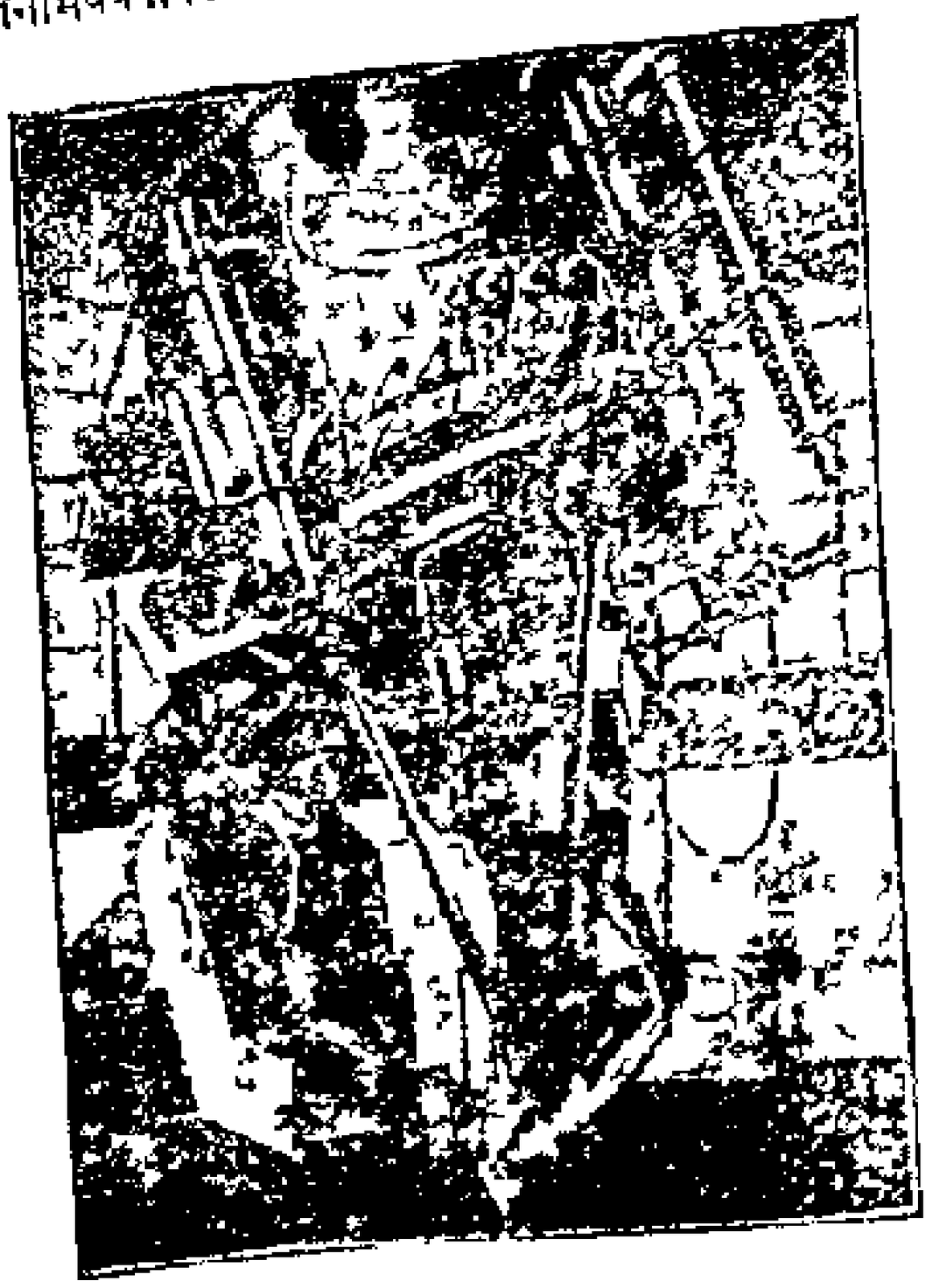
६७ रश्मिविश्लेषकयन्त्रम्

ज्योतिर्भौतिकविज्ञाने वर्णच्छत्रविश्लेषणस्य परम महत्त्व वर्तते। अनेन वर्णच्छत्रेणैव नक्षत्राणा नीहारिकाणामत्याकाशगङ्गासस्थानाना रासायनिकसंरचना नक्षत्राणाञ्च वर्णतापक्रम भौतिकस्थित्यादीनि लभ्यन्ते।



रश्मिविश्लेषकयन्त्रम्

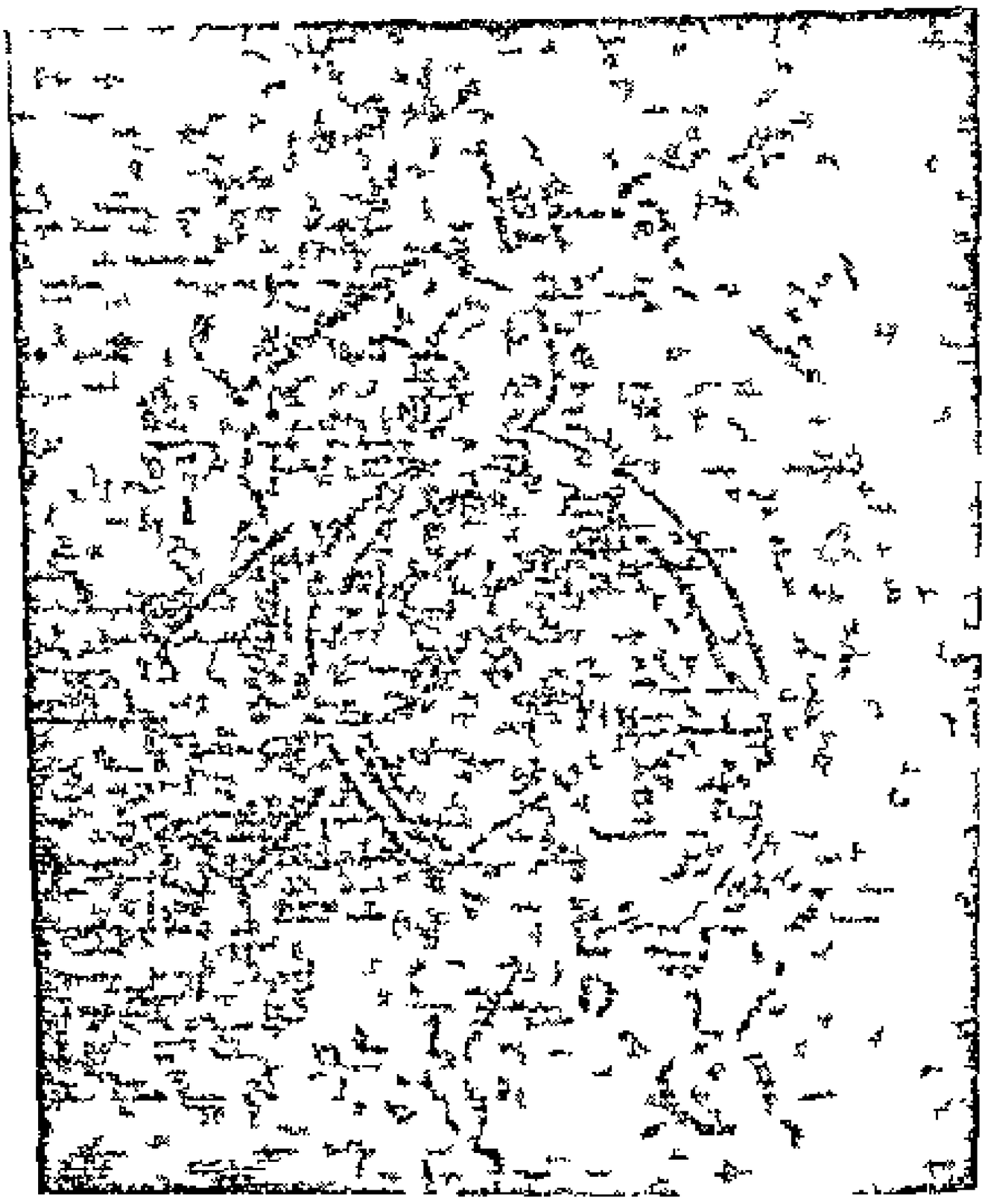
रश्मिविश्लेषकयन्त्रेण प्रकाशरश्मीनामवत्रविश्लेषण क्रियते। रश्मिविश्लेषणप्रक्रियाया सर्वेरनुभूतमुदाहरणमिन्द्रधनुरस्ति। सूर्यरश्मयो गोलाकारजलबिन्दुषो वर्तिता वर्णविश्लेषण प्राप्य इन्द्र धनूरूपेण दृश्यन्ते। त्रिपार्श्वस्थापने प्रयोग प्रकाशरश्मयो विश्लेषण भजन्त इति सर्वप्रथम 'न्यूटन' महोदयेन विदितम्। तेन दृष्ट यत् त्रिपार्श्वमुल्लङ्घ्य सूर्यप्रकाशकिरणा विभिन्नवर्णस —यथा नील-लोहित नील-आसोद्यनील हरित् पीत रक्तपीत रक्तवर्णका भवन्ति। वर्णाना समुदायोऽय वर्णच्छत्र कथ्यते।



रश्मिविश्लेषकयन्त्रस्य त्रयोऽव यवा सन्ति। (१) सधानकम् ('कालीमीटरम्'), (२) त्रिपार्श्वम्, (३) दूरदर्शकयन्त्रम्। 'काली मीटरम्' एका नलिकाकृति यस्या एक कोट्यो निर्वर्गनाल वर्तते, द्वितीय कोट्यामेक सकीर्णच्छिद्रम्। एष

रश्मिविश्लेषणयन्त्रम्

प्रसाधस्य रश्मयश्छिद्रादागत्य निर्गच्छन्ति अपि च समानान्तरा सन्तो निर्गच्छन्ति। निपार्श्वं मेरुशिरःपूर्वाधरगो भ्रमणशाले चारोहणे वर्तते। निपार्श्वविशिष्टवर्णलङ्का दूरदर्शके प्रविशन्ति। दूरदर्शके साधनकमदेका नलिकास्ति। एकस्या कोट्यामपि दर्पणस्तल वर्तते, द्वितीयकोट्या चक्षु



सवैमरं दूरदर्शनम्

स्थानलिका वर्तते यस्या चक्षुस्तत्र सन्निधापयितव्यं वर्तते। चक्षुस्थानिका दृष्टचक्षिप्रान्ते नाम्ने पश्चाद्वा मुद्रु सर्पति।

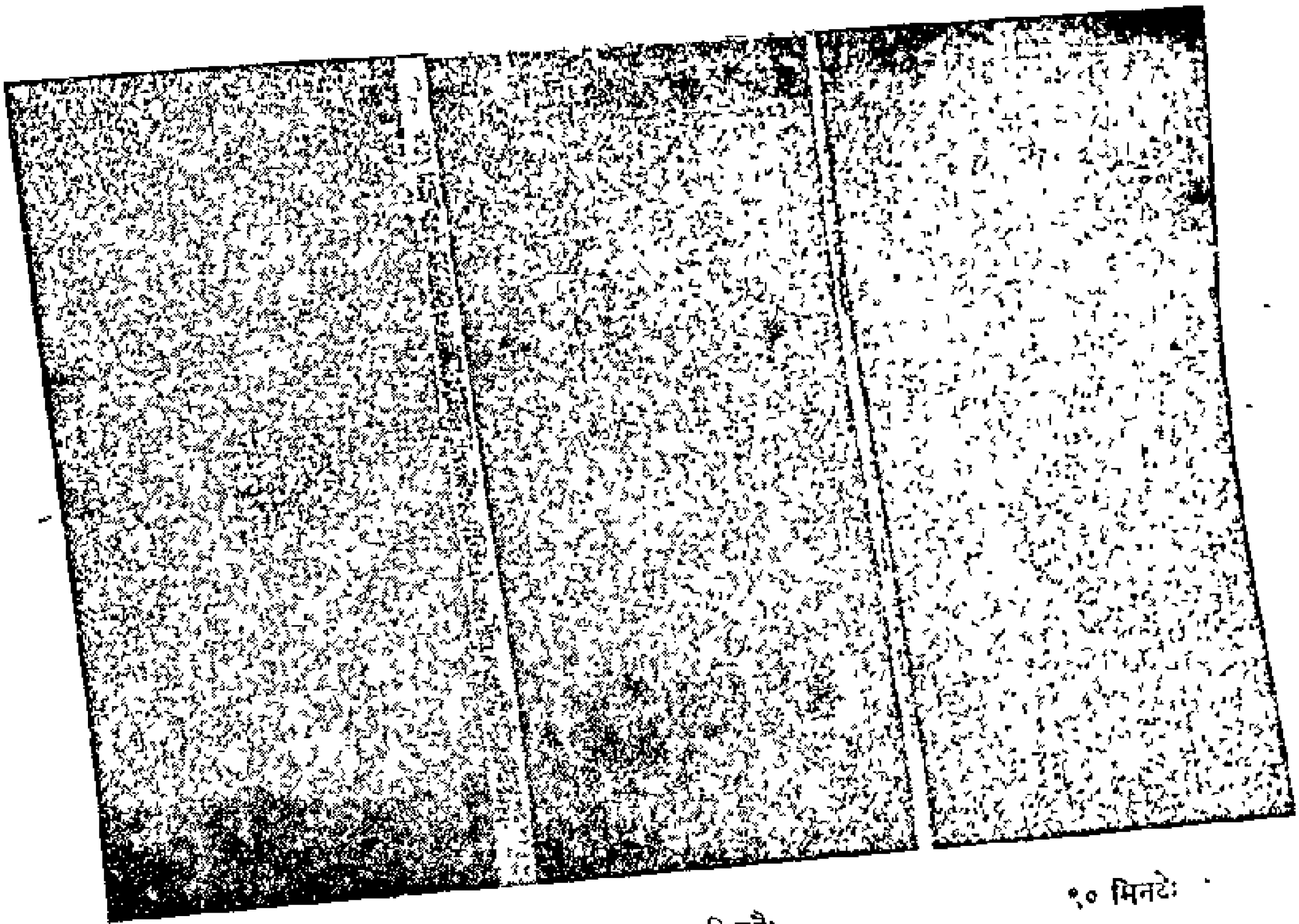
[चर्णच्छनीयरेखाणां विवरणं सूक्ष्मायामेऽपि § ५ ३२१ द्रष्टव्यम्]

§ ७८ फोटो कैमराय त्रम्

अधुना विशालदूरदर्शनेन नेत्राभ्यामेव नक्षत्राणां ग्रहाणां चारस्वरूपाणि न विलोक्यन्ते ज्योतिर्विद्भिः। दूरदर्शनयन्त्राणि केवलं साधनानि यन्त्रदीधितिरेखा वैमरयन्त्रस्य छायाचित्र

नवमोऽध्यायः

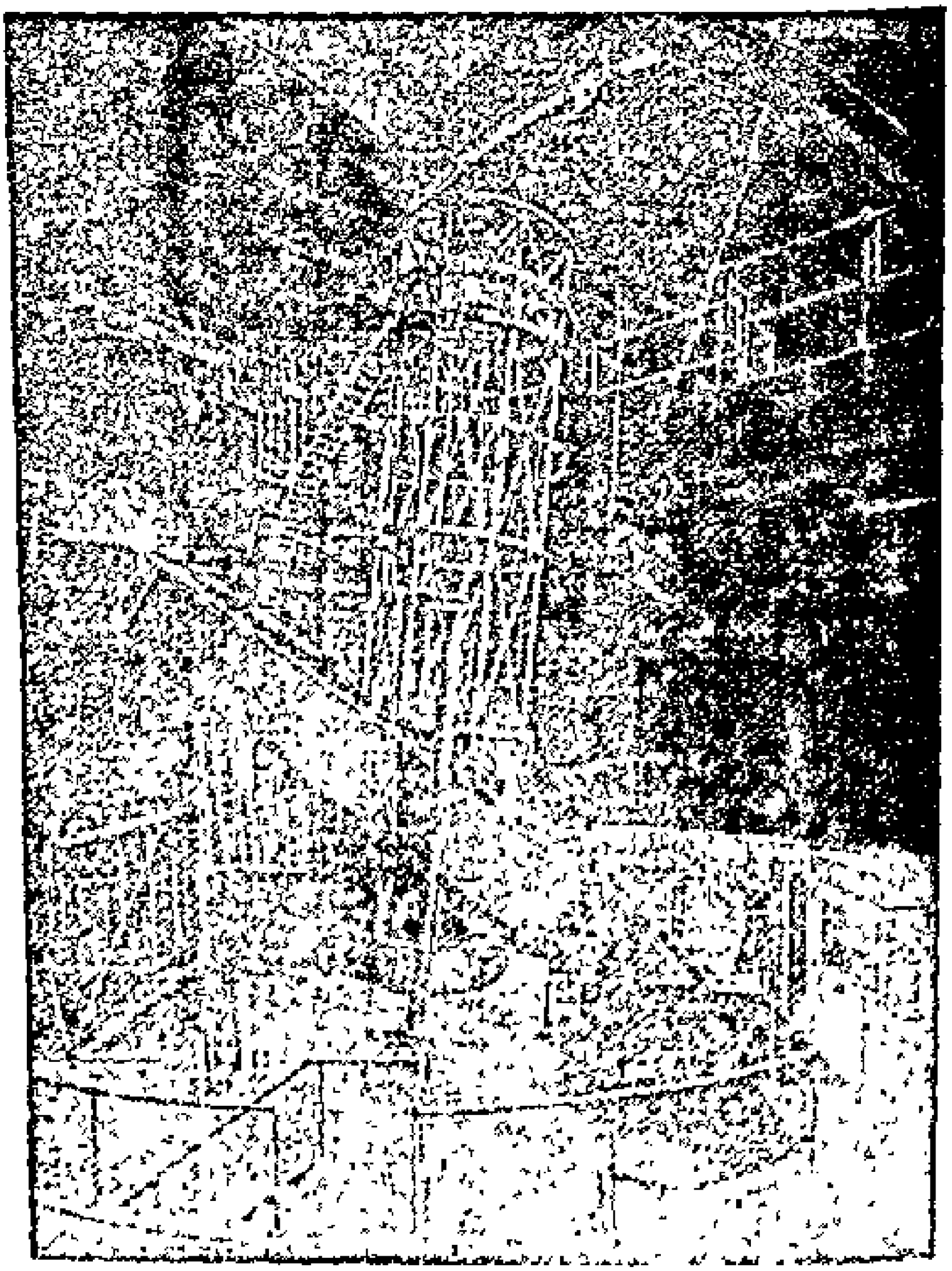
निर्माणार्थं गृह्यन्ते, अथवा रश्मिविक्षेपकयन्त्रेण वर्णच्छत्रीनिर्माणार्थं 'श्रमोत्पल'
यन्त्रेण तापक्रमनिर्णयार्थं गृह्यन्ते ।



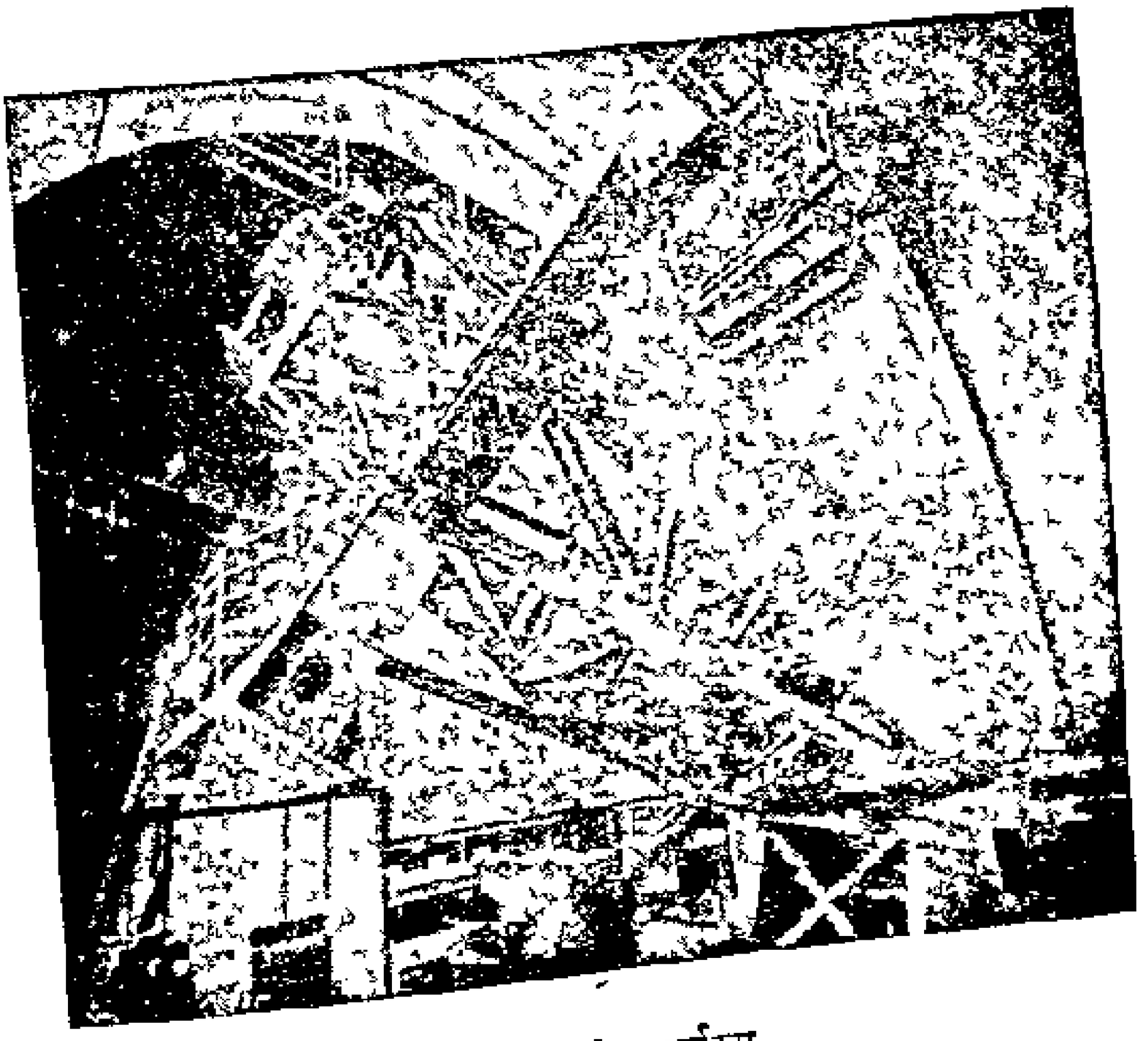
विभिन्नोद्घाटनकालैर्विभिन्नदर्शनानि लभ्यन्ते । [लिव-वेधशाला]

१ कपिला वेधशालायां (नीचे दृश्यते)।

नेत्रतारकयोर्मांसस्वरत्वप्रभावः क्षणिकः, परन्तु फोटोफलके दीर्घकालीनोद्घाटनेन दीर्घकाल-पर्यन्तं प्रकाशः पतति, अतिधूमिलानि नक्षत्राण्यपि प्रकाशितानि यान्ति। (द्रष्टव्यान्यधिकाणि)।



मन इन्द्रियदर्शनम्



द्वितल इञ्चीयदूरदर्शकम्

विशेषद्रष्टव्यानि

अग्रे वर्ण्यमानप्राचीनयन्त्राणां विवरणेन स्पष्टीभविष्यति यद् वयं भारतीया वेधकार्येष्वपि तात्कालिकपाश्चात्यज्योतिर्विदपेक्षया नितरामग्रेसरा आसम। परमसाक वेधशालाः पाश्चात्यवेध शालाभ्यो भिन्ना आसन्। अस्माकं यन्त्राणि सुवाह्यान्यासन्। तेषां स्थापनमपि नातिदुष्करमासीद्। अत एव ज्योतिर्विदः स्वस्वगृहेषु सामान्या वेधशालाः प्रतिष्ठापिता आसन्। गृहेभ्यो बहिरपि तानि यन्त्राणि सुवाह्यत्वात् समीक्ष्य वेधकर्मसु प्रायुञ्जत।

श्रीजयसिंहमहाराजेन 'दिल्ली' 'जयपुर' 'मथुरा' 'काशी' 'उज्जयिनी' इत्यादिषु नगरेषु वेधशालाः स्थापिता इति सर्वेषां विदितम्। तत्र प्रायेण निम्नानि यन्त्राणि दृश्यन्ते—

१. सम्राट्यन्त्रम्, २. षष्ठांशयन्त्रम्, ३. राशिवलययन्त्रम्, ४. जयप्रकाशयन्त्रम्, ५. कपालयन्त्रम्, ६. रामयन्त्रम्, ७. दिगंशयन्त्रम्, ८. नाडिकावलयन्त्रम्, ९. दक्षिणोत्तरभित्तियन्त्रम्, १०. उन्नतांशयन्त्रम्, ११. चक्रयन्त्रम्, १२. क्रान्तिवृत्तयन्त्रम्।

भास्कराचार्येण सिद्धान्तशिरोमणौ, श्रीपतिना सिद्धान्तशेखरे च यन्त्राणि निम्नरेखाभिर्वर्णितम्। प्रमुखयन्त्राण्येव वर्ण्यन्ते—

(१) गोलयन्त्रम् । अनेन सूर्यस्योन्नतांशानामुन्नतघटिकायाश्च ज्ञानं भवति ।

अपवृत्तागविचिह्नं क्षितिजे धृत्वा कुजेन संसक्ते ।
नाडीवृत्ते बिन्दुं कृत्वा धृत्वाऽथ खल्वसमं क्षितिजम् ॥
रविचिह्नस्य च्छाया पतति कुमध्ये यथा तथा विधृते ।
उड्डुगोले कुजबिन्दोर्मध्ये नाड्यो धुयाताः स्युः ॥ (सि० शिरोमणिः

(२) नाडीवलयम् । भास्कराचार्येणोक्तम्—

अपवृत्ते कुजलग्ने लग्नं चाधो खगोलनलिकान्तः ।
भूस्थं ध्रुवयष्टिस्थं चक्रं पट्टया निजोदयैश्चाङ्कयम् ॥
न्यस्तैर्यष्टीगायामुदयेऽर्कं न्यस्य नाडिका ज्ञेयाः ।
इष्टच्छायासूर्यान्तरेऽथ लग्नं प्रभासं च ॥
केनचिदाधारेण भुवाभिमुखकोलकेऽत्र धृते ।
अथवा कीलच्छायातलमध्ये स्युर्नता नाड्यः ॥ (सि० शि०)

(३) यष्टियन्त्रम् । अनेन दिग्देशकालानामवगमः क्रियते । यथा श्रीपतिना वर्णितम्—

संशोधितार्रां कृतचक्रभागं विधाय वृत्तं समभूमदेशे ।
त्रिज्याङ्कुलाङ्कां सुसमां च यष्टिं नष्टद्युतिं तन्मठरे निदध्यात् ॥
तदग्रलग्नः खलु शङ्कुरुक्तस्तन्मूलकेन्द्रान्तरमत्र दृग्ज्या ।
पूर्वापरात्तद्विचरं भुजः स्याच्छङ्कुक्रमस्तोदयसूत्रमध्यात् ॥
शङ्कुक्रमर्कैर्गुणितं त्रिभक्तं तल्लम्बकेन स्फुटमक्षभा स्यात् ।
अक्षाप्रभागाद्गतभागगौर्वी कार्येह खल्वन्नुलवृत्तजाता ॥

कालावगमनार्थम्—

शङ्कुयष्टिधनुश्चक्रैश्छायायन्त्रैरनेकधा ।.....
तोयपात्रकपालाद्यैर्मयूरनरवाजरैः ॥
सशूनरेणुगर्भैश्च सम्यक्कालं प्रसाधयेत् ॥ (सूर्यसिद्धान्ते)

अन्यान्यपि यन्त्राण्यासन् । तेषां विवरणानि तत्रैव द्रष्टव्यानि ।

दशमोऽध्यायः

[निरभ्रनभसि प्रोक्तनक्षत्रनिचयाः केषु केषु परिचितप्राच्यादिरूपेषु नेत्राम्नायेन पूर्वेर्दृष्टा इत्यत्र वर्ण्यते ।]

नक्षत्रमण्डलानि

पाश्चात्यज्यौतिषग्रन्थेषु सर्वप्रथमं दाक्षेमीमहोदयस्य ग्रन्थे ४८ संख्यकनक्षत्रमण्डला-



नक्षत्रसमूहाः अश्विन्यादयः

नामुल्लेखो दृश्यते। तत्पूर्वं होमरादिरचितमहाकाव्येषु मृग बहुल सप्तर्ष्यादिनक्षत्रमण्डलानामुल्लेखो वर्तते। आकाशस्य प्रायेण विभिन्नभागे नक्षत्राणा विभिन्नरूपाणि दृश्यन्ते। तानि नक्षत्रमण्डलानि उच्यन्ते। एतेषा नामानि प्रायेण परिचिताना पशूना पक्षिणा जन्तूनाना ग्रीक रोमकीयपुराण वर्णितनरनारीणा नामभि सम्बद्धानि। आधुनिकज्योतिर्विदामनुमानमिद यदिदमाकाशस्य नक्षत्रमण्डलेषु विभाजन तद्ग्रीकविदुषा कृतिर्नास्ति। ते ग्रीसवासिन इद ज्ञान कदाचित् स्वपूर्ववर्ति 'बेबिलोनिया' निवासिभ्योऽर्जितवन्त। ते च कदाचित् स्वपूर्ववर्तिजनेभ्य।[1]

अधुनापि नक्षत्रमण्डलाना महत्ता ज्योतिर्विद्याया दृश्यते। नक्षत्रमण्डलस्य कल्पना नक्षत्राणा नीहारिकाणामन्याकाशगङ्गातारकाणाञ्च स्थितिनिर्देशनायोपयुक्ता। यथा 'पोस्ट कार्डा'दिषु पत्रसङ्ख्याया नगरस्य नाम्न पश्चात् प्रान्तस्य नाम्नो लेखनेन प्रेषणी (= डाकविभाग) विभागस्य सौकर्य्येन गन्तव्यस्थान प्रेषयति, तथैव नक्षत्र कस्मिन् मण्डले वर्तत इति ज्ञानेन तस्यावलोकन सरल भवति।

नक्षत्रमण्डलाना पुरा सीमा पूर्णतया निर्धारिता नासीत्, परमधुना खिस्ताब्दे १९२८ तमे 'अन्तराष्ट्रिय ज्यौतिषसङ्घेन' प्रत्येक सीमा सूक्ष्मतया निर्धारिता। एव निश्चितानां नक्षत्रमण्डलाना सख्या ८८ अस्ति। नक्षत्रमण्डलाना नामान्यग्रिमानुच्छेदे दास्यन्ते।

१०११ नक्षत्राणां नामानि

प्रायेण पञ्चाशत्सख्याकनक्षत्राणा नामानि पुरातनानि सन्ति। कतिपयाना नामानि 'ग्रीक' भाषाया, 'रोमन'भाषाया वा सन्ति, अन्येषाञ्च 'अरबी'भाषाया। अधुना नक्षत्राणा नामानि वैज्ञानिकग्रन्थेषु प्रायेण न प्रयुज्यन्ते। अधुना नामकरण वैज्ञानिकपद्धत्या क्रियते। अर्थात् प्रथम नक्षत्रमण्डलस्य नाम लिख्यते, ततश्च 'ग्रीक'वर्णमालाया वर्णा प्रयुज्यन्ते। नक्षत्रमण्डलस्य भासुरतमस्य नक्षत्रस्य पश्चात् α (ग्रीकवर्णमालाया प्रथमवर्ण) स्थाप्यते, ततस्तदल्पतर भासुरस्य नक्षत्रस्य पश्चात् β (द्वितीयो वर्ण) स्थाप्यते, तत उत्तरोत्तरधूमिलत्वक्रमेणγ, δ, ε आदयो वर्णा प्रयुज्यन्ते। अस्मिन् नामकरणे नक्षत्रमण्डलस्य षष्ठया रूप प्रयुज्यते। यथा α Geminorum नक्षत्रम् Gemini (मिथुन) नक्षत्रमण्डलस्य भासुरतम नक्षत्रमस्ति।

द्वितीया पद्धति 'फ्लमस्टीड'महोदयस्यागमता, प्रथमपद्धत्या किञ्चिद् भिन्नास्ति। नक्षत्रमण्डलस्य पश्चतमनक्षत्रस्य पश्चात् '१' लिख्यते, एवमुत्तरोत्तरं पश्चिमदिशाया पूर्वदिशा नलिख्वा '२' '३' आदि सख्या लिख्यन्ते। एव इस ६१ नक्षत्र हसमण्डले पश्चतमभागात् ६१ तम नक्षत्रम्।

परन्तु दूरदर्शकीयनक्षत्राणा गणना ह्यधिकसख्याका, अत एवैका तृतीया पद्धति रवलम्यते। नक्षत्राणा नामकरण नक्षत्रसूच्या, नक्षत्रसूच्या तस्य क्रमसख्यया च क्रियते। एव HD २२४१६ नक्षत्र 'हेनरी ड्रेपर'महोदयस्य नक्षत्रसूच्या २२४१६ तमाया सख्याया वर्तते।

(नक्षत्रमण्डलाना सारिण्यपरपृष्ठे द्रष्टव्या)

---

१. कदाचिद् भारतीयेभ्य (?)।

१०.२ नक्षत्रमण्डलानां सारिणी

लैटिन नामानि	षष्ठ्या रूपाणि	आंग्ल नामानि	संस्कृत नामानि
Andromeda	Andromedae	Andromeda	देवयानी
Antlia	Antlia	Air Pump	रिक्तीकरः
Apus	Apodis	Bird of Paradise	खगः
Aquarius	Aquarii	Watercarrier	कुम्भः
Aquila	Aquilae	Eagle	गरुडः
Ara	Arae	Altar	वेदी
Aries	Arietis	Ram	मेषः
Auriga	Aurigae	Charioteer	रथी
Bootes	Bootis	Herdsman	भूतपः
Caelum	Caeli	Graving Tool	टङ्कम्
Camelopardelis	Camelopardalis	Giraffe	करभः
Cancer	Cancri	Crab	कर्कः
CanesVenatici	CanumVenaticorum	Hunting Dogs	मृगयादयानः
Canis Major	CanisMajoris	Larger Dogs	प्रस्वा
Canis Minor	Canis Minoris	Smaller Dog	श्वा
Capricornus	Capricorni	Sea-Goat	मकरः
Carina	Carinae	Keel	नौतलम्
Cassiopeia	Cassiopeiae	Cassiopeia	शर्मिष्ठा
Centaurus	Centauri	Centaur	किन्नरः
Cepheus	Cephei	Cepheus	भूपतिः
Cetus	Coti	Whale	तिमिः
Chamaeleon	Chamaeleontis	Chameleon	कृकलासः
Circinus	Circini	Compasses	कर्कटकः
Columba	Columbae	Dove	कपोतः
Coma Berenices	ComaeBerenices	Bernicis Hair	केशः
Corona Australis	Coronae Australis	Southern Crown	दक्षिणकिरीटः
Corona Borealis	Coronae Borealis	Northern Crown	उत्तरकिरीटः
Corvus	Corvi	Crow	वायसः
Crater	Crateris	Cup	चषकः
Crux	Crucis	Cross	स्वस्तिकः
Cygnus	Cygni	Swan	हंसः

लैटिन नामानि	षष्ठ्या रूपाणि	आंग्ल-नामानि	संस्कृत-नामानि
Delphinus	Delphini	Lolphen	धनिष्ठा
Dorado	Doradus	Dorado	असिमीन
Draco	Draconis	Dragon	कालिय
Equuleus	Equulei	Little Horse	अश्वक
Eridonus	Eridani	River	वैतरणी
Fornax	Fornacis	Furnace	अश्मन्तम्
Gemini	Geminorum	Twins	मिथुनम्
Grus	Gruis	Crane	वक
Hercules	Herculis	Hercules	शौरी
Horologium	Horologii	Clock	होरामापकम्
Hydra	Hydrae	Sea Serpent	वासुकि
Hydrus	Hydri	Water Snake	जलिका
Indus	Indi	Indian	सिन्धु
Lacerta	Lacertae	Lizard	सरट
Leo	Leonis	Lion	सिंह
Leo Minor	Leonis minoris	Smaller Lion	सिंहक
Lepus	Leporis	Hare	शशक
Libra	Librae	Scales	तुला
Lupus	Lupi	Wolf	वृक
Lynx	Lyncis	Lynx	विडाल
Lyra	Lyrae	Lyre	वीणा
Mense	Mensae	Table Mountain	शैल
Microscopium	Microscopii	Microscope	सूक्ष्मदर्शकम्
Monoceros	Monocerotis	Unicorn	एकशृङ्ग
Musca	Muscae	Fly	मक्षिका
Norma	Normae	Level	अङ्किनी
Octans	Octantis	Octant	अष्टांश
Ophiuchus	Ophiuchi	Serpent Holder	सर्पधर
Orion	Orionis	Orion	मृग
Pavo	Pavonis	Peacock	मयूर
Pegasus	Pegasi	Pegasus	उच्चै श्रवा
Perseus	Persei	Perseus	ययाति
Phoenix	Phoenicis	Phoenix	गृध्र

लैटिन-नामानि	षष्ठ्या रूपाणि	आंग्ल नामानि	संस्कृत-नामानि
Pictor	Pictoris	Easel	शिल्पीन्धः
Pisces	Piscium	Fishes	मीनः
Pisiis Austrinus	Piscis Austrini	Southern Fish	दक्षिणमीनः
Puppis	Puppis	Stern	नौपृष्ठम्
Pyxis	Pyxidis	Mariners Compass	दिक्सूचकम्
Reticulum	Reticuli	Net	जालम्
Sagitta	Sagittae	Arrow	शरः
Sagittarius	Sagittarii	Archer	धनुः
Scorpius	Scorpii	Scorpion	वृश्चिकः
Soulptor	Soulptoris	Soulptois Apparatus	मूर्तिकारफलकम्
Scutum	Scuti	Shield	(ढालम्) चर्मम्
Serpens	Serpentis	Serpent	सर्पः
Sextans	Sextantis	Sextant	षडंशः
Taurus	Tauri	Bull	वृषः
Telescopium	Telescopii	Telescope	दूरदर्शकम्
Triangulum	Trianguli	Triangli	त्रिभुजम्
Triangulum Australe	Trianguli Australis	Southern Triangle	दक्षिणत्रिभुजम्
Tucana	Tucanae	Toucan	चक्रवाकः
Ursa Major	Ursa Majoris	Larger Bear	सप्तर्षिः
Ursa Minor	Ursa Minoris	Smaller Bear	ऋक्षकः
Vela	Velorum	Sails	नौवस्त्रम्
Virgo	Virginis	Virgin	कन्या
Volans	Volantis	Flying Fish	उड्डायिमीनः
Vulpecula	Vulpeculae	Fox	लोमाशः

१०.३१ याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालः

पूर्वं वर्णितमेव यद् नक्षत्रस्य याम्योत्तरोल्लङ्घनकालो नक्षत्रस्य विषुवांशतुल्यः, अत एव विदितविषुवांशकस्य नक्षत्रस्य खगोले स्थितिर्निश्चयकालेन शक्यं सरला। निम्नसारिण्यां प्रतिरश्मिपट्टवेलायां याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकारिनक्षत्रस्य नाभ्रकालो दत्तः।

सारिणी १०.३१

रात्रिकालिकहोराः

मासा दिनाङ्काश्च ↓	२८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६
नाक्षत्रकालः होरामानेन	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो
६ जनवरी	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३
२१ जनवरी	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४
५ फरवरी	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५
२१ फरवरी	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६
५ मार्च	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७
२१ मार्च	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८
७ अप्रेल	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९
२२ अप्रेल	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०
७ मई	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१
२२ मई	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२
७ जून	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३
२२ जून	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४
७ जुलाई	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१
२३ जुलाई	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२
७ अगस्त	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३
२२ अगस्त	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४
६ सितम्बर	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५
२२ सितम्बर	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६
७ अक्टूबर	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७
२२ अक्टूबर	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७	८
६ नवम्बर	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७	८	९
२२ नवम्बर	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०
७ दिसम्बर	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११
२२ दिसम्बर	२४	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२

विशेषटप्पनि—

(१) 'सौम्य'कोष्ठे नित्यं 'मिनटाना'मनर्हं कालम् ।

(२) कलासा 'सार्वत्रिक' प्रमुख, अत एव प्रमाणिकार्थं [illegible]

कालः ।

(३) [illegible] 'नक्षत्रकाल' एव प्रमुख, अत एव [illegible]

कालः ।

उदाहरणानि—

(अ) नक्षत्रविशेषस्य विषुवांशा ५ होरामिताः सन्ति। ६ नवम्बरे स कदा याम्योत्तरं मुल्लङ्घयिष्यति ?

६ नवम्बरे ५ होराङ्कः रात्रिकालिकद्वितीयहोरायाः अधः, अत एव नक्षत्रविशेषः रात्रौ द्विवादनवेलायामुल्लङ्घयिष्यति।

(आ) इष्टनक्षत्रस्य विषुवांशा १७ होरामिताः। नक्षत्रं कस्मिन् दिनाङ्केऽर्धरात्रौ याम्यो त्तरवृत्तमुल्लङ्घयिष्यति ?

रात्रिकालिक २४ होरायाः अधः १७ अङ्कः ७ जूने अगे दृश्यते। अत एव नक्षत्रं जूने, अर्धरात्रौ याम्योत्तरवृत्तमुल्लङ्घयिष्यति।

१०.३२ नक्षत्राणां दिनमानम्

अहोरात्रे नक्षत्रं यावत्कालं क्षितिजादुपरि तिष्ठति तावन्मात्रकः कालो नक्षत्रस्य दिनमान मुच्यते। दिनमानं दर्शकस्य स्थानाक्षांशान् नक्षत्रस्य क्रान्त्यंशांश्चापेक्षते। नक्षत्रदर्शनगणनाय दिनार्धमानान्यधिकं प्रयुज्यन्ते, अत एव भारतवर्षोपयुक्ता सारिण्यधो दीयते—

सारिणी १०,३२

नक्षत्राणां दिनार्धस्य मानम्

इष्टस्थानस्य	$\delta =$				नक्षत्राणां क्रान्त्यंशाः							
अक्षांशाः	+०		+१०		+२०		+३०		+४०		+५०	+६०
$\phi =$	हो	मि	हो	मि	हो	मि	हो	मि	हो	मि	हो मि	हो मि
०	६	०	६	०	६	०	६	०	६	०	६ ०	६ ०
+५	६	०	६	४	६	८	६	१२	६	१४	६ २४	६ ३२
+१०	६	०	६	७	६	१५	६	२२	६	३०	६ ५०	७ १०
+१५	६	०	६	११	६	२३	६	३६	६	५२	७ १५	७ ४९
+२०	६	०	६	१५	६	३१	६	४८	७	८	७ ४३	८ ३६
+२५	६	०	६	१६	६	३९	७	४	७	३२	८ १२	९ ३४
+३०	६	०	६	२४	६	५४	७	२०	७	५६	८ ५२	१२ ००
+३५	६	०	६	२८	६	५८	७	३६	८	२४	९ ४४	——

सूत्र कोज्या (होराकोण.) = स्य ϕ स्य δ

अस्या सारिण्या प्रथमं प्रथमस्तम्भ इष्टस्थानस्याक्षांशाः पठितव्याः, ततस्तेषां सम्मुखवर्ति-षट्क्रान्त्यंशिष्टनक्षत्रस्य क्रान्त्यंशानामधो दत्तः कालः पठितव्यः।

उदाहरणम्—नक्षत्रस्य क्रान्त्यंशा +५०। देहरादूने (+३० अक्षांशाः) तस्य किंप्रमा-णको दिनार्धः।

	हो	मि
उत्तरम्—	८	५२

१०.३३ याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले नक्षत्रस्य नतांशाः

याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले नक्षत्राणां नतांशा[1] निम्नसारिण्या ज्ञायन्ते ।

सारिणी १०.३३

याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले नक्षत्राणां नतांशाः

स्थानविशेषस्य	नक्षत्रस्य क्रान्त्यंशाः									
क्रान्त्यंशाः अक्षांशाः—	δ=०	१०	२०	३०	४०	५०	६०	७०	८०	९०
φ =	नतांशाः									
०	०	१०	२०	३०	४०	५०	६०	७०	८०	९०
५	−५	५	१५	२५	३५	४५	५५	६५	७५	८५
१०	−१०	०	१०	२०	३०	४०	५०	६०	७०	८०
१५	−१५	−५	५	१५	२५	३५	४५	५५	६५	७५
२०	−२०	−१०	०	१०	२०	३०	४०	५०	६०	७०
२५	−२५	−१५	−५	५	१५	२५	३५	४५	५५	६५
३०	−३०	−२०	−१०	०	१०	२०	३०	४०	५०	६०
३५	−३५	−२५	−१५	−५	५	१५	२५	३५	४५	५५
४०	−४०	−३०	−२०	−१०	०	१०	२०	३०	४०	५०

सूत्रं नतांशाः = −φ + δ

उदाहरणम्—देहरादूनस्याक्षांशाः + ३० सन्ति । हंसनक्षत्रमण्डलस्य (क्रान्त्यंशाः + ४०') याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले किंप्रमाणका नतांशाः ।

प्रथमं प्रथमस्तम्भे देहरादूनस्याक्षांशाः + ३० पठितव्याः । ततस्तेषां सम्मुखवर्तिपङ्क्त्यां हंसनक्षत्रमण्डलस्य क्रान्त्यंशानाम् (+ ४०) अधो दत्तः '१०' अङ्कः पठितव्यः । अत एव याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले तस्य नतांशा १० मिता भविष्यन्ति । नतांशा धनात्मकाः सन्ति । अत एव याम्योत्तरवृत्तमनूत्तरदिशायां १० अंशान्तरे हंसमण्डलं द्रष्टव्यम् ।

१०.३४ नक्षत्राणां याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालः, उदयकालः, अस्तकालश्च

६-१०-२१-१०.३३ तमेषु दत्ताभिः सारणीभिर्नक्षत्राणां याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालद्वयं सौविध्यं लभ्यते । प्रथमामिष्टनक्षत्रस्य विषुवांशाः क्रान्त्यंशाश्च नक्षत्रसूच्यां (मानचित्रे वा) पठ्यन्ते । ततः सारण्या १०.२१-तमया मध्यलग्न्या नाक्षत्रकालः पठ्यते । सारण्या १०.३२-तमया च नक्षत्रस्य दिनार्धगानं पठ्यते । नक्षत्रविषुवांशैर्मध्यरात्रिनाक्षत्रकालो विकल्प्यते, नक्षत्रस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनस्य स्थानीयकालो लभ्यते । तत उदयकालः (याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनस्य स्थानीयकालः−नक्षत्रदिनार्धमानम्) अस्तकालश्च (याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनस्य स्थानीयकालः +

---

१. नतांशाः = ९०-उन्नतांशाः । याम्योत्तरवृत्तमनु उत्तरदिशायां ×, दक्षिणदिशायां नतांशा गण्यन्ते ।

नक्षत्रदिनार्धमानम्) लभ्यते। सारिण्या १०'३६-तमया च याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले नक्षत्रस्य नताशा लभ्यन्ते। एवं कालविशेषे खगोले नक्षत्रस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालं ज्ञात्वा नक्षत्रं सुसौविध्यं दृश्यते।

उदाहरणम्—देहरादूनस्याक्षांशाः + ३०। स्वातीनक्षत्रस्य विषुवांशाः (आसन्नमानेन) ०६ $^{\text{हो}}$, क्रान्त्यंशाश्च (आसन्नमानेन) + ७°३०। ७=दिसम्बरे स्वातीनक्षत्रस्य याम्योत्तरवृत्तो ल्लङ्घनकालादीन् लभस्व।

७-दिसम्बरे मध्यराश्या नाक्षत्रकालः $५^{\text{हो}}$ मितः (सारिण्या $^{१०\cdot२१}$ तमया) नक्षत्रस्य दिनार्धमानं (सारिण्या $^{१०\cdot३१-}$ तमया त्रैराशिकेन) $६^{\text{हो}}$ $१८^{\text{मि}}$-होरादिकम्। नक्षत्रस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनस्य स्थानीयकालः

$$६^{\text{हो}} - ५^{\text{हो}} = १^{\text{हो}}$$

अत एव उदयकालः = $१^{\text{हो}} - ६^{\text{हो}}$ $१८^{\text{मि}}$ = $१८^{\text{हो}}$ $४२^{\text{मि}}$ (सायंकालिकः अस्त $६^{\text{हो}}$ $४२^{\text{मि}}$)

कालः = $१^{\text{हो}} + ६^{\text{हो}}$ $१८^{\text{मि}}$ = $७^{\text{हो}}$ $१८^{\text{मि}}$ (प्रातःकालिकः) याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाल.

= $१^{\text{हो}}$ [सर्वमेतद् स्थानीयकालेन दत्तम्] सारिण्या १०.३१ तमया याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले स्वातीनक्षत्रस्य नताशाः—२२'३०-मिताः, अर्थात् खस्वस्तिकाद् दक्षिणदिशायां याम्योत्तरवृत्तमनु २२.३० दूरे तद् वर्तते।

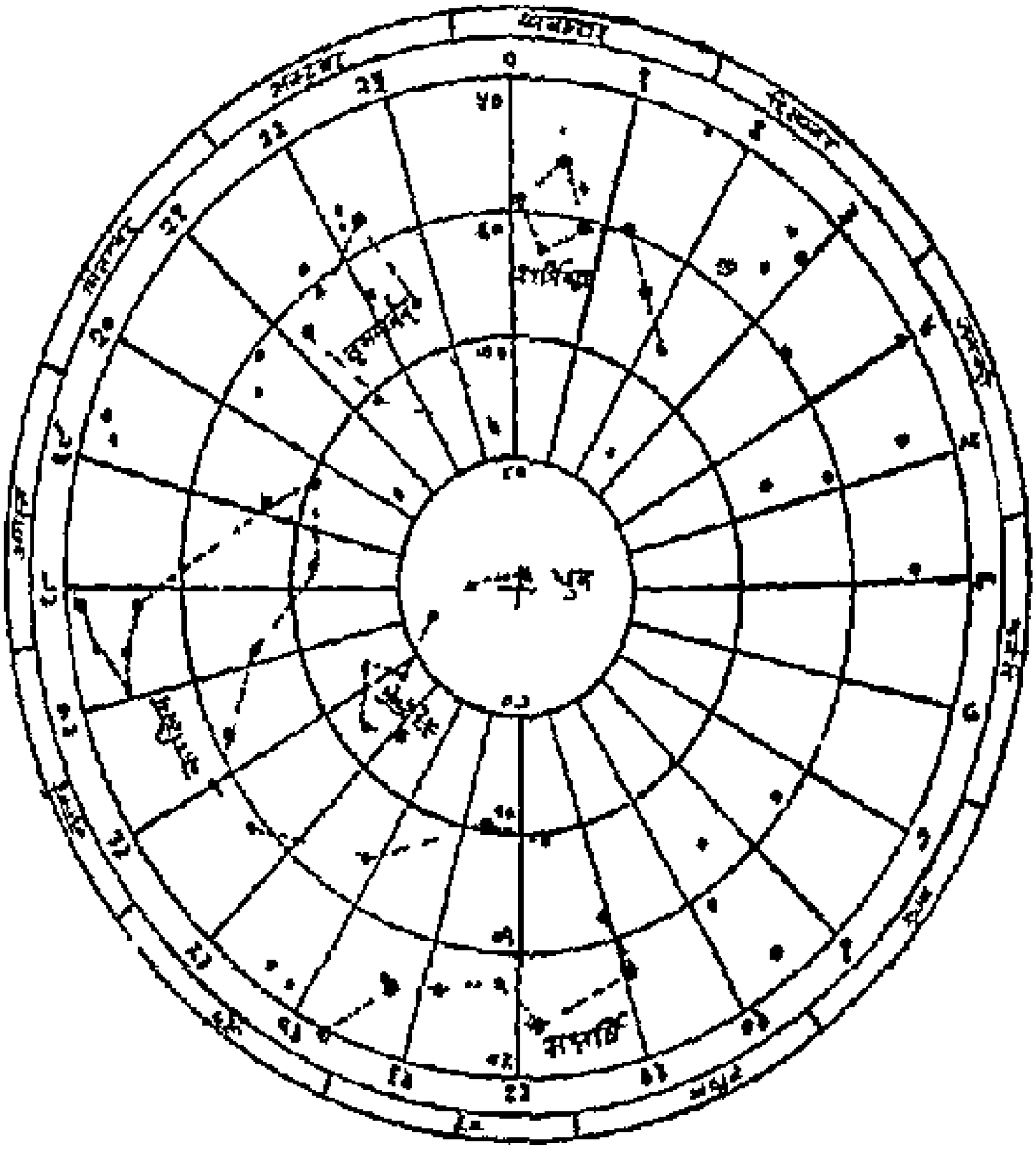
१०.४ नक्षत्राणां मानचित्राणि

पूर्वानुच्छेदेगणनया स्थिरनक्षत्रस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालादयो ज्ञायन्ते, परं नक्षत्र-मण्डलानां नक्षत्राणां च स्थानादीनि स्थूलतया मानचित्रैः सुस्पष्टं लभ्यन्ते। अत एवात्र षड् मानचित्राणि दीयन्ते।

प्रथममानचित्रे ध्रुवस्थानसमीपभागे नक्षत्राणां स्थानानि चित्रितानि सन्ति। वृत्तस्य परितो मासानां नामानि दीयन्ते। (दिनाङ्काः परितो त्रैराशिकेनावगन्तव्याः)। यदि मानचित्रमेव स्थाप्यते यद् वेधदिनाङ्क उपरि भवति, तर्हि मानचित्रे केन्द्रप्रोतोर्ध्वाधररेखा सवमहोरात्रकालिक-याम्योत्तररेखां दर्शयति। दशमहोरात्रकालिकयाम्योत्तररेखोपलक्षये मानचित्रं घटिकासूचिकामति-कूलदिशायां होरैकखण्डान्तराद् भ्रामय; एकादशहोरात्रकालिकयाम्योत्तररेखोपलक्षये मानचित्रं घटिका-

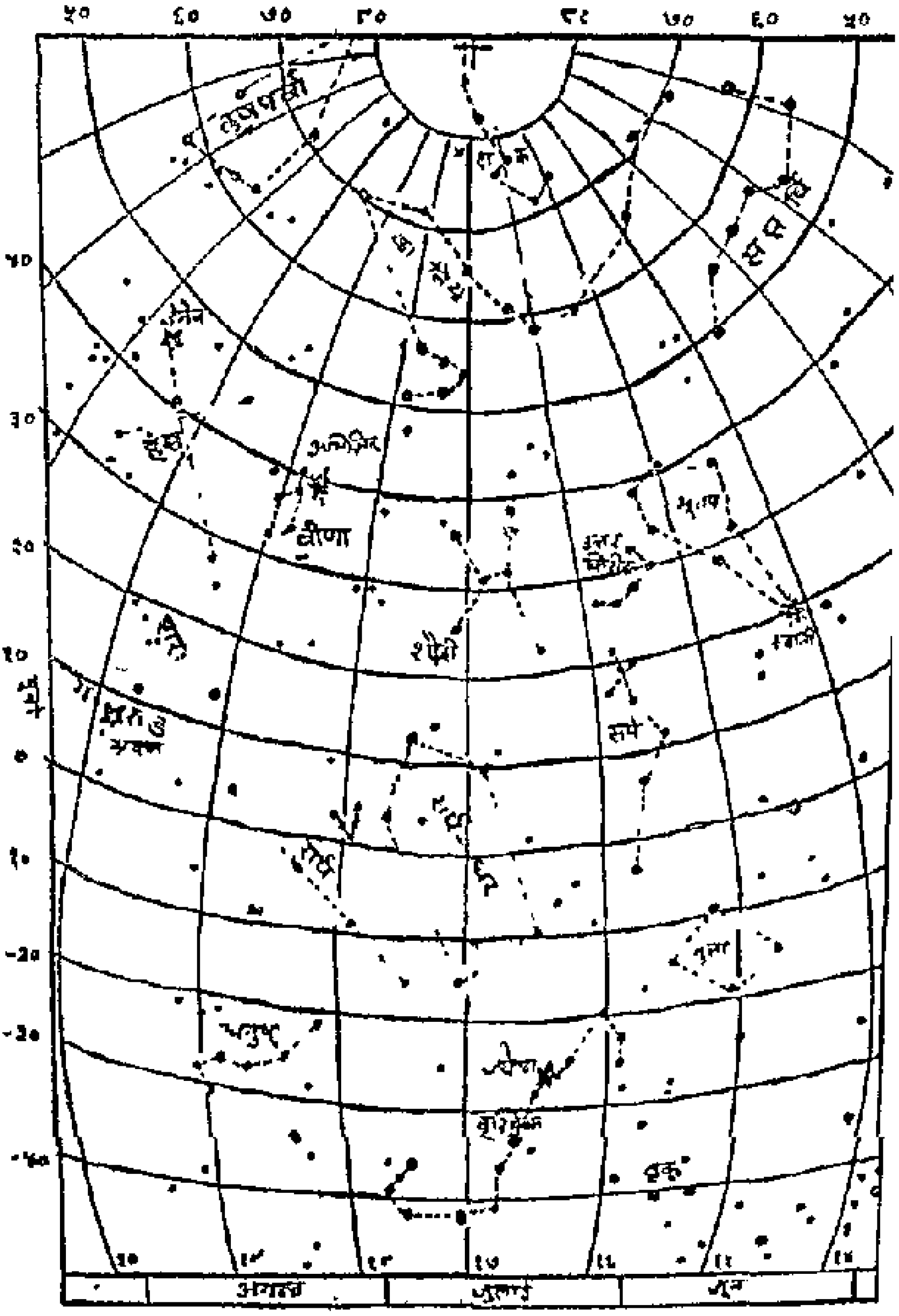
सूचिकाप्रतिकूलदिशायां होराद्वयस्थानेन भ्रामय। अष्टमहोराकालिकयाम्योत्तररेखोपलब्धये मानचिन घटिकासूचिकानुकूलदिशायां होरैकस्थानाद् भ्रामय।

द्वितीय तृतीय चतुर्थ पञ्चम-मानचित्रेषु नानर्तुषु दृष्टानां नक्षत्राणां स्थानानि दत्तानि। ऋत्वनुकूलमानचित्रं गृहीत्वा मासानुसारं (दिनाङ्कानुसारं नैराशिकेन) होरावृत्तं पश्य। दिनाङ्क श्रोतहोरावृत्त वर्द्धनिकां नवमहोराकालिकयाम्योत्तररेखां प्रकटयति। विभिन्नहोराकालिकवेधनाय पूर्ववद् मानचित्रं भ्रामय।

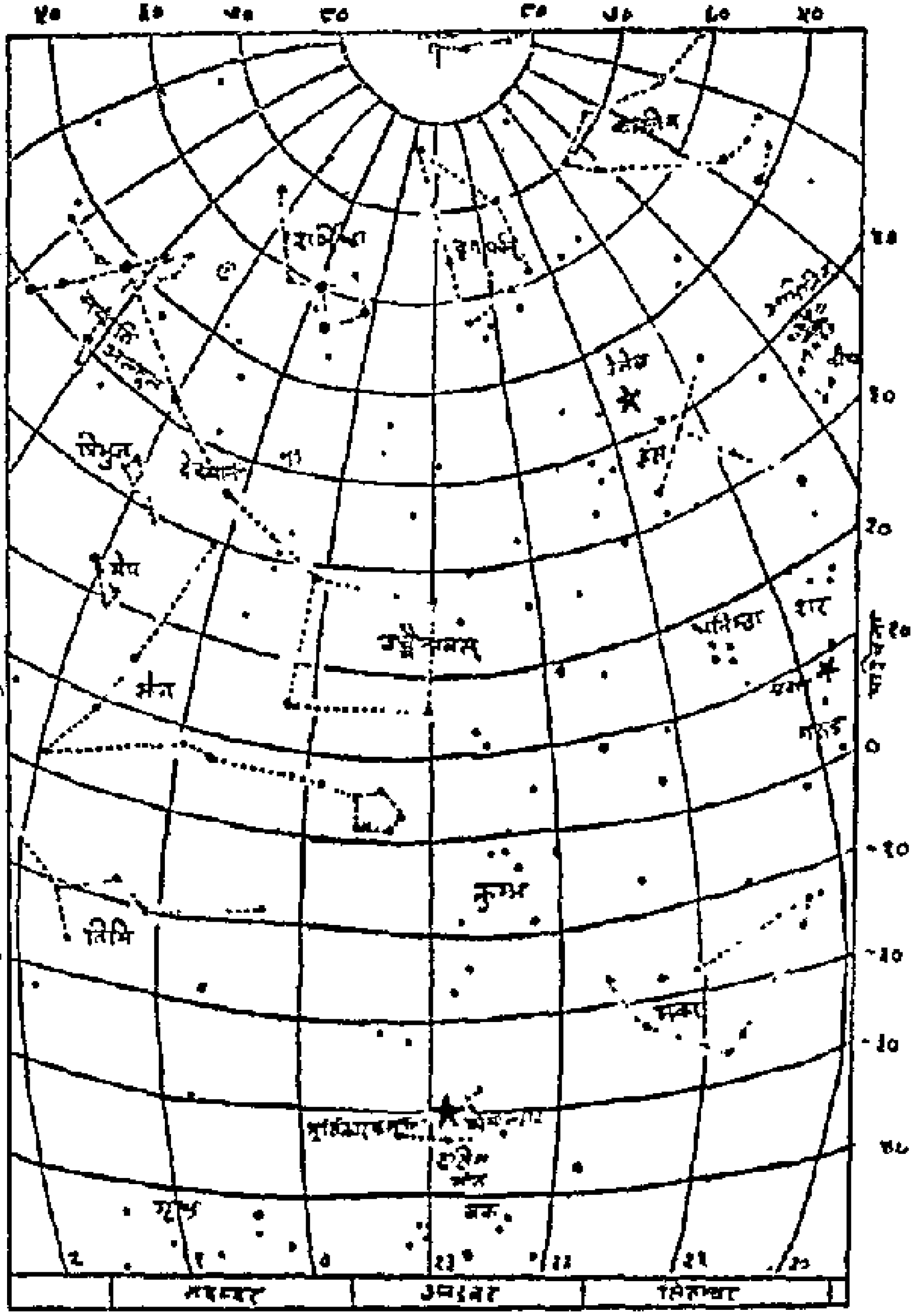


चित्र ८।

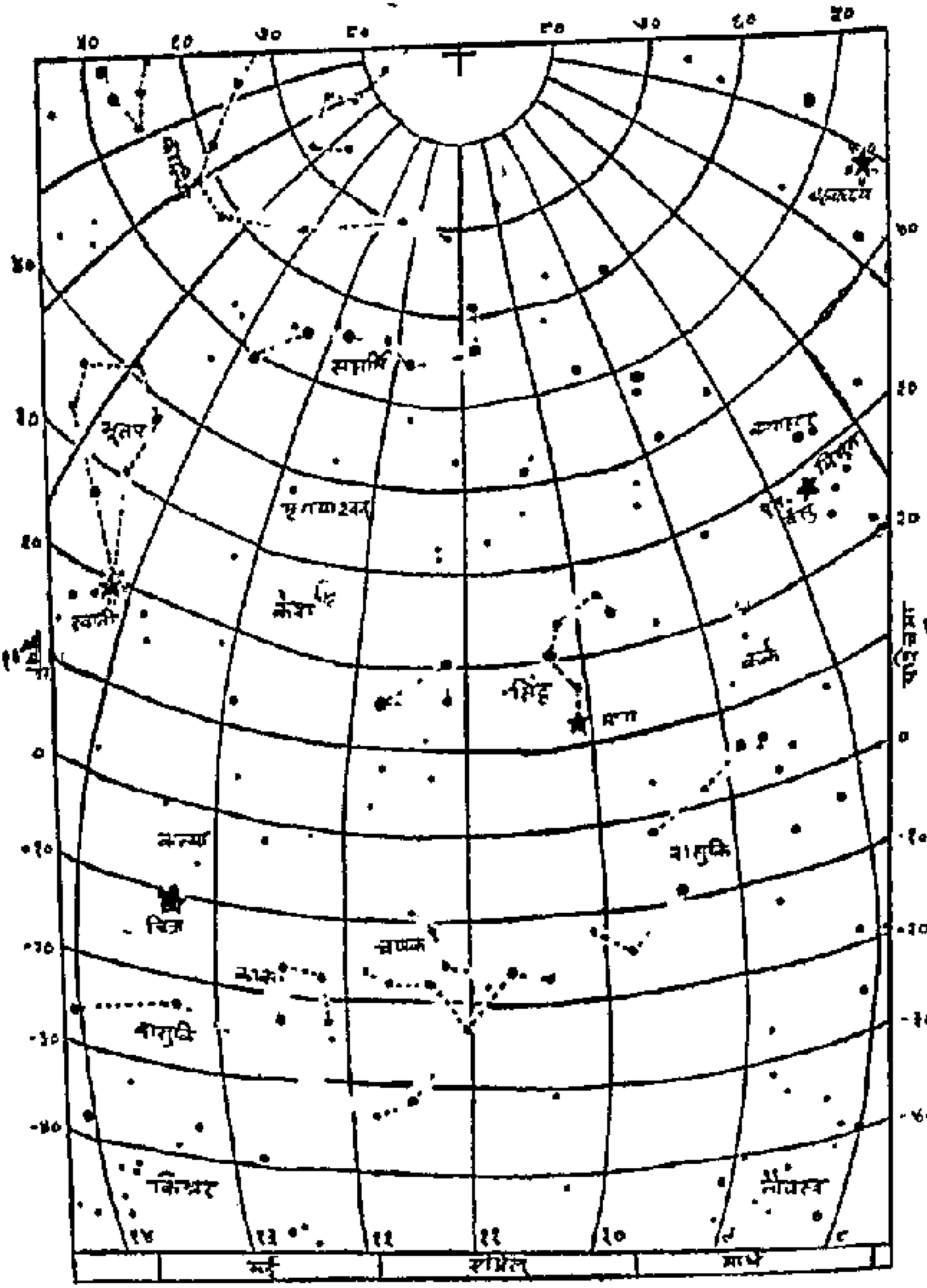
उत्तरार्धे सर्वेषां दिनानां नक्षत्राणि

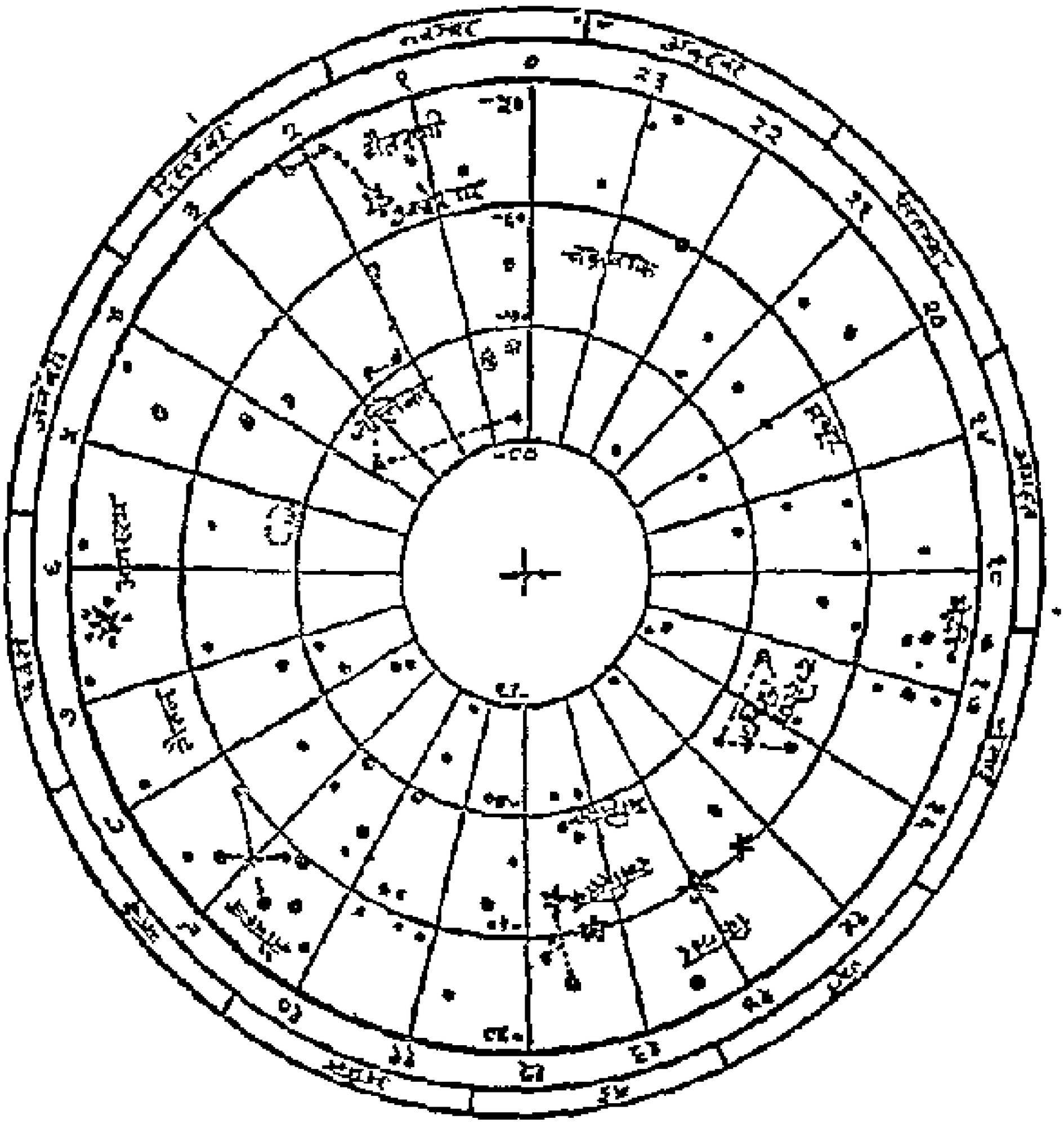


गोधूलिकालीनतारामण्डलम्



द्रेक्काणीयनक्षत्रमण्डलम्


६०
५०
४०
३०
२०
१०
०
-१०
-२०
-३०
-४०
-५०
-६०
ध्रुवतारा
सप्तर्षि
ध्रुव
बृहदृश्व
कैवा
हवाती
सिंह
मघा
कन्या
चित्रा
वायुकि
वृश्चिक
धनुः
मकर
कुम्भ
मीन
मेष
वृष
मिथुन
कर्क
सिंह
कन्या
तुला



दक्षिणार्धे सर्वदोदितनक्षत्राणि

१०.५ राशिचक्रम्

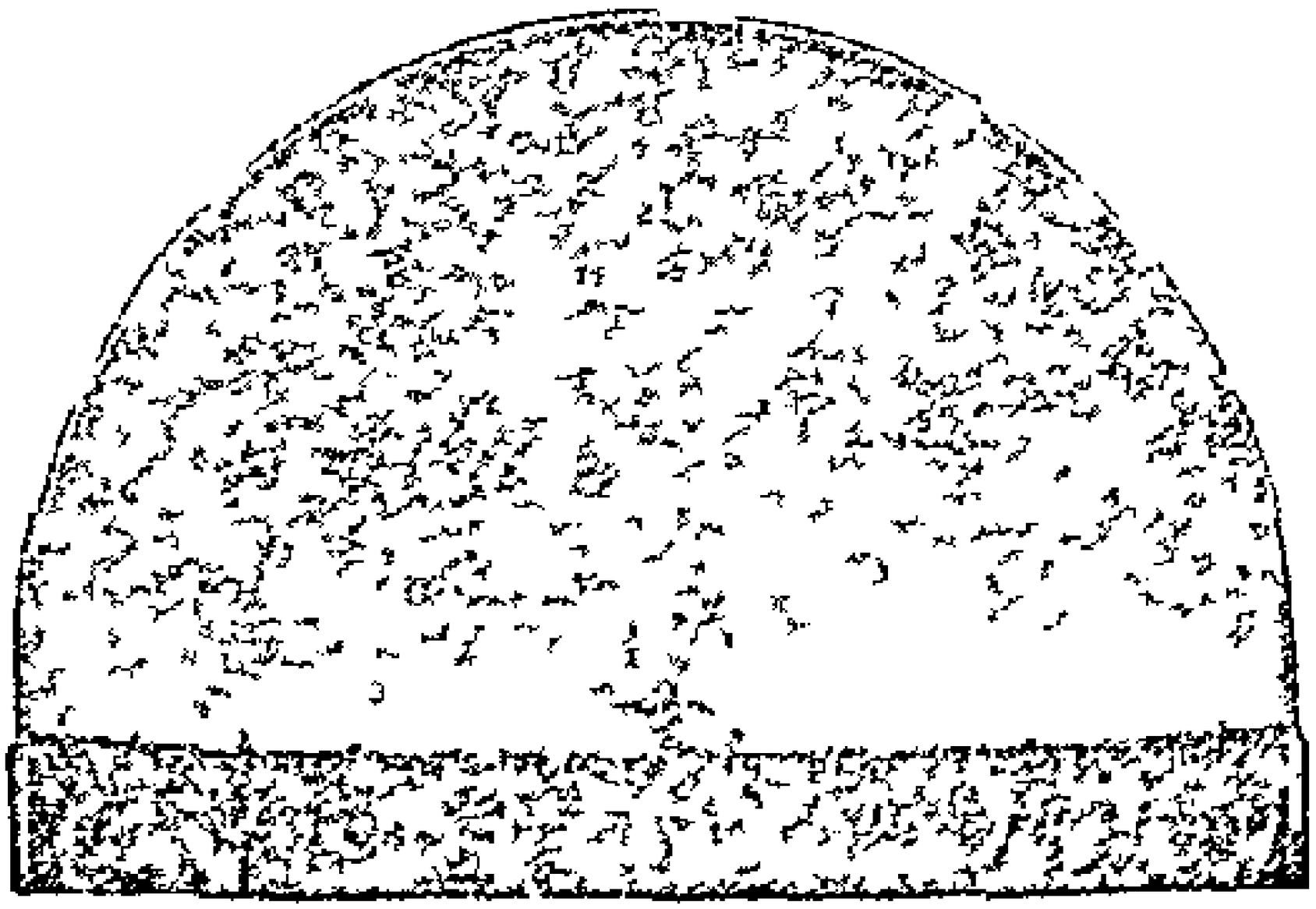
पूर्वानुच्छेदेषु नक्षत्रमण्डलानि वर्णितानि। अधुना महाविश्वस्यान्यद् विमण्डलं वर्ण्यते। सूर्यचन्द्रादयः खगोलस्य स्वभ्रमणेषु सदृशानि स्थानानि नातिक्रामन्ति। सूर्यः केवलं क्रान्तिवृत्ते भ्रमति। अन्ये च ग्रहाः केवलं क्रान्तिवृत्तमुपर्यधो वाष्टाशद्भागान्तरे भ्रमन्ति। अत एव ग्रहाणां स्थितिं ज्ञातुं नक्षत्रकक्षा ८८-नक्षत्रमण्डलानां ज्ञातव्या। केवलं १६-अंशव्यापिनेत्यलं पर्याप्ता। अत एव पुराकाले द्वादशराशीनां प्रयोगो दृश्यते।

१६—अंशव्यापिमेखलं राशिचक्रं कथ्यते। तस्य मध्ये क्रान्तिवृत्तं वर्तते। अस्य मेखलाया द्वादश विभागा ज्योतिर्विद्भिः कृता। तेषां नामानि मेषादयः सन्ति। अधो दीयते राशीनां नामानि[1]—

	लैटिन नाम	आंग्ल नाम	संस्कृत-नाम
१	Aries	Ram	मेष
२	Taurus	Bull	वृष
३	Gemini	Twins	मिथुनम्
४.	Cancer	Crab	कर्क
५.	Leo	Lion	सिंह
६.	Virgo	Virgin	कन्या
७	Libra	Scale	तुला
८	Scorpio	Scorpion	वृश्चिक
९	Sagittarius	Archer	धनु
१०	Capricornus	Goat	मकर
११	Aquarius	Water Bears	कुम्भ
१२	Pisces	Fish	मीन

१० ६ कृत्रिमनाक्षत्रमण्डलगृहम्

नक्षत्राणां स्थानबोधो मानचित्रेण सामान्यतया भिद्यते। वस्तुतस्तानि भिन्नभिन्नदेशीयैरपि



कृत्रिमनक्षत्रमण्डलगृहम्

---

१ राशीनामभिज्ञा सर्वे भारतीयपण्डिता, अत्र पुनर्विस्तरभयेन तेषां विवरणं नृतम्।

शानं सुलभं भवति। परन्तु कृत्रिमतारामण्डलगृहे कृत्रिमनक्षत्राणि कृत्रिमग्रहादयश्च कृत्रिमाकाशे चलन्ति, अत एव तत्र तेषां दर्शनेन ज्ञान सरलतया भवति।

कृत्रिमतारामण्डलगृह गोलार्धाकारं गृहमेव। भूतले दर्शकास्तिष्ठन्ति, तेषामुपरि गोलार्धाकार आकाशो वर्तते। एको यन्त्रविशेषो मध्ये स्थाप्यते। यन्त्रविशेषे विविधस्थानेषु छिद्राणि सन्ति, येभ्यो निर्गताः प्रकाशकिरणा अन्धकारपूर्णनभसि प्रकाशबिन्दून् सृजन्ति। यन्त्रविशेषः स्वस्थाने भ्रमत्यपि। एवमन्धकारपूर्णनभसि चलन्तः प्रकाशबिन्दवो दृश्यन्ते। ते बिन्दवः सूर्यचन्द्रादीन् प्रदर्शयन्ति। २१० पृष्ठे द्रष्टव्य फोटोचित्रम्।[1]

विशेषद्रष्टव्यानि

अस्माकं ज्यौतिषशास्त्रे नक्षत्रमण्डलानि नक्षत्रनाम्ना प्रसिद्धानि। पाश्चात्यानामाकाशस्य ४८-संख्याकनक्षत्रमण्डलेषु ८८-सङ्ख्याकनक्षत्रमण्डलेषु वा विभाजनमवैज्ञानिकं प्रतीयते तद् ऐच्छिकमस्ति। नक्षत्रमण्डलानां नामानि कल्पनाप्रसूतानि। परं नैवमस्माकं ज्यौतिषशास्त्रे। अस्माकं नक्षत्राणां नामानि योगतारानामानुसारीणि। अत एव प्रतीयते यत् पूर्वं तैर्ज्यौतिर्विद्भिर्वेधेन योगतारणां भोगांशादीन् विज्ञाय, तत्समीपवर्तिक्षेत्राणां योगतारानामानुसार नामानि कृतानि।

आकाशस्येद २७-नक्षत्रेषु विभाजनं पूर्णतया भारतीयानां कृतिः। वेदेषु नक्षत्राणां निम्ननामानि दृश्यन्ते—

कृत्तिका, रोहिणी, मृगशीर्षम् (इन्वका), आर्द्रा (बाहू), पुनर्वसुः, तिष्यः, आश्लेषा, मघा, फल्गुनी, (पूर्वा), फल्गुनी (उत्तरा), हस्तः, चित्रा, स्वाती, (निऋता), विशाखा, अनुराधा, (रोहिणी) ज्येष्ठा, मूलः (चित्रती, मूलवर्हणी), अषाढा (पूर्वा०), अषाढा (उत्तरा०), अभिजित्, श्रोणा, श्रविष्ठा, शतभिषक्, प्रोष्ठपदा, रेवती, अश्वयुज्, अपभरणी।

इद २७-नक्षत्रेषु विभाजनं चन्द्रकक्षासमीपवर्तिवृत्ताकाशस्यैव विभाजनम्। सूर्यमार्गस्तु १२-भागेषु (राशिनाम्ना प्रसिद्धेषु) विभाजितस्तैः।

---

१. अचिरा पूर्वं देहलीनगरे यन्त्रादिद्रव-उद्योग एतस्मिन्नामेकं कृत्रिमतारामण्डल-गृहमासीत्।

एकादशोऽध्यायः

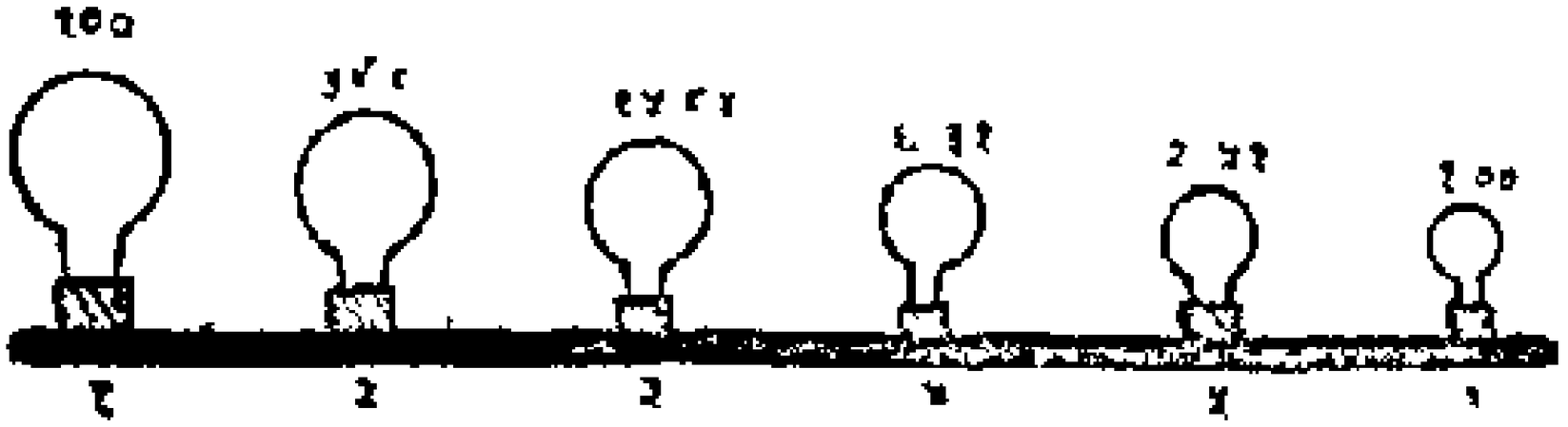
नक्षत्रम्

[कथं नक्षत्राणि भास्वन्ति ? कुत्र च तेषां स्थितिः ? किं तान्यचलानि ? किं वैषां स्वरूपम् ? इत्यादीन्यत्र व्याख्यायन्ते ।]

११.१ नक्षत्राणां भास्वरत्वकोटिः

नक्षत्राणां भास्वरत्वमूल्यवर्गीकरणाय प्राचीनानामर्वाचीनानां च सर्वेषां ज्योतिर्विदां स्वाभाविकः प्रयासः, यतो नक्षत्राणां भास्वरत्वविषये वैभिन्न्यं प्रत्यक्षमेव—कानिचन नक्षत्राणि भासुराणि दृश्यन्ते, कानिचन च धूमिलानि । यूरोपे सर्वप्रथमं प्राचीनकाले 'टालेमी' महोदयेन चाक्षुषनक्षत्राणां (यानि नक्षत्राणि, दूरदर्शकयन्त्रेण विना, नेत्राभ्यामेव दृष्टिगोचरतां यान्ति, तानि चाक्षुषनक्षत्राणि प्रोच्यन्ते) षट्कोट्यो निर्धारिताः । प्रथमकोट्यां पञ्चदशसंख्याकानि सर्वाधिकं भासुराणि नक्षत्राणि स्थापितानि, द्वितीयकोट्यां प्रथमकोटिनक्षत्रेभ्यः किञ्चिद् धूमिलानि पञ्चाशत्नक्षत्राणि स्थापितानि, एवमुत्तरोत्तरधूमिलत्वक्रमेण प्रथमकोटिं षष्ठकोटिं मध्यवर्तिकोटिषु नक्षत्राणि स्थापयता तेन षष्ठकोट्यां तानि सर्वाधिकधूमिलनक्षत्राणि स्थापितानि यानि तीक्ष्णदृष्टिभिरेवचन्द्ररहितनिशायां विना दूरदर्शकयन्त्रेण दृष्टिगोचरतामुपयान्ति । सप्तमकोट्किानां नक्षत्राणामीक्षणं न शक्यं विना दूरदर्शकयन्त्रेण ।

नक्षत्राणां 'टालेमी'निश्चितकोटिषु स्थापनं बहुकालपर्यन्तमुररीकृतं ज्योतिर्विद्भिः, परन्तु खिस्तीयोनविंशतिशतककालिकज्योतिर्विद्भिरवगतं यदिदं वर्गीकरणमतिस्थूलमेव । अत्र चाक्षुषनक्षत्राणां सूक्ष्मतया स्थापनं दूरदर्शकदृष्टनक्षत्राणां स्थापनं वाऽसम्भवमासीत् । अत एव सूक्ष्मतया



[चित्रे षड् विद्युद्दीपाः, प्रथमस्य दीप्तिः शतमिता, षष्ठस्य दीप्तिरेकमिता, मध्यवर्तिनां विद्युद्दीपानां ३१·८,१५·८५,६·३१,२·५१ मिता दीप्तिः । एवमेव नक्षत्राणां भास्वरत्वम् ।]

कोटिनिर्णयप्रसङ्गे समागतो ज्योतिर्विदां क्रमश्च महत्त्वपूर्णोऽयं प्रश्नः—प्रथमकोटिकानां द्वितीयकोटिकानां नक्षत्राणां मध्ये भास्वरत्वविषये कीदृशः सम्बन्धः ? इति । प्रारम्भे प्रश्नस्यास्योत्तरं दातुं तेऽसमर्थाः आसन्, परन्तु खिस्ताब्दे १८५६-तमे 'पाग्सन' महोदयो मनोवैज्ञानिकगुरुमपरी-

क्षगसाहाय्येन समर्थोऽभवत्। तेन हर्शं यत् प्रथमकोटिकनक्षत्राणि षष्ठकोटिकनक्षत्रापेक्षया शतगुण-भासुराणि। 'हर्शल'महोदयेन पूर्वमेव १८३०-तमे खिस्ताब्दे व्याख्यातमासीद् यद् यदि कोटि-संख्याः समान्तरश्रेण्या वर्धन्ते, तर्हि भास्वरत्व गुणोत्तरश्रेण्या वर्धते। एव प्रथमकोटिकाना षष्ठकोटि-केभ्यः शतगुणभास्वरत्वाद्, भास्वरत्वस्य च गुणोत्तरश्रेण्या स्थितत्वात्, प्रथमकोटिकाना द्वितीयकोटिकाना नक्षत्राणा मध्ये भास्वरत्वविषये सम्बन्धो ज्ञायते। प्रथमकोटिकानि षष्ठकोटिकेभ्य पञ्चाधिककोटिकानि, पञ्चकोट्यन्तरेषु च शतगुणभास्वरत्वम्, अत एव

एकस्मिन् कोट्यन्तरे ५√१०० = २.५१२ गुणक भास्वरत्वम्।

प्रथमकोटिकानि नक्षत्राणि प्रायो विंशतिसंख्याकानि, परन्तु न तेषा समभास्वरत्वम्—कस्यचिद् भास्वरत्वमधिकं कस्यचिच्च किञ्चिन्न्यूनम्। अत एव प्रमाणदण्डोऽत्रय निश्चेतव्य इति विचार्य ज्योतिर्विद्भिः सर्वसम्मत्या वृषराशिस्थं रोहिणीनक्षत्र कुम्भराशिस्थ श्रवणनक्षत्र वादर्श प्रथमकोटिकनक्षत्र गणितम्।

११.११ शून्यकोटिः, ऋणकोटयश्च

यथा द्वितीयकोटिकनक्षत्रभास्वरत्वस्य २.५१२-गुणकभास्वरत्वं प्रथमकोटिकनक्षत्रस्य, तथैव प्रथमकोटिकनक्षत्रभास्वरत्वस्य २.५१२-गुणकभास्वरत्वस्य शून्यकोटिकनक्षत्रस्य मन्यते। अर्थाद् यदि कस्यचिन्नक्षत्रस्य भास्वरत्व प्रथमकोटिकादर्शनक्षत्रभास्वरत्वस्य २.५१२-गुणकशून्यकोटि भास्वरत्ववतो नक्षत्रस्य ऋणैककोटिर्निर्धारयितव्या। एव २-कोटिः-३-कोटिरित्यादिकोट्य-कल्प्यन्ते। ध्रुवकनक्षत्रमुल्लङ्घ्यतमं नक्षत्र तस्य कोटिश्च १.६ मिता।

११.१२ षष्ठाधिका कोटिः

तानि नक्षत्राणि यानि दूरदर्शकयन्त्रेण विना तीव्रदृष्टिभिर्नरैश्चन्द्रहीननिशायामीक्ष्यन्ते षष्ठ कोटिकानीति पूर्वं व्याख्यातम्, परन्तु सन्त्यनेकानि नक्षत्राणि यानि न दृश्यन्ते नेत्राभ्याम्। ईदृशानि बहुसंख्यायां दूरदर्शकयन्त्रेण नेत्रगोचरता भजन्ते। एतानि दूरदर्शनीयनक्षत्राणि कथ्यन्ते। परन्तु दूरदर्शनीयनक्षत्राण्यपि भास्वरत्वविषये विभिन्नानि, तेषाञ्चाप्युत्तरोत्तरधूमिलत्वक्रमेण सप्तमाष्टमादि-कोट्यो गण्यन्ते। एतेषा कानिचनातिस्पष्टानि चक्षुस्थालेन नेत्राभ्यामेवावलोक्यन्ते, कानिचन च दूरदर्शनिहित'कैमरा'यन्त्रगृहीतकोट्योचित एव लक्ष्यन्ते। यतो नेत्रनाडिकयोर्भास्वरत्वप्रभाव क्षणिक-, परन्तु फोटोस्लके दीर्घकालीनोद्घाटनेन दीर्घकालपर्यन्तं नक्षत्रप्रकाशः पतति, अतिभूमि स्थानि नक्षत्राण्यपि प्रकाशता यान्ति (विस्तरेण व्याख्यातमिद ६९.७५ तमे)। अत एवीय दूरदर्शकयन्त्रेण +२१.५-कोटिकनक्षत्राण्यपि भाष्यन्ते, २००-इञ्चीयदूरदर्शकयन्त्रेण +२२.५-कोटिकनक्षत्राण्यपि[1] दृश्यन्ते।

११-१३ सूर्यचन्द्रशुक्राणां कोटिः

सूर्यस्य भास्वरत्वकोटिः २६.७२ मिता, अर्थात् प्रथमकोटिकनक्षत्रभास्वरत्वापेक्षया १,२२,१८,००,००,०००-गुणकमस्य भास्वरत्वम्। चन्द्रस्य कोटिः १२.६ अर्थात् २,५१,२००

---

१. २२.५ कोटिकनक्षत्राणां धूमिलत्वक्रमेणं सारलतया बोध्यते—यदि ३१,८१,४८,००० संख्याकानि २२.५ कोटिकनक्षत्राणि मिलित्वैक पिण्डो भवेत्तर्हि स पिण्डः प्रथमकोटिकनक्षत्रपुञ्जो भास्वरत्वविषये भवेत्।

प्रथमकोटिकनक्षत्राणां समूहस्चन्द्रतुल्यो भवेत्। शुक्रस्य सर्वाधिकौज्ज्वल्यकाले प्रायः ४.३ मिता कोटि.।

११ १४ सापेक्षिकभास्वरत्वनिश्चय

यदीष्टनक्षत्रस्य कोटिः को$_1$, उपमेयनक्षत्रस्य कोटि. को$_2$, तयोर्भास्वरत्वञ्च क्रमेण भा$_1$, भा$_2$, तर्हि तेषां सापेक्षिकभास्वरत्वमनेन सूत्रेण ज्ञायते—

$$\text{सापेक्षिकभास्वरत्वम्} \frac{\text{भा}_1}{\text{भा}_2} = २\cdot५१२^{(\text{को}_2-\text{को}_1)}$$

अथवा लघुगणक $\frac{\text{भा}_1}{\text{भा}_2} = ०\cdot४\,(\text{को}_2-\text{को}_1)$

उदाहरणम्—शुक्रस्य कोटिः −४·३ मिता। तस्य प्रथमकोटिनक्षत्रापेक्षया भास्वरत्वं गण्यम्।

$$\frac{\text{भा शुक्रस्य}}{\text{भा प्रथमकोटिनक्षत्रस्य}} = २\cdot५१२^{\{०-(-४\cdot३)\}}$$

$$= २\cdot५१२^{१+४\cdot३} = २\cdot५१२^{५\cdot३} = १३२$$

अर्थात् शुक्रस्य भास्वरत्वं = १३२ गुणकप्रथमकोटिकनक्षत्रभास्वरत्वम्। एवं शुक्रः १३२-प्रथमकोटिकनक्षत्राणां समूहेन तुल्यः।

११ २ कोटिभेदाः, तन्निश्चयविधयश्च

अधिकांशे दूरदर्शकयन्त्रेण नेत्राभ्यामेव कोटिनिर्णयोऽक्रियत, परन्त्वधुना वेधशालायां फोटोविद्युत्कयन्त्रैः रश्मिविश्लेषकयन्त्रैरन्यैश्च सूक्ष्मगणनयन्त्रैरनेकेषामदृष्टपूर्वाणां नक्षत्राणां कोटि निश्चयः सूक्ष्मतया क्रियते। कोटिभेदा नैके, तथापि प्रमुखभेदास्तेषां विभिन्ना निश्चयविधय इहाधो दीयन्ते।

११ २१ (क) चाक्षुषकोटिः

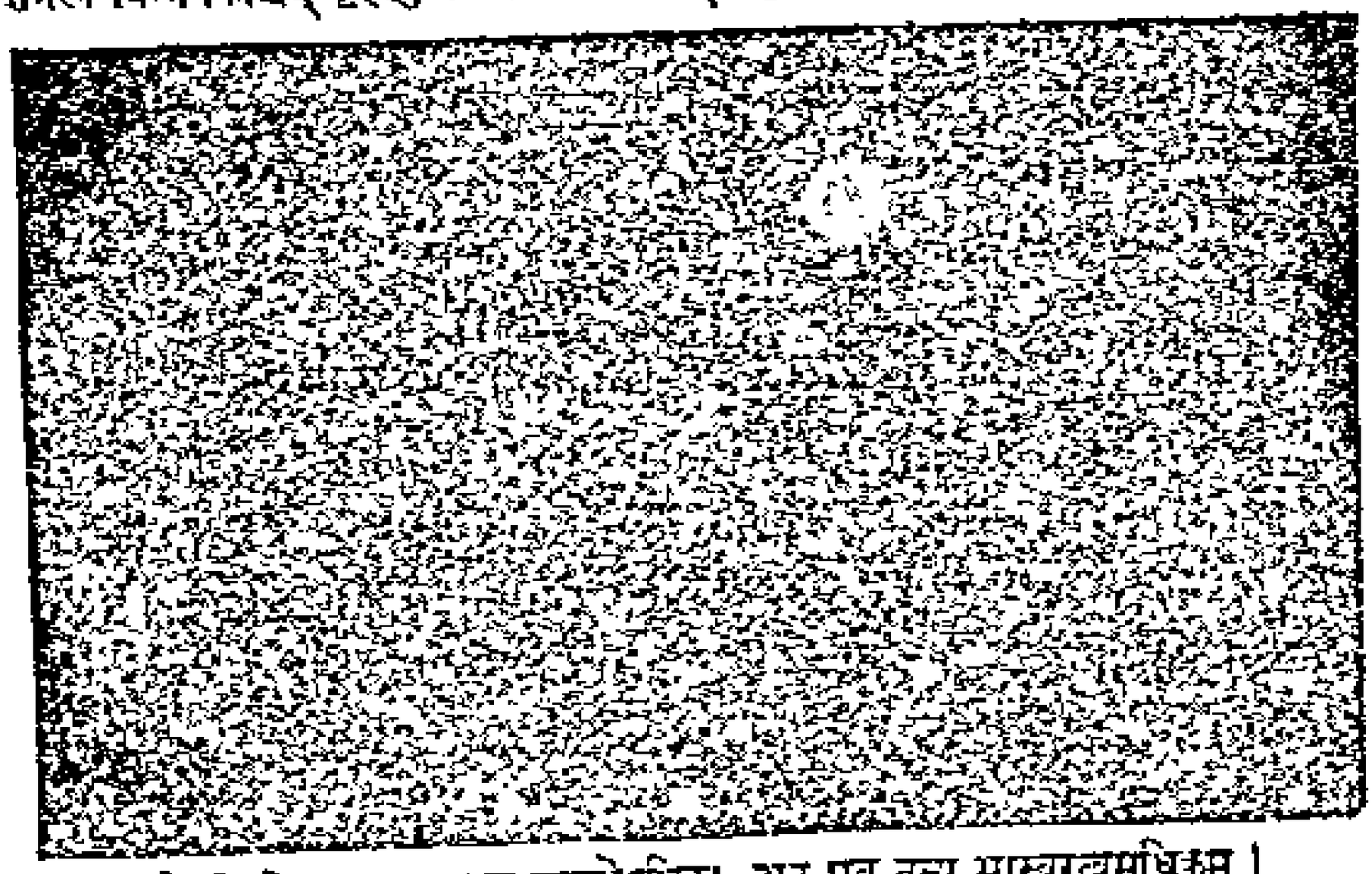
नेत्राभ्यामेव कोटिनिश्चयाकरणमत्यन्तमसुकरम्, परन्तु नक्षत्रद्वयस्य सापेक्षिकभास्वरत्व निर्धारणं सर्वथा सरलमेव। अत एव चाक्षुषकोटिः सापेक्षिकभास्वरत्व निर्धार्य निश्चीयते। अत्र द्वे पद्धती प्रसिद्धे—

(१) भुवनाक्षस्य प्रकाशाद्भयं एकस्मात् दर्पणात् परावृत्य तस्मिन्नेव दूरदर्शकदृग्क्षेत्र आपतन्ति यस्मिन्निर्दिष्टनक्षत्रकिरणाः पतन्ति। एतेन सूक्ष्मयन्त्रेण भुवनक्षस्य प्रकाशकिरणानामपि तनमात्रा तावन्न्यूना क्रियते यावद् भुवनक्षस्य भास्वरत्वमिष्टनक्षत्रभास्वरत्वतुल्यं भवति। सूक्ष्मयन्त्रे ('फोटोमीटर'नामयन्त्रे) सूक्ष्मगणनसाधनानि विद्यन्ते, यैर्भुवनक्षस्येष्टनक्षत्रे वा भास्वरत्वगुणकं निश्चीयते। भास्वरत्वगुणकोपलब्धौ कोटिनिश्चयः सुकरः।

(२) भुवनक्षस्य कदाचिदनुपलब्धत्वात् (यथा दक्षिणगोलार्धे) दुर्लभत्वाच्च (यथा मेषवृषराश्योः) इष्टनक्षत्रकोटिनिश्चये तद्वाधापतन्ति, अत एव तद्बाधापरिहारार्थं ज्योतिर्विद्भिर्भुवनक्षभास्वरत्वतुल्यभास्वरत्वयुक् कृत्रिमप्रकाशो रचितः। अनेन कृत्रिमप्रकाशेन लभ्यते इष्टनक्षभास्वरत्वम्।

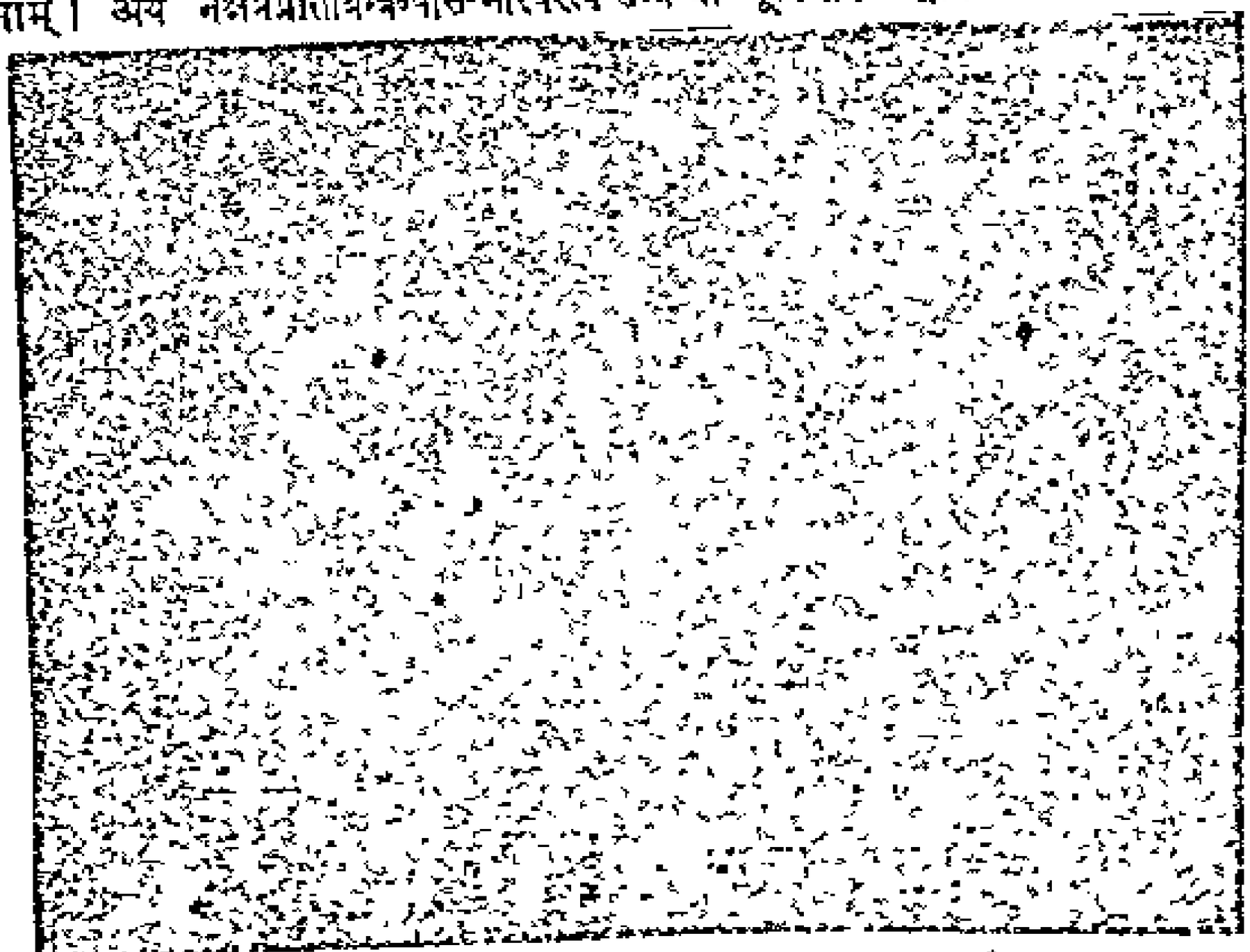
११.२२ (ख) फोटोचित्रयकोटिः

यदि कस्यचिदाकाशखण्डस्य फोटोचित्रमालिख्यते, फोटोचित्रञ्च परीक्ष्यते तर्हि तत्र कस्यचित्रक्षत्रस्य बिम्बं किञ्चिद् बृहत्, कस्यचिच्च किञ्चिद् लघु दृश्यते । (द्रष्टव्यमत्र फोटोचित्रम्)—



अत्रोपरि स्थितस्य नक्षत्रस्य भागोऽधिकः, अत एव तस्य भास्वरत्वमधिकम् ।

इदं सुव्यक्तमेव यद् बृहती छायातिभासुराणां भानाम्, लघ्वी च छायाल्पभासुराणां भानाम् । अयं नक्षत्रप्रतिबिम्बन्यास-भास्वरत्व-सम्बन्धो मूलाधारः सूक्ष्मफोटोविषयककोटिनिर्णयानाम् ।



रत्नशोधनयन्त्रयुक्तकैमरागृहीतचित्रम् नोल्यशोधनयन्त्रयुक्तकैमरागृहीतचित्रम्

§ ११.२२१ द्रष्टव्यम्

यस्य। परन्त्वनेद स्मर्तव्यं यत् फोटोफलक वस्तूना विभिन्नान् वर्णान् समरूपेण न गृह्णाति। नीलवर्णः फोटोफलक शिघ्र प्रभावितं करोति, तस्य प्रतिबिम्बञ्च गाढ दीर्घञ्च भवति, रक्तवर्णश्च फोटोफलकं विलम्बेन प्रभावित करोति, तस्य प्रतिबिम्बञ्च तावन्मानेन गाढ दीर्घञ्च न भवति। अत एव नीलवर्णाना नक्षत्राणा प्रतिबिम्बव्यासस्तत्समभासुररक्तवर्णनक्षत्राणा प्रतिबिम्बव्यासात् सर्वथा फोटोफलके आयतो दृश्यते, अर्थान्नीलवर्णनक्षत्राणा कोटिस्तत्समभासुररक्तवर्णनक्षत्रकोट्य पेक्षया न्यूना[1] प्रतीयते।

पद्धतिः

यत्रैकस्मिन्नेव फोटोफलके समकालिकोद्गाटन प्रदायैकस्य नक्षत्रस्य द्वे फोटोचित्रे गृह्येते। प्रथमचित्रग्रहणे फोटोयन्त्रमुहूर्त पूर्णं विवृतम्, द्वितीयचित्रग्रहणे फोटोयन्त्रमुहूर्त स्तै अशमित विवृतम्, तर्हि द्वितीयचित्रगतप्रतिबिम्बव्यासेन गणिता फोटोविषयककोटि. प्रथमचित्रगतप्रतिबिम्बव्यास-गणितकोट्यपेक्षया स्वेकमितात्पा। अनेन सिद्धान्तेनोपमेयनक्षत्रस्य तुलनायामिष्टनक्षत्रस्य कोट्यन्तर निश्चीयते। ततो वास्तविकी फोटोविषयककोटिर्गण्यते। अत्र प्रमाणदण्डरूप लुब्धकनक्षत्रस्य भास्वरत्वम्। तच्च ज्योतिर्विद्भिः सर्वसम्मत्या—१·६ मित गृहीतम्, अर्थाद् लुब्धकस्य फोटो विषयककोटिश्चाक्षुषकोटिसमैव।

तुलनासौकर्याय ज्योतिर्विद्भि. केषाञ्चिन्नक्षत्राणा फोटोविषयककोटि. सूक्ष्मगणनया सुनिश्चिता। यतो ध्रुवनक्षत्र ध्रुवस्यासन्नवर्तीनि नक्षत्राणि च प्रायेण सर्वत्र (उत्तरीयगोलार्धे) सर्वदा दृश्यन्ते। अत एव ध्रुवादशद्वयान्तर्वर्तिना ९६ सख्याकाना नक्षत्राणा कोटयो निर्विवाद रूपेण निश्चिता.। अत्र प्रथमकोटिवादारभ्य विंशतिकोटिपर्यन्त नक्षत्राणि वर्तन्ते। तैस्तुलना विधाय भास्वरत्वतारतम्यफोटोविषयककोटिर्निश्चीयते। अत्र ९६ नक्षत्राणा समूहो 'ध्रुवश्रेणी'नाम्ना प्रसिद्धः।

११·२३ (ग) फोटोचाक्षुषकोटिः

पूर्वानुच्छेदे व्याख्यात यत् फोटोफलक नक्षत्रभास्वरत्वेन समरूपेण प्रभावित न भवति। तस्य नीलवर्णग्राहकताऽधिका, रक्तवर्णग्राहकता चाल्पा। अत एव फोटोविषयककोटिश्चाक्षुषकोटे र्भिन्ना। परन्तु फोटोफलकमपि नेत्रतारकमिव वर्णग्राहि भवेदिति व्यवहारसौकर्याय ज्योतिर्विदो चिराकाङ्क्षा, सा चाधुना विशेषप्रकाशशोधनयन्त्रसम्पादविस्तरेण सरला। फोटोयन्त्रमुखे विशेषप्रकाश शोधनयन्त्र स्थाप्यते। प्रकाशशोधनयन्त्रमेव रच्यते यत्तेन शुद्धानां किरणाना प्रभावो फोटोफलके नेत्रतारकयोरिव। अत एव फोटोफलकापतितकिरणा नेत्रदृष्टप्रतिबिम्बसम प्रतिबिम्ब रचयन्ति। एव निश्चिता कोटिः फोटो चाक्षुषकोटिः प्रोच्यते।

११.२३१ वर्णसूचकम्

पूर्वं स्पष्टीकृत यत् प्रकाशशोधनयन्त्ररहितफोटोयन्त्रेण समभासुराणामपि नक्षत्राणां विभिन्नवर्णत्वाद् विभिन्ना फोटोफलके छाया, परन्तु वर्णते भिन्नतायामपि नियम। फोटो

---

1. यथा यथा भास्वरत्वमधिकं तथा तथा नक्षत्रकोटिरल्पा स्यात्।

विषयककोटि-चाक्षुषकोटिमध्य उपलभ्यते नियमविशेषः । फोटोविषयककोटि-चाक्षुषकोट्यन्तर नक्षत्रस्य वर्णापेक्षि । इदमन्तर नक्षत्रस्य वर्णसूचक कथ्यते । अर्थात्—

फोटोविषयककोटिः—चाक्षुषकोटिः = वर्णसूचक यदि कस्यचन नक्षत्रस्य रक्तवर्णकस्य चाक्षुषकोटिः (फोटोचाक्षुषकोटिर्वा) + ४.० मिता, निश्चयतस्तस्य फोटोविषयककोटी रक्तवर्णत्वात् किञ्चिदधिका, यथा + ५.५ मिता, तर्हि वर्णसूचकं + १.५ मितम् । एवमेव यदि कस्यचिन्नीलवर्णकस्य नक्षत्रस्य चाक्षुषकोटिः + ४.८ मिता, फोटोविषयककोटिश्च + ४.९ मिता, तर्हि तस्य वर्णसूचकं −०.१ मितम् । यथा यथा नक्षत्रस्य वर्णोऽधिकाधिक रक्ततया तथा वर्णसूचकं धनदिशाया वर्धते, यथा यथा तस्य वर्ण उत्तरोत्तर नीलतया तथा ऋणदिशाया वर्णसूचक वर्धते ।

पूर्वानुच्छेदे (§ ११.२३ तमे) व्यक्त यद् लुब्धकस्य फोटोविषयककोटिश्चाक्षुषकोटिसम १.६ मिता, अत एव लुब्धकस्य वर्णसूचक शून्यमितम् । ऋणदिशाया वर्णसूचक −०.२ पर्यन्तम्, धनदिशायाश्च वर्णसूचक + २ पर्यन्तम् (अतिधूमिलनक्षत्राणाञ्च + १४ पर्यन्तम्) ।

व्यवहारे वर्णसूचकमचिरेणेष्टनक्षत्रस्य विभिन्नवर्णग्राहिफलकपतितबिम्बस्य परीक्षणेन तुलनया च गण्यते । नीलवर्णग्राहिफलके रक्तवर्णग्राहिफलके चैकस्यैवाकाशक्षेत्रस्य द्वे फोटोचित्रे §-११.२२-तमे दत्ते ।

वर्णसूचकस्य ज्योतिर्भौतिकयारत्नेऽतिमहत्त्व वर्तते । वर्णसूचकेन वर्णच्छत्रीयवर्गः (§ ११.७०-तमे), तापक्रमश्च (§ ११.६२ तमे) ज्ञायेते ।

११.२४ (घ) फोटोविद्युत्कोटिः

भास्वरत्व फोटोविद्युत्पद्धत्यापि निश्चीयते, एव निश्चिता च कोटिः फोटोविद्युत्कोटिरुच्यते । यदा प्रकाशकिरणाः सोडियम-पोटेशियम रूबीडियमादिधातुषु पतन्ति, तदा भास्वन्तः पतितकिरणमात्रानुसार विद्युत्कणानुद्गिरन्ति—यदि किरणमात्राऽधिका तर्हि अधिकमानया विद्युत्कणा उद्गीर्यन्ते, यदि किरणमात्राऽल्पा तर्हि स्वल्पमानया विद्युत्कणा उद्गीर्यन्ते । अनात्यन्तसूक्ष्मग्राहिणा यन्त्रेण (द्रष्टव्यमत्रत्यं फोटोचित्रम्) उद्गीर्णविद्युत्कणा गण्यन्ते । सिद्धान्तोऽयं नक्षत्रभास्वरत्वविषयेऽपि प्रयुज्यते । इष्टनक्षत्रस्योपमेयनक्षत्रस्य च प्रकाशकिरणोद्गीर्णविद्युत्कणा गण्यन्ते, परस्पर भास्वरत्वतारतम्य च लभ्यते, यत्तारतम्य



फोटोमीटरं यन्त्रम्
[हार्वर्ड वेधशाला]

गणनासिद्धान्तश्चाक्षुपकोटिविषये फोगोविषयककोटिनिर्णये वा स्वीकृत स एवात्रोररीक्रियते, अर्थात् प्रथमकोटिनक्षत्रस्य भास्वरत्व षष्ठकोटिकनक्षत्रभास्वरत्वापेक्षया शतगुणकम्। यथा फोगो विद्युद्गृहीतप्रकाशरश्मयो नेत्रगृहीतप्रकाशरश्मिभ्यो नितान्त भिन्ना, अत एव न विद्यते कोऽपि स्फुटसम्बन्धो फोटोविद्युत्कोटि चाक्षुपकोटिमध्ये। अनया चाधुनिकतमया पद्धत्या पूर्वप्रचलिता फोटोपद्धति प्रायेणापाकृता। अनया च फोटोविद्युत्पद्धत्या सर्वाधिक सूक्ष्मतया भास्वरत्वतारतम्य मानमधिगम्यते, विकारिनक्षत्राणाञ्च भास्वरत्वतारतम्यविषये त्वियं पद्धतिरेव सफला।

११ ६५ (ङ) यथार्थकोटि

इत पूर्वमस्माभिर्या कोटिर्निर्धारिता सा प्रतीयमाना कोटिरेव। सा नक्षत्रस्य यथार्थभास्वरत्वकोटिं दूरत्वञ्चापेक्षते। लौकिकव्यवहारेऽपि दृष्टमेव सर्वैर्यद् यथार्थभास्वरत्व भास्वरत्व दूरत्व चापेक्षते। अर्थाद् यथा यथा भासुरपदार्थो दूरं गच्छति तथा तथा तस्य भास्वरत्व मन्द प्रतीयते, यथा यथा च स समीपमागच्छति तथा तथा तस्य भास्वरत्व तीव्र प्रतीयते। एकोऽतिभासुर, परन्त्वति दूरवर्तिपदार्थं एव न प्रकाशवान् स्याद् यथैकस्तदल्पभासुर किन्तु समीपवर्तिपदार्थं। अनेन नियमेन एक वस्तुतोऽतिभासुर नक्षत्र सुदूरवर्तित्वात्तथा न प्रकाशते यथान्यत्तदपेक्षया समीपवर्ति स्वल्पभासुर नक्षत्रम्। अत एव यथार्थभास्वरत्व प्रतीयमानभास्वरत्वाद् भिन्नम्।

यथार्थकोटिरेव निर्णीयते। यतो यथार्थकोटिर्दूरत्वापेक्षिणी, अत एव प्रमाणदूरत्वे प्रत्येक नक्षत्रस्य किंमात्रक प्रतीयमानभास्वरत्व स्यादिति निश्चित्य यथार्थकोटिनिश्चय शक्य। प्रमाणदूरत्वमिद दशपारसेकमितम्[1] उररीकृत सर्वै ज्योतिस्सूरिभि। अर्थादिष्टनक्षत्र निजयथार्थदूरत्व विहाय दशपारसेक (३२६ प्रकाशवर्ष)[2] दूरत्वे स्थित सद् यावन्मानक भास्वरत्व प्रकल्पेत्, या च तस्य प्रतीयमाना कोटिर्भवेत्, तत्तस्य यथार्थभास्वरत्वम्, सा च तस्य यथार्था कोटि।

उपरि व्यक्तमेव यथार्थभास्वरत्वकोटिर्यथार्थोज्ज्वल्य दूरत्व चापेक्षते। अत एव प्रतीयमान चाक्षुपकोटिं नक्षत्रदूरत्वञ्च विहाय यथार्थभास्वरत्वकोटिरधिगम्यते। अत्र निम्नसूत्र प्रयुज्यते—

$$\text{यथार्थचाक्षुपकोटि} = \text{चाक्षुपकोटि} + ५ + ५\ \text{लघुगणक}\left(\frac{१}{\text{दूरत्वम्}}\right)\ \text{पारसेकमाने।}$$

अथवा

$$\text{यथार्थचाक्षुपकोटि} = \text{चाक्षुपकोटि} + ५ + ५\ \text{लघुगणक}(\text{लम्बं})\ \text{पारसेकिण्डमाने}$$

एवमेव यथार्थकोटौ विषयककोटिर्लभ्यते।

उपरि दत्तविधिना सूर्यो योऽस्माक लोक प्रकाशयति नयति पञ्चमकोटिकनक्षत्रमिवातिधूमिल कृच्छ्रेण दृष्टिगोचरतां यास्यति, यत

$$[\text{सूर्यस्य यथार्थचाक्षुपकोटि} = -२६·७२ + ५ + ५\ \text{लघुगणक}\left(\frac{१}{२,०६,२६५}\right)$$

---

१ पारसेक प्रकाशवर्षादीनां मानमत्रैव द्रष्टव्यम्।

२ सूर्यस्य लम्बनं २,०६,२६५″ मन्यतेऽत्र।

$$= -२६·७२ + ५ + ५ \text{ लघुगणक } (२,०६,२६५)$$
$$= -२६·७२ + ५ + ५ \times ५·३१४$$
$$= -२६·७२ + ५ + २६·५७ = ४·८५]$$

११·२६ नक्षत्राणां सम्मिलितौज्ज्वल्यम्

समस्तनक्षत्राणां प्रकाशः १,४४० संख्याकयमकोटिकनक्षत्राणामौज्ज्वल्यसमः। अर्थात् ६·१ कोटिनक्षत्रमात्सरत्वसमः। यतः पूर्णचन्द्रस्य कोटिः—१२·१ मिता, अत एव समस्त-नक्षत्राणि पूर्णचन्द्रौज्ज्वल्यशतांशतुल्यं प्रकाशमस्मभ्यं ददति।

११·२७ नक्षत्राणामौज्ज्वल्यम्

पूर्वानुच्छेदेनोपलक्ष्यते यदौज्ज्वल्यं यथार्थचाक्षुपकोट्यपेक्षि। यथा यथार्थकोटिविनिश्चये दशपारसेक्दूरत्वं प्रमाणरूपेण स्वीकृतम्, तथैव तुल्नासौकर्यायात्र सूर्यौज्ज्वल्य प्रमाणरूपेणाङ्गी-क्रियते। इष्टनक्षत्रौज्ज्वल्यनिर्धारणे निम्नसूत्रं प्रयुज्यते—

$$\frac{\text{इष्टनक्षत्रौज्ज्वल्यम्}}{\text{सूर्यौज्ज्वल्यम्}} = २·५१२ \quad (\text{सूर्यस्य यथार्थकोटिः—नक्षत्रयथार्थकोटिः})$$

यतः सूर्यौज्ज्वल्यमस्मिन् मानदण्डे खेवमितम्, सूर्यस्य यथार्थकोटिः ४·८५ मिता; अत एव

$$४·८५ \text{ नक्षत्रयथार्थकोटिः}$$

इष्टनक्षत्रौज्ज्वल्यम् = २·५१२

अथवा लघुगणक(इष्टनक्षत्रौज्ज्वल्यम्) = ०.४ (४.८५—नक्षत्रयथार्थकोटिः)

उदाहरणम्—क्रुध्वकस्य औज्ज्वल्यं गणय।

क्रुध्वकस्य यथार्थचाक्षुपकोटिः = +१·३ [पूर्वमेव दत्ता],

अतो लघुगणक(क्रुध्वकौज्ज्वल्यम्) = ०·४(४·८५—१·३०)

$$= ०·४ \times ३·५५$$
$$= १·४२$$

$$\text{क्रुध्वकौज्ज्वल्यम्} = १०^{१·४२} = ३०$$

अर्थात् क्रुध्वकं सूर्यापेक्षया ३० गुणकं भासुरम्।

११·२८ उज्ज्वलतमानि नक्षत्राणि

उज्ज्वलतमं नक्षत्रं क्रुध्वकम्। अन्यानि प्रसिद्धानि भासुरतमानि नक्षत्राण्यधो दीयन्ते सारिण्याम्—

उज्ज्वलतमानां नक्षत्राणां सारिणी

नाम		प्रतीयमाना चाक्षुपकोटिः	वर्णच्छत्रीय-वर्गः	लम्बनम्	दूरत्वं प्रकाशवर्षेषु	यथार्थ-चाक्षुपकोटिः
∝ प्रवन्	लुब्धक	−१·५८	A₀	·३७८	८·६	+१·३
∝ नौतल	अगस्त्य	−०·८६	F₀	·०३३	१००·	−३·२
∝ किन्नर	मित्र	+०·०६	G₀	·७४८	४·४	+४·४
∝ वीणा	अभिजित्	०·१४	A₀	·१२३	२६	+०·५
∝ रथिन्	ब्रह्महृदय	०·२१	G₀	·०७७	४२	−०·४
∝ भूतप	स्वाती	०·२४	K₀	·०९८	३३	+०·२
β मृग	'रीगेल'	०·३४	B₈	·००६	५४०	−५·८
∝ श्वन्	'प्रोक्योन'	०·४८	F₅	·२९४	११·१	+२·९
∝ चैतरणी	'आचेरनार'	०·६०	B₅	·०४५	७०	−१·१
β किन्नर		०·८६	B₁	·०१७	१९०	−२·१
∝ गरुड	शरग	०·८९	A₅	·२०८	१५·७	+२·५
∝ मृग	आर्द्रा	०·९२	M₂	·०११	३००	−३·९
∝ स्वस्तिक		१·०५	B₁	·०१५	२२०	−२·७
∝ वृष	रोहिणी	१·०६	K₅	·०६२	५३	+०·१
β मिथुन	पुनर्वसु	१·२१	K₀	·११४	२९	+१·५
∝ कन्या	चित्रा	१·२१	B₀	·०२७	१२०	−१·६
∝ वृश्चिक	ज्येष्ठा	१·२२	M₁	·०१३	२५०	−३·२
∝ दक्षिणगोल	'कोमाल्दार'	१·२६	A₃	·१३९	२३	+२·०
∝ हरा	'ड्रेने ब'	१·३३	A₀	·००८	४००	−४·२
∝ सिंह	मघा	१·३४	F₂	·०४९	६७	−०·१

११·३ नक्षत्राणां दूरत्वम्

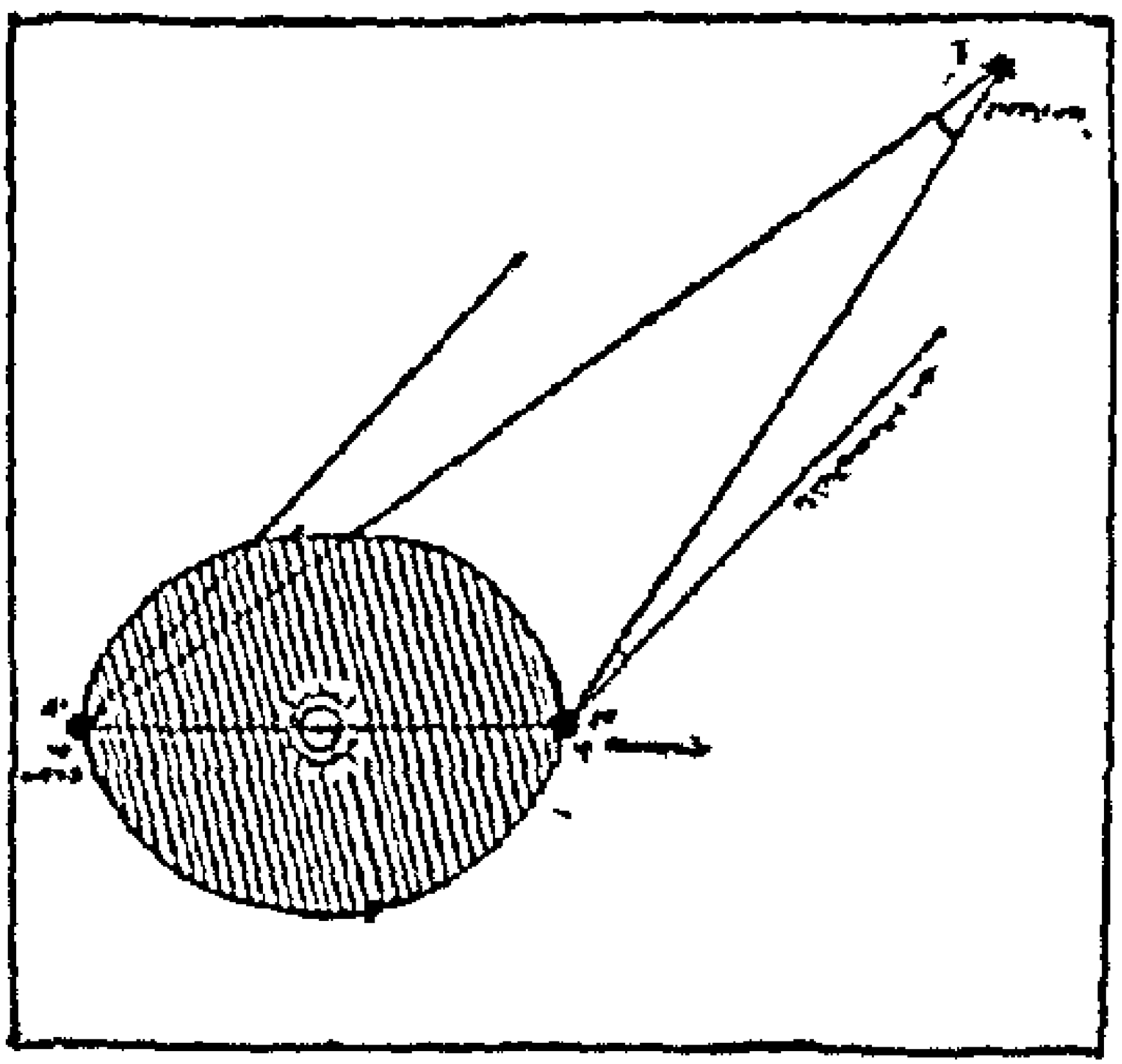
नक्षत्राणि प्रायः सूर्यसमानि (कानिचन च सूर्यात् परिमाणविषये महान्ति), परन्तु सर्वेभ्योऽस्मानि दयनौप्रीत्यक्षरप्रथमबिन्दव इव। किमत्र कारणम्। अत्र नेदो मुहूर्तवर्तित्व मेव हेतुः। सूर्यो लौकिकव्यवहारे मुहूर्तं प्रकाशते, तस्मादेवास्तं सूर्यन्याये नैकरात्रैः प्रदक्षिणम्। परन्तु समीपवर्तनक्षत्राणामेषणं सूर्यस्य मुहूर्तो दूरत्वमस्त्यतम्। सूर्यस्य विलाः ८½ मिनटकालेन दृश्यन्ति पृथिव्याम्, परन्तु समीपवर्तिनि नक्षत्रस्य (मित्रनामकस्य) दृश्यते ४½ वर्षकालेन प्राप्तु-यानि भूतलसमानम्, अर्थात् तस्य दूरत्वम् २,५५,००,००,००,००,००० योजनपरिमितम्।

११·३१ दूरत्वनिर्धारणविधिः

सूर्यचन्द्रयोर्मध्ये यो दूरत्व सम्बन्धेन निर्णयो ह्यो सूर्यस्यैव स्वरूपम्, यस्मात् स। सम्बन्धदर्शिनां चक्षुर्गोचरो। सूर्यचन्द्रमसो नक्षत्रदेशस्य मुख्यबिन्दवो, सर्वेषां दूरत्वम्

$\frac{\text{भूज्यार्धः}}{\text{लम्बनज्या}}$ इति सूत्रेण युक्तम्, परन्तु नतग्रहणे लम्बनोनावस्थं विधो यद्यतिभूलम्बकर्णैरपि तस्य केवल मानमात्रिरत्नमया। यदेका रत्नमुद्रा १००-कोटयर्धभूरत्निमिता स्यात्, तृतिरो च सर्वथा शून्यरूपा स्याद् मुद्रोच्छ्रयो रत्निभः कोटी 'अ' स्यात्तर्हि मध्यमनक्षत्रस्य लम्बनमानं $\frac{\text{'अ'}}{१००}$ मितमागं भवेत्। सूत्रमत्रापि 'अ'कोटिमपि मानयितुं न शक्यते, का कथा $\frac{\text{'अ'}}{१००}$कोटिमत्र आ एवापरा लम्बनवद्धिरत्नैर्मिलिते कोटिर्गणितैः, या चाधो दीयते।

लम्बनसिद्धान्ते भिन्नभिन्नेषु पूर्वं यद् यथा यथा चाधारेण (यथा चन्द्रभूनिर्भागे भूज्याः) देयं भवेत्, तथा तथा लम्बननिर्णयेऽपि यथार्थमागच्छति। यदि भूज्यायो नगण्यवत्ल निर्णयविषयेऽल्पः, ज्योतिर्गणैः क्वचिद् भूव्यासार्धरत्नान्विता, या च सूर्यस्य प्रदक्षिणवृत्ते भूकथा-व्यासार्धः। भूः सूर्यं परितो भ्रमति, यदि या कक्षावृत्तव्यासार्धान्विन् भागे स्थिरा, तत्तत्रानन्तरं या कक्षावृत्तस्य द्वितीयकोटौ (पूर्वस्थानात् षड्भभान्तरे) स्यात्तौ; तयोर्मध्यदिनस्थितयोरन्तरं भूकथा



अतः। स च १,२८,००,००० कोटिमितः। तस्मिन् स्थिते सम्बन्धे क्षु क भवेत्, [illegible]
क स च भवेत् कदा। तत्सम्बन्धेन कक्षावृत्तसम्बन्धेन भूकक्षार्धं ज्ञातव्यं, तेन च भूज्या

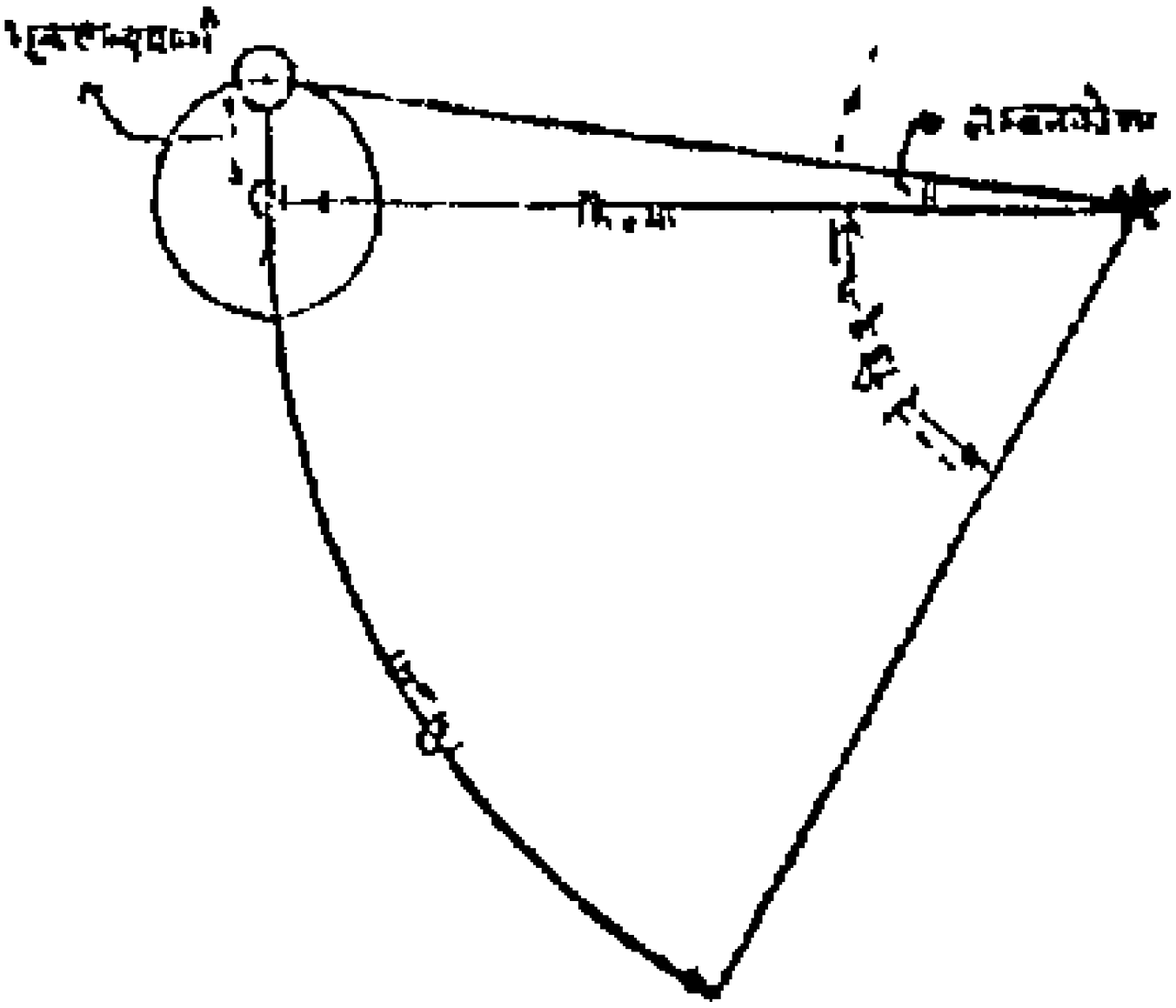
नक्षत्राणि समीपतराणि तानि दूरवर्तिनक्षत्रापेक्षया किञ्चित् स्थानभ्रंशं लभन्ते। क इ स-कोणः स्थानभ्रंशमानम्[1]।

कोणोऽयमत्यल्पपरिमाणकः, अत एव भूमध्यगणितीयदूरत्वे सूर्यमध्यगणितीयदूरत्वे न कोऽपि विशेषो भेदः। अत एव गणना सदैव सूर्यमध्यगणनया क्रियते, अर्थाद् लम्बन सूर्यमध्याद् गण्यते। सूर्यमध्याद् लम्बन चित्रे क इ सू-कोणेन प्रदर्शितम्। लम्बनकोणमान वेधेन निश्चीयते। लम्बन ज्ञात्वा दूरत्वं ज्ञायते। अत्र निम्नसूत्रम्[2]—

---

१. कोणोऽयमत्यल्पत्वात् समीपस्थनक्षत्रस्यैव मापनीयः। दूरवर्तिनक्षत्रेभ्य इयती १८,२८,००,००० क्रोशार्धविघता आधाररेखापि दूरत्वापेक्षयाऽत्यल्पा।

२. कोणानां वृत्तीयमाने प्रमापकं रेडियनमस्ति। रेडियनं केन्द्रवर्ती स कोणो यः त्रिज्यातुल्यचापेन रच्यते। रेडियने २०६२६५ विकलाः सन्ति। चित्रमत्रयं



द्रष्टव्यम्। अनेन विधेन लम्बनपूरकमानस्य निर्णयो भवति।

$$\frac{\text{लम्बनकोण}}{\text{लम्बनपूरकमानम्}} = \frac{\text{रेडियनम्}}{\text{लम्बनपूरकमानम्}}$$

अर्थात् $\frac{\text{लम्बनकोणः}}{\text{भूकेन्द्रकोणार्धम्}} = \frac{२०६२६५}{\text{दूरत्वम्}}$ अत एव दूरत्वं $= \frac{\text{भूकेन्द्रकोणार्धम्} \times २०६२६५''}{\text{लम्बनकोणः}}$

$$\text{दूरत्वम्} = \frac{\text{भूकक्षाव्यासार्धं} \times \text{'रेडियने' सेकिण्डाना सख्या}}{\text{लम्बनकोणमान सेकिण्डेषु}}$$

$$\text{अर्थात्} = \frac{९,२९,००,००० \times २०६२६५}{\text{लम्बनं (सेकिण्डमाने)}} \text{ क्रोशार्धानि}$$

उदाहरणम्—∝ किन्नरस्य (मित्रस्य) लम्बन ७५६" मितम्, दूरत्व गणय—

$$\text{मित्रस्य दूरत्वम्} = \frac{९,२९,००,००० \times २०६२६५}{७५६}$$

$$= २,५३,४६,००,००,००,०००$$

क्रोशार्धानि ।

११ ३२ नक्षत्रलम्बननिर्धारणरीतय

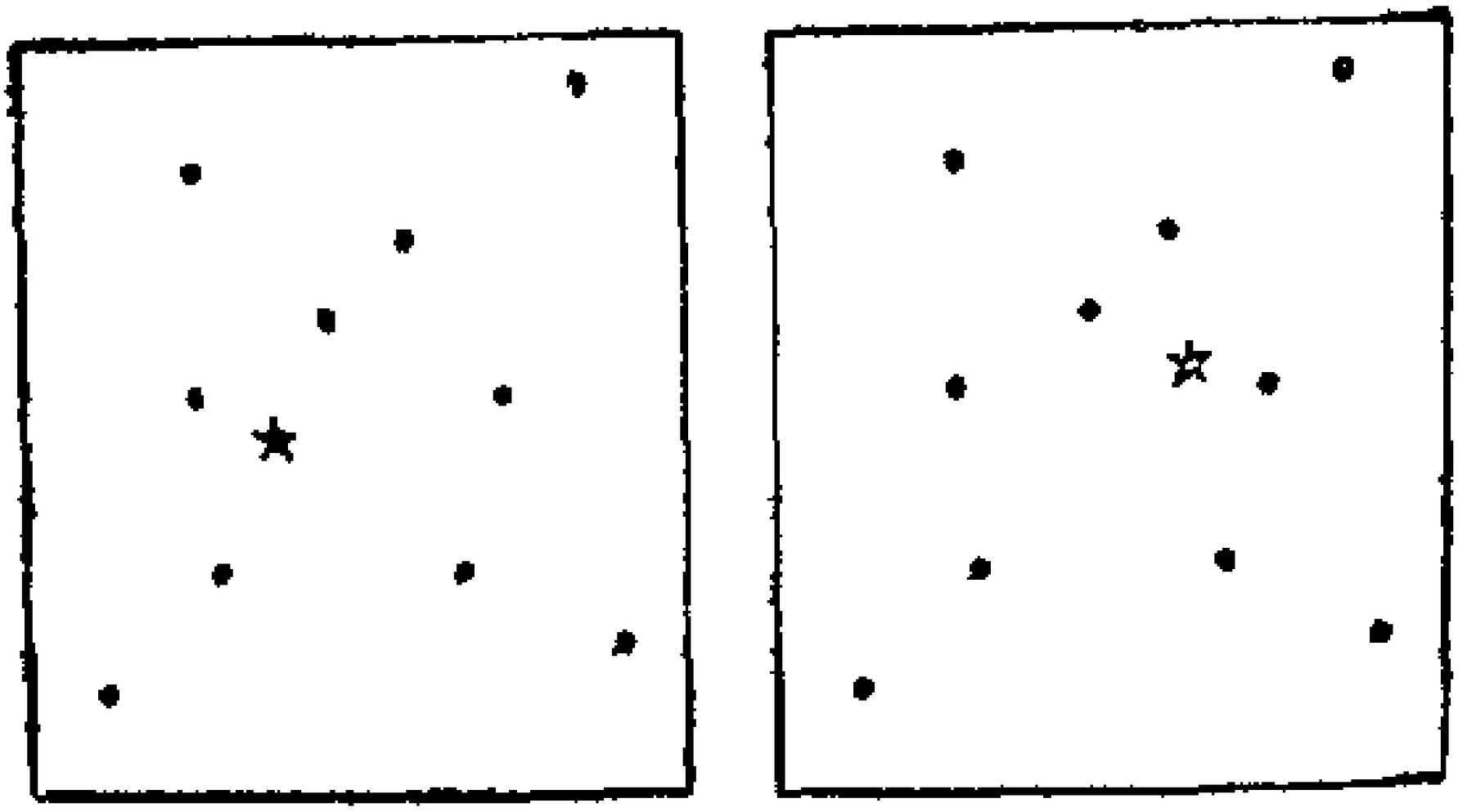
नक्षत्राण्यतिदूरवर्तीनीति निश्चिता मति पुराणाना ज्योतिर्विदाम्, परन्तु तेषा यथार्थदूरत्व निश्चयो न सम्भव आसीत् । दूरदर्शकयन्त्राविष्कारानन्तरमपि बहुकालपर्यन्त नक्षत्रदूरत्वनिर्धारण दुष्करमेवाभीत् । खिस्तीयोनविंशतितमशतकस्य प्रथमचरणे ज्योतिर्विद्भि कतिपया दूरत्वनिर्धारणे सिद्धान्ता निर्धारिता । भास्वरत्वस्य चाक्षुषकोटेरधीन दूरत्वमिति प्रथम सिद्धान्त (यथा यया नक्षत्रदूरत्वमधिक तथा तया भास्वरत्व धूमिलम्, अर्थाद् धूमिलनक्षत्र भासुरनक्षत्रापेक्षया दूरवर्ति) । समीपवर्तिनक्षत्राणा प्रकृता गतिर्महती, दूरवर्तिना चाल्पेति द्वितीय सिद्धान्त । यदि नक्षत्र द्विकनक्षत्रमस्ति, तर्हि सहचारिनक्षत्रस्यान्योन्यदूरत्वाधिक्य तस्य परिक्रमणकालस्याल्पता चापेक्षते द्विकनक्षत्रस्य दूरत्वम् ।

उपर्युक्तसिद्धान्ताना प्रतिपादनार्थं बृहती नक्षत्राणा सूची निर्मिता । प्रथमत प्रथमकोटिक नक्षत्राणा द्वितीयकोटिकनक्षत्राणाञ्च सूची परिष्कृता । द्वितीयतो द्रुव्यक-प्रत्यभिज्ञित्राणा सूची रचिता । एषा नक्षत्राणा प्रकृता गति पर्याप्ता महती । तृतीयतो मित्र ६१ हृषादिद्विकनक्षत्राणा मध्ययन कृतम् ।

सर्वप्रथम लम्बननिर्धारणार्थं त्रिभिर्ज्योतिर्विद्भि समकाल एव प्रयत्न कृता । तेषा प्रयुक्तानि दूरदर्शकयन्त्राणि विभिन्नानि, तेषामुररीकृतनक्षत्राणि विभिन्नानि, तथापि तेषा निष्कर्षा पर्याप्त यथार्था आसन् । 'बेसेल'महोदयेन ६१ हृषनामकस्य द्विकस्य महाप्रकृतिगतिकस्य सूक्ष्ममापक यन्त्रेण नक्षत्रलम्बन खिस्तीये १८३८-तमे अब्दे ०",३१-मित निश्चितम् । 'स्ट्रूव' महोदयेन महाप्रकृतिगतिकस्याभिज्ञितो नक्षत्रलम्बनमेकेनातिधूमिलनक्षत्रेण तोलयित्वा सूक्ष्ममापकयुक्त त्रिपुष दूरदर्शकयन्त्रेण खिस्तीये १८४०-तमाब्दे ०",२५ मित निर्धारितम् । 'हेण्डरसन-महोदयेन खिस्तीये १८३९-तमाब्दे मित्रस्योन्नतांशान् वर्षस्य विभिन्नर्तुषु विदृश्य नक्षत्रलम्बनस्य मान १",०० मित स्थिरम् ।

अद्यत्वे तु नक्षत्रलम्बन फोटोचित्रैर्निर्धार्यते । फोटोविषयकपद्धत्या शीघ्रं निर्णयो लभ्यते, यथार्थत्व च सूक्ष्मतयायाति । धूमिलनक्षत्राणा भूमिकयामिष्टनक्षत्रस्य फोटोचित्राणि गृह्यन्ते । पुनस्तस्यैव नक्षत्रस्य षण्मासानन्तर (द्रष्टव्यमग्रे फोटोचित्रम्) वर्षान्तरस्य चित्राणि गृह्यन्ते । एवं

पञ्चधाणा फोटोचिताणा सूक्ष्ममापकयन्त्रैरध्ययन विश्लेषणञ्च क्रियेते । प्रथमद्वितीयफोटोचित्रयोर्यदन्तर तस्य द्वौ हेतू—नाक्षत्रलम्बनविषयक स्थानभ्रंश, नाक्षत्रप्रकृता गति । प्रथमतृतीयफोटोचित्रयोर्यदन्तर तस्यैको हेतु—नाक्षत्रप्रकृतगति (यर्पान्ते भू पूर्वस्थानमागच्छति, भूपरिभ्रमणकृतलम्बन विषयकान्तर शून्यमित भवति) । एव नाक्षत्रप्रकृतिगतिजनितान्तर विचार्य लम्बनविषयकान्तर (अर्थान्नाक्षत्रलम्बन) निर्णीयते ।



परन्तु पद्धतिरियं न नितान्त सरल । सूक्ष्ममापकयन्त्रेण ०".०१ मितं लम्बन यथार्थतया ग्राह्यम्, यद्धीकं मशुद्धं फलं ददाति । फोटोचित्रेण ०".००१ मितलम्बनस्य निर्धारण सर्वथा सुगमम् । परन्तु सन्ति बहूनि नक्षत्राणि यानि सुदूरवर्तीनि, तेषां लम्बनं चातिसूक्ष्मम् । तेषां दूरत्वनिर्धारणे परोक्षविधय प्रयुञ्जन्ते । एषां विधीनां विवरणं यथास्थान दास्यते, अत्र तु ते सक्षेपेण दीयन्ते—

(१) चापुफकोटि—यथार्थंचापुफकोटि सन्निकृष्टं दूरत्वं लम्बनं वा ज्ञायते निम्नसूत्रेण
लघुगणक(लम्बनम्) = $\frac{1}{2}$ (यथार्थकोटि —प्रत्यक्षमानकोटि—५) अत्र यथार्थकोटिश्च
वक्ष्यविश्लेषणप्रयोग निर्णीयते (द्रष्टव्य § ११ २३१) ।

(२) मार्पंपर्यंपिक्षारिणामान्तमुपस्थितेरपि दूरत्वं निर्णीयते । मार्पंपर्यंपिक्षारिनक्षत्राणां मार्पविक्षाल्लम्बनेक्षते दूरत्वम् (द्रष्टव्य § १२ २३२) ।

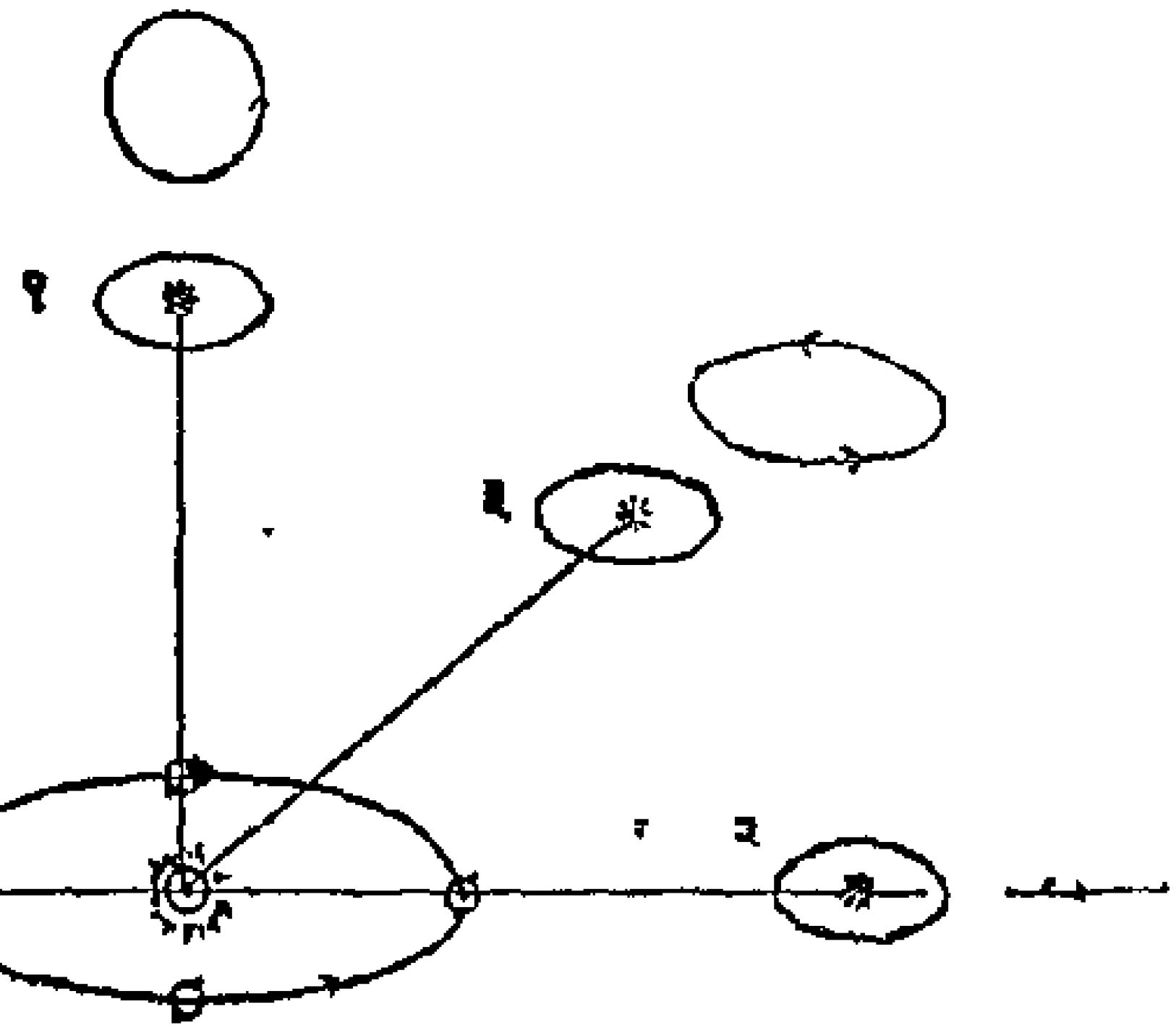
(३) नक्षत्रवेगतुल्यं दूरत्वं तेषां स्थानविज्ञानं विधीयते (द्रष्टव्य § ११ २२)

(४) द्विकालमध्यां दूरत्वं गतिवक्षिनक्षत्रस्थानोच्चदूरत्वं परिवलनकालश्च ज्ञायते (द्रष्टव्य § ११ १४) ।

(५) [illegible] ।

११.३३ वार्षिकलम्बनस्य प्रभावः

(१) यदि नक्षत्राणि कदम्बक्षेत्रे स्थितानि, तानि वृत्ताकार आकाशे दोलन्ते। (२) यदि क्रान्तिवृत्तसमतले सन्ति तर्हि तानि क्रान्तिवृत्ते रेखायां दोलनं कुर्वन्ति इदयन्ते। (३) यत्रान्यत्र



वार्षिकलम्बनस्य प्रभावः।

सन्ति तर्हि दीर्घवृत्ताकारे भ्रमन्ति इदयन्ते। उपरि दत्तचित्रेण स्पष्टं क्रियते नक्षत्राणां वार्षिकलम्बनवृत्तं दोलनम्।

११.३४ दूरत्वप्रमापकाणि

यदि कोऽपि नरः पुस्तकस्थानां पृच्छेत्तर्हि पुस्तकं नव इत्यभिमानमित्युत्तरं लभेत। परन्तु यदि कोऽपि वाराणसीतः प्रयागस्य दूरत्वं पृच्छेत्तर्हि 'इयन्मात्रमागि क्रोशार्धानि' इत्युत्तरं प्राप्नुयात्। कथमत्र प्रमापकेषु परिवर्तनम्? वाराणसीतः प्रयागस्य दूरत्वञ्च प्रमापके मुखत्। अतएवेदं दूरत्वप्रमापकं मयुच्यते। एवमेव ज्योतिर्विद्यायां सूर्यस्य दूरत्वन्तु क्रोशार्धप्रमापकेन माप्यते, परन्तु नाधुनादूरत्वमात्मनार्धक्रोशमन्यत् प्रमापकमन्विष्यते यत् क्रोशार्धापेक्षया सुखत्। अत ज्योतिर्विद्भिः कल्पितानि प्रमापकानि यथा पार्सेक्, प्रकाशवर्षं, ज्योतिःप्रमापकभित्यादीनि।

पार्सेक्—यदि भिन्नभिन्नक्रोशार्धदूरत्वे स्थितं नक्षत्रं वार्षिकलम्बनं षोडशैकमितं (षोडशैकांशम्) तर्हि तस्य दूरत्वमेक पार्सेकमुच्यते।

यतो नाक्षत्रदूरत्ववृद्धौ लम्बनमानहानिः, अतो दूरत्वं लम्बनव्युत्क्रमानुपाति । अर्थात्

यदि लम्बनम् १″.०० तर्हि दूरत्वम् एक पारसेकम्,
" " ०″.१ " " दशपारसेकानि,
" " ०″.०१ " " पारसेकशतम् ।

पारसेकश्च २०६२६५ + १,२. १,००,००० क्रोशार्धमितम् ।

प्रकाशवर्षः

पारसेकप्रमापकं ज्योतिर्गणकैरेव प्रसिद्धम्, जनसाधारणे तु प्रकाशवर्षोऽधिकं प्रचलितः । प्रकाशकिरणाना (विद्युत्किरणाना वा) सर्वेषु भौतिकवस्तुषु सर्वाधिको जवः । ते सेकिण्डैककाले १८६३२४ क्रोशार्धानि चलन्ति । अत एव ते बृहत्प्रमापकार्थं पर्याप्तमुपयुक्ताः । प्रकाशकिरणा एकस्मिन् वर्षे १८६३२४ × ६० × ६० × २४ × ३६५ क्रोशार्धानि (आसन्नमाने ५८,८०,००,००,००,००० क्रोशार्धानि) गच्छन्ति । सूर्यकिरणाः प्रायः ८½ मिनटकालेन भूतलं स्पृशन्ति ।

ज्योतिःप्रमापकम्

ज्योतिर्गणकैरेकमन्यत्प्रमापकमपि प्रचलितम् । नक्षत्राणा लम्बनविधौ दृष्टे यत् सूर्यभुवोरन्तरं (भूकक्षाव्यासार्धः) पर्याप्ताधाररेखा । आधाररेखेयं प्रायेण सर्वदा प्रयुज्यते नाक्षत्रलम्बनानयनप्रक्रियायाम्, अत एवाधाररेखाया दीर्घत्वमप्युचितं प्रमापकं भवितुं योग्यम् । सूर्यभुवोरन्तरं १,२९,००,००० क्रोशार्धमितम् ।

प्रमापकाणां परस्परसम्बन्धः

एक पारसेकम् = २·२६ प्रकाशवर्षाणि
= २०६२६५ ज्योतिःप्रमापकानि
= १,९२,००,००,००,००,००,००० क्रोशार्धानि

एकः प्रकाशवर्षः = ·४७ पारसेकभाग.
= ६३२७१ ज्योतिःप्रमापकभागः
= ५,८१८,००,००,००,००० क्रोशार्धानि ।

एक ज्योतिःप्रमापकम् = ०००१५८ पारसेकम्
= ·०००१५८ प्रकाशवर्षभागः
= १,२९,००,००० क्रोशार्धानि ।

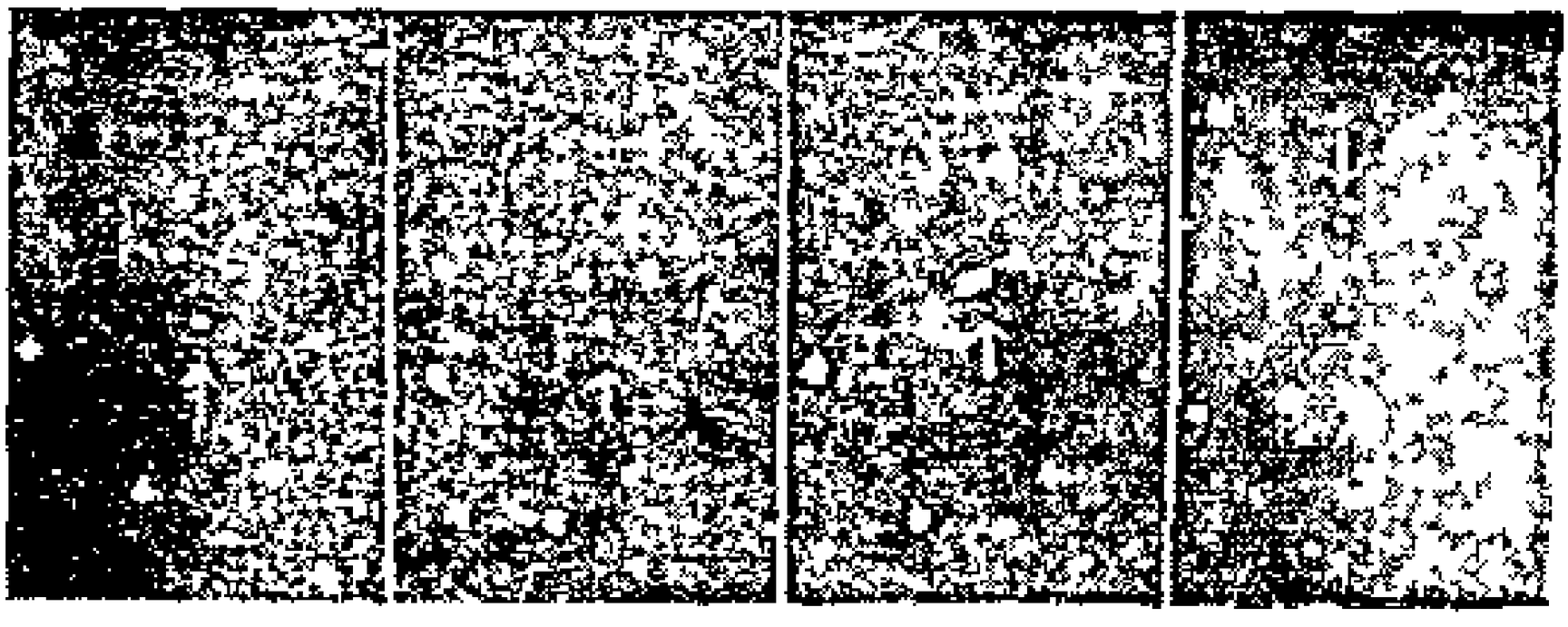
$$\text{दूरत्वम्} = \frac{१}{\text{लम्बनम्}} \text{ पारसेकानि}$$

$$= \frac{२·२६}{\text{लम्बनम्}} \text{ प्रकाशवर्षाः}$$

$$= \frac{२०६२६५}{\text{लम्बनम्}} \text{ ज्योतिःप्रमापकानि}$$

११.४ नक्षत्राणां गतिः

नक्षत्राणि प्रत्यहं रात्रौ पूर्वतः पश्चिमदिश्य गच्छन्ति दृश्यन्ते । सायंकाले यानि पूर्वक्षितिजे भान्ति तान्येव प्रभाते पश्चिमक्षितिजेऽस्तं यान्ति । इयं तेषा प्रथमा गतिः, परन्तु गतिरियं केवलं प्रतीयमाना, भुवोऽक्षभ्रमणमेवात्र हेतुः । पुनश्च नक्षत्राणि सर्वाणि वर्षपर्यन्तं नावलोक्यन्ते, क्वचित्तेषा दर्शनं क्वचित्तेषामदर्शनम् । यद्यद्य रात्रौ दशमहोरात्रा याम्योत्तरवृत्तलग्नं किमपि



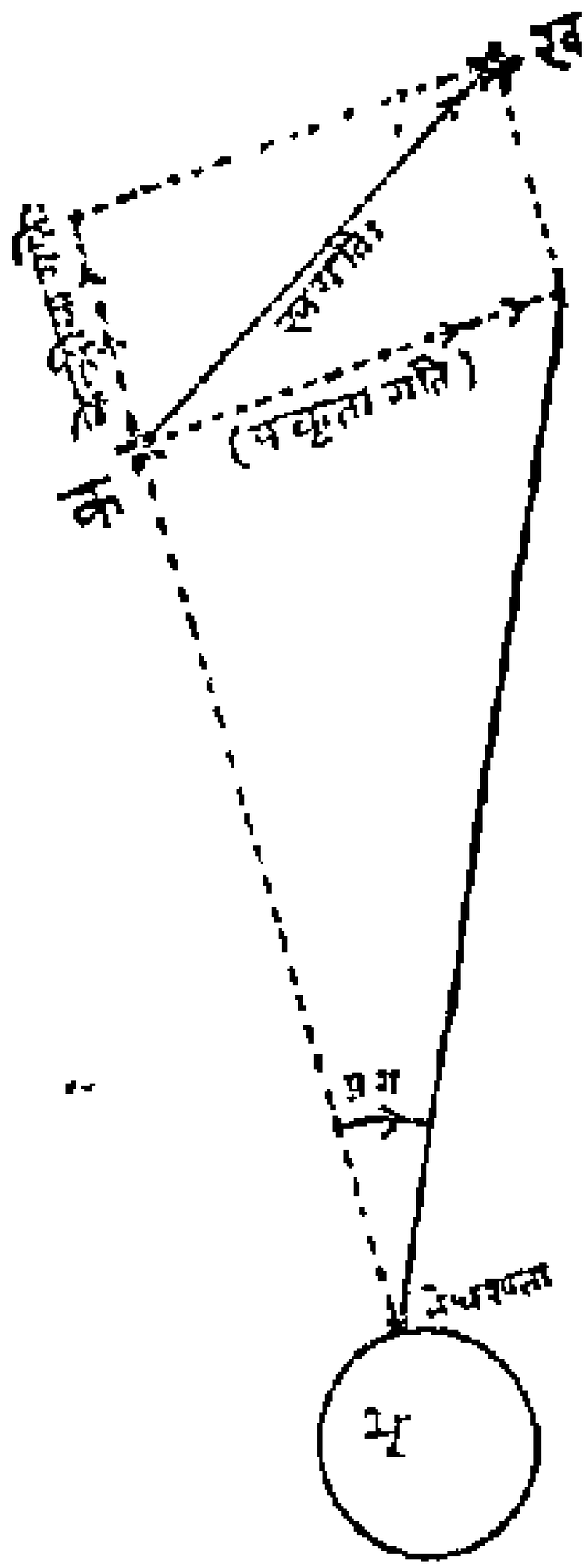
'प्रौक्सिमा'-किन्नरनक्षत्रस्य प्रकृता गतिः [हार्वर्ड वेधशाला]

नक्षत्रम्, एकेन मासेन तद् अष्टमहोरात्रा याम्योत्तरोल्लङ्घनं करिष्यति, यद्यपि सर्वेषा तेषा नक्षत्राणामन्योन्यदूरत्वसम्बन्धः सम एव । अर्थात् सर्वाणि नक्षत्राणि युगपत् पश्चिमदिशं गच्छन्ति । गतिरियमपि प्रतीयमानैव, अत्र भुवः सूर्यमभितः परिक्रमणमेव हेतुः । परन्त्वियमे विद्यायास्त्वेका तृतीया गतिर्या वास्तविकी । इय तेषा प्रकृता गतिरुच्यते । नक्षत्राणा परस्परदूरत्व शनैः शनैर्भिन्नता याति, इयं भिन्नता त्वेतावत्यल्पा यद् वेधेन तस्या मानलाभोऽतिदुष्करः, परन्तु बहुकालपूर्वकृतावलोकेषु वेधेन प्रत्यक्षं स्थानच्युतिः स्फुटतया दृश्यते (अवलोकनीयमत्रोपरि दत्त फोटोचित्रम्) । वस्तुतो नक्षत्राणि प्रायेण तीव्रगतिमन्ति, परन्तु सुदूरवर्तित्वात् तीव्रगतिजनितस्थानभ्रंशोऽत्यल्पः प्रतीयते । अनेनैव कारणेन नक्षत्राण्यचलानि मन्यन्ते ।

११.४१ प्रकृता गतिः, केन्द्रीया गतिश्च

चित्रे किमपि नक्षत्रं क स्थाने स्थितम्, वर्षान्ते तदेव निजसगत्या स स्थाने भविष्यति । तस्य वार्षिकखगतिः कथं मिता । अत्र खगतिर्द्विरूपेण विश्लेषणमर्हति, प्रथम दक्षसूत्रलग्नदिशाया नक्षत्रं किमपि चलति, द्वितीय दक्षसूत्रदिशायाम् । दक्षसूत्रदिशाया गतिर्वेधेन दुर्लभा, यतो यद् वस्तु दक्षसूत्र एव दूरमपसरति, उपसरति वा, तद् एकस्थाने तिष्ठदिव प्रतीयते । यदि नक्षत्रं दक्षसूत्रलग्नदिशायां चलति तर्हि तस्य स्थानभ्रंशप्रतीतिर्भवति । स्थान-

भ्रंशात् कल्पितः कोणो वेधेन लभ्यः। अत्र प्रथमविश्लेषणे दक्षसूत्रलम्बदिशायां गतित्वात् कोणीयगतिर्लभ्यते, द्वितीयविश्लेषणे दक्षसूत्रदिशागमने केन्द्रापसारित्वात् केन्द्रोपसारित्वाद् वा केन्द्रीया गतिः कथ्यते। कोणीयगतिः प्रकृता गतिरपि प्रोच्यते।



११·४११ प्रकृता गतिः

अद्यत्वे तु प्रायेण सर्वेषां चाक्षुषनक्षत्राणां कतिपयानां दूरदर्शकीयनक्षत्राणामपि प्रकृता गतिः सूक्ष्मतया गणिता विद्यते। काले काले नक्षत्राणां स्थितिनिर्देशकानि मानचित्राणि वेधशालासु रच्यन्ते, तेषां तुलनात्मकाध्ययनाच्च प्रकृता गतिर्निश्चीयते।

निर्धारणपद्धतिः

दृष्टनक्षत्रस्य विषुवांशाः क्रान्त्यंशाश्च सुदीर्घकालव्यवधाने केऽवसरद्वये सूक्ष्मतया विद्यन्ते। अयनजनितान्तरादीन् विचार्य लब्धान्तरेण नक्षत्रस्य प्रकृता गतिर्लभ्यते। तुलनेयं सरला यद् एकस्मिन्नेव काले विषुवनायनादिजनितान्तराणि सर्वेषां नक्षत्राणां सममितान्येव।

अचिरात्पूर्वमीदृशी फोटोचित्रद्वयतुल्ना सूक्ष्मतया नेत्राभ्यां निरीक्षणेन सूक्ष्मदर्शकयन्त्रेण च सम्भवासीत्, परन्तु तल्लभ्यमाने नासीत् सूक्ष्मयथार्थत्वम्। अधुना निमेष-('ब्लिंक') सूक्ष्मदर्शकयन्त्रेण तुल्ना सुसरला। निमेषसूक्ष्मदर्शकयन्त्रस्याधः फोटोद्वयं स्थाप्यते, यन्त्रविशेषसाहाय्येन क्षणं नेत्रयोरधः प्रथमचित्रं पतति, क्षणं द्वितीयचित्रम्, पुनः प्रथमं चित्रम्, ततो द्वितीयं चित्रम्। एवं पौनःपुन्यदृष्टिपातपरिवर्तनेन किञ्चिन्मात्रमपि परिवर्तनं चित्रद्वये निमिषादिव दृश्यते, सुलभया च दृष्टिगोचरता याति।

शीघ्रप्रकृतगतिकानि नक्षत्राणि

शीघ्रप्रकृतगतिकानां नक्षत्राणामग्रणि वर्तते एकं दूरदर्शकीयं 'थार्नार्ड'नक्षत्रनाम्ना प्रसिद्धं नक्षत्रम्। नक्षत्रमिदं समीपवर्तिनक्षत्रापेक्षया प्रतिवर्षं १०.२५ विस्मापितं स्थानमंशं लभते, अस्य १८०-वर्षैरन्द्रव्यासमितं परिवर्तनं दृश्यते।

केवलं द्विशतसंख्यकानां भाना प्रकृता गतिः प्रतिवर्षं विकलैकमिताधिका । सप्तानां चाधुना-
भाना सामान्यप्रकृतगतिः प्रतिवर्षं ०·१ विकलामितैव ।

अधो दीयते कतिपयानां प्रसिद्धानां शीघ्रप्रकृतगतिकानां नक्षत्राणां सारिणी ।

प्रमुखशीघ्रगतिकनक्षत्राणां सारिणी

नाम	नाक्षत्रकोटिः	वर्णच्छटीयवर्गः	प्रकृता गतिः
म्यूनिक १५०४०	१·७	M_4	१०″·३
कोरडोबा VII-२४३	१·२	M_0	८·८
ग्रूमब्रिज १८३०	६·१	G_4	७·०
लेकिए १·३१२	७·४	M_0	६·९
कोर्डोबा २२८१६	८·३	M_3	६·१
६१ हंस	७·४	K_8	५·२
ब्रुक्स ३५९	१३·०	M_1	४·८
लन्डे २११८५	७·६	M_2	४·८
६ सिन्धु	४·७	K_4	४·७
लन्डे २१२५८	८·६	M_3	४·५
O_2 वैतरणी	४·५	G_4	४·१
ब्रुक्स ४८९	१३·०	—	३·९
प्रोक्सिमा सिअर	१०·५	M	३·८
Mशर्मिष्ठा	५·३	G_4	३·८
α सिअर (सिन)	० ·२ १·७	O_0 K_4	२ ७
वाशिंगटन ५५८३	१·१	G_4	३·७
५५८४	८·९	O_0	३·७
कोर्डोबा २१९११	६·७	M^{II}	३·५
६ वैतरणी	४·३	G^4	३·२

११.५१२ केन्द्रीया गतिः

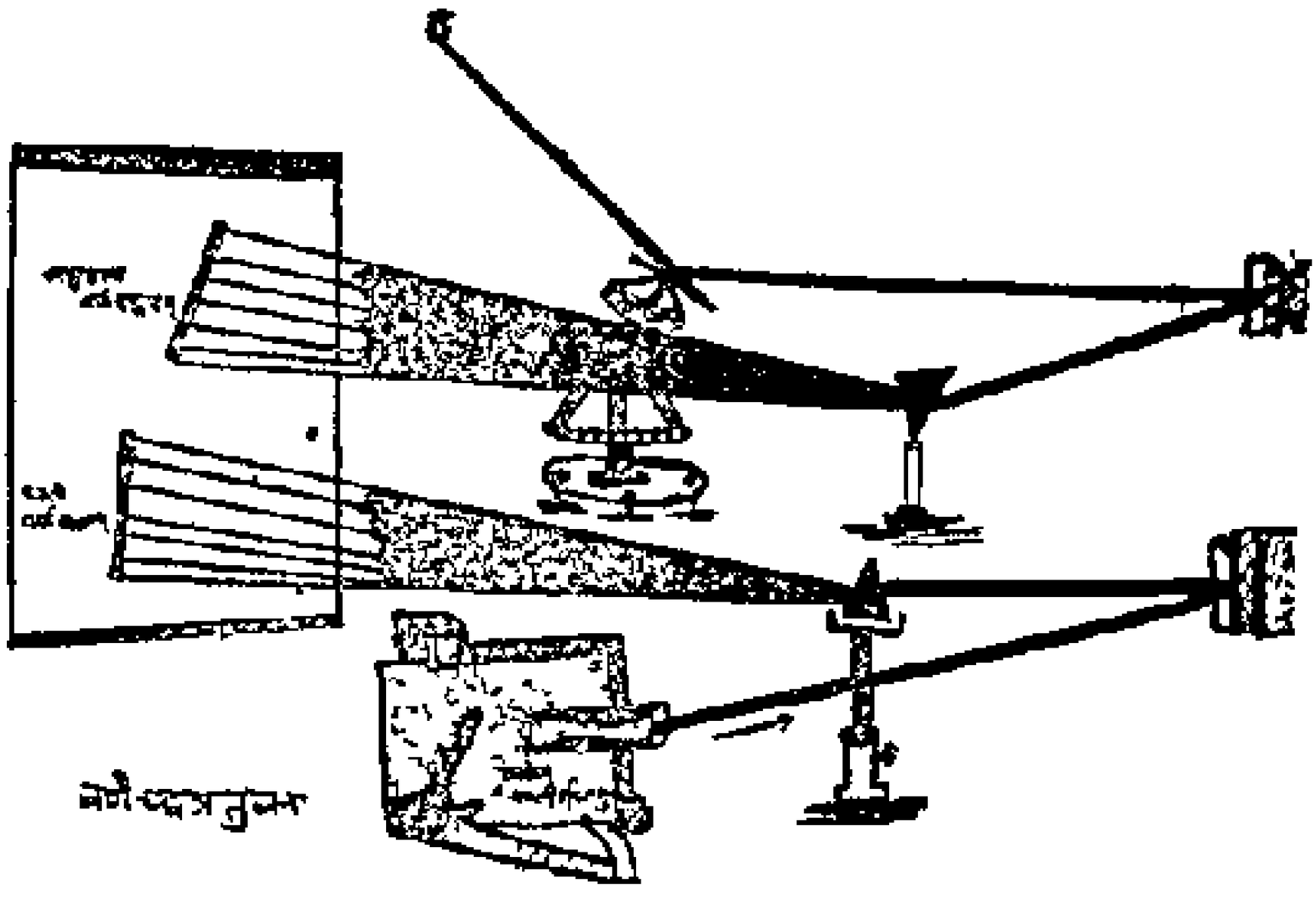
नक्षत्राणां सूर्यकेन्द्रीयगतिरपि विद्यते । अद्यावधूर्वमन्यो गोलाऽ-
भ्यभवद्, यतो बहूनि नक्षत्राणि न विद्यन्ते किमपि चाधुनातनं । अधुना
तु वर्षमितेऽपि व्यवधौ बहूनां दृष्टिपथादागतानां सौरं गतिं ज्ञातुं शक्यते ।

निर्धारणपद्धतिः

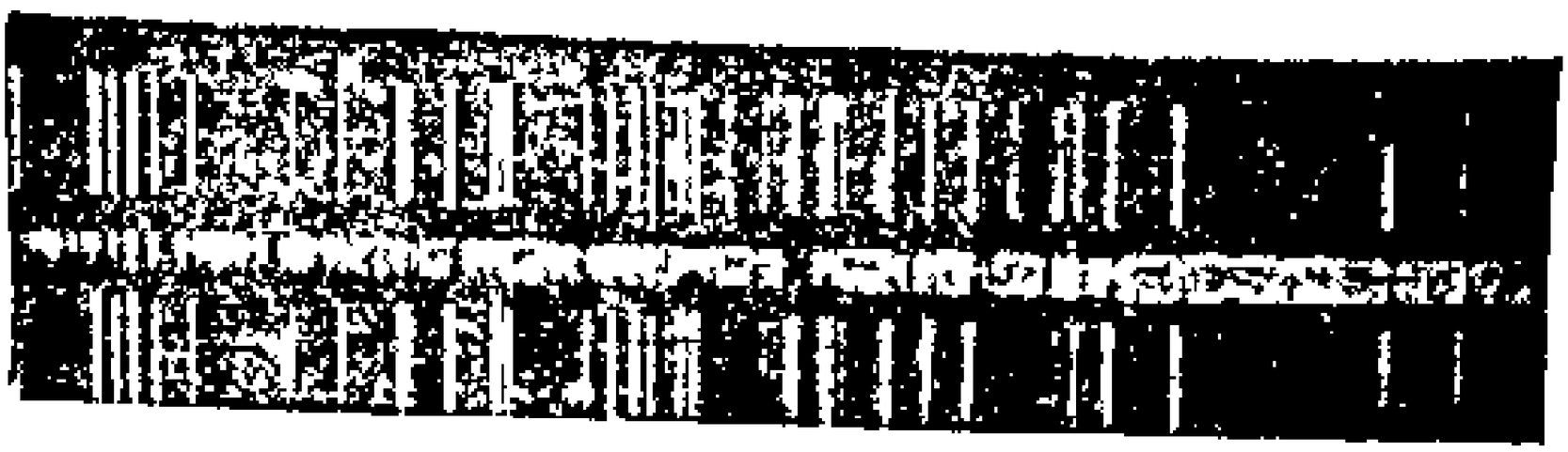
नक्षत्रस्यावलोकनेनोपलब्धे यो वर्णच्छटे विभिन्नानि परिवर्तनानि दृष्टे । तथा तथा
नाम बहूपेक्षणानां समीपमागच्छति (अर्थात् उपगति) तथा तथा वर्णच्छटे नेत्रा-

लोहितोत्तरं प्रति विचलन्ति; यथा यथा च नक्षत्रं दक्षुनेऽस्मद्दूरीभवति (अर्थाद् अपसरति) तथा तथा रेखा उपरक्तं प्रति विचलन्ति । सिद्धान्तोऽयं 'डाप्लर'सिद्धान्तनाम्ना प्रसिद्धः ।

एकस्मिन्नेव फोटोफलक इष्टनक्षत्रस्य वर्णच्छत्रं प्रयोगशालीयधातुविशेषस्य वर्णच्छत्रञ्च



गृह्यते (प्रयोगशालीयधातुः प्रायेण 'सोडियम'धातुर्भवति) । पुनः कतिपयमासानन्तर तस्यैव नक्षत्रस्य वर्णच्छत्रं तेनैव प्रयोगशालीयधातुविशेषवर्णच्छत्रेण सह गृह्यते । सूक्ष्ममापकयन्त्रेण



K, वर्षायनक्षत्रस्य वर्णच्छत्रम्

गुल्वा विधाय रेखाणां विचलनं गण्यते । अस्मिन् फोटोचित्रे रेखा नीललोहितोत्तरं प्रति विचलन्त्यो दृश्यन्ते, अर्थान्नक्षत्रं भुवं प्रत्यागच्छतीति ।

केन्द्रीयगतिमानम्

केन्द्रीयगतिमान निम्नलिखितेन सूत्रेण ज्ञायते—

$$\text{केन्द्रीया गतिः} = \frac{\text{तरङ्गदैर्घ्यविचलनम्}}{\text{तरङ्गदैर्घ्यम्}} + \text{प्रकाशवेगः}$$

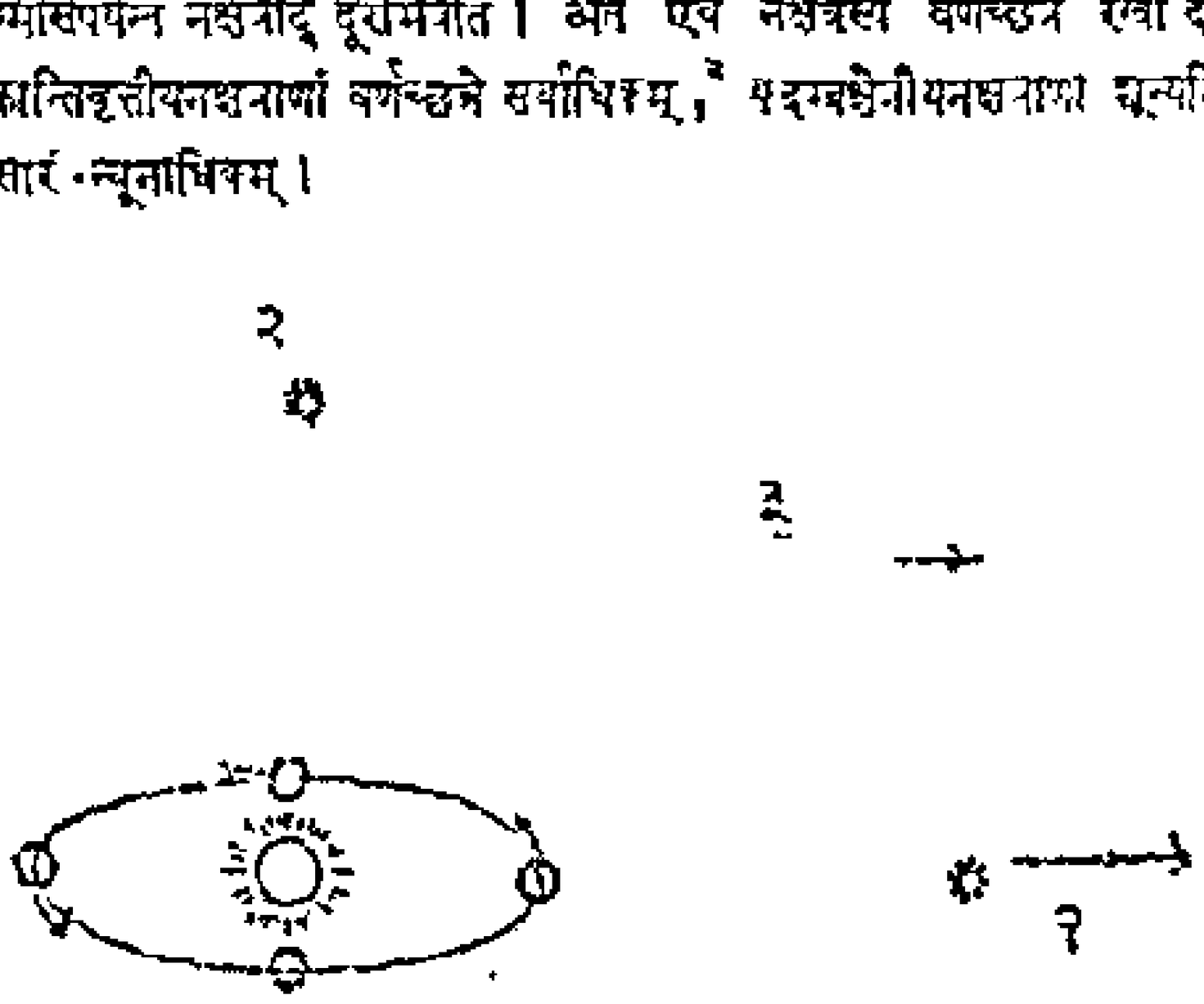
अर्थाद् यदि कस्या अपि रेखायाः ४००० 'ऐंस्ट्राम'मितलम्बत्वं, रेखा च नीललोहितोत्तरं प्रति ऐंस्ट्रामैसमितं विचलति, तर्हि केन्द्रीया गतिः

$$= \frac{१}{४०००} \times १८६३०० = ४६·६ \text{ क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डम्}।$$

साधारणतया प्रतिसेकिण्डं केन्द्रीया गतिः २० क्रोशार्धात्मा, ६० क्रोशार्धाधिका गतिस्तु विरलानां नक्षत्राणाम्।

वार्षिकपरिवर्तनम्

भूः सूर्यं परितः परिभ्रमति, अत एव षण्मासपर्यन्तं सा नक्षत्रस्य समीपं गच्छति, पुनः षण्मासपर्यन्तं नक्षत्राद् दूरीभवति। अत एव नक्षत्रस्य वर्णच्छत्रे रेखा दोलयन्ते। इदं दोलनं क्रान्तिवृत्तीयनक्षत्राणां वर्णच्छत्रे सर्वाधिकम्,[1] ध्रुवसन्निहितनक्षत्राणां शून्यमितम्, अन्यत्र स्थानानुसारं न्यूनाधिकम्।



वार्षिक परिवर्तन

वर्णच्छत्रे वार्षिकदोलनं भूतः सूर्यप्रदक्षिणायाः महत्त्वपूर्णं प्रमाणम्। 'ब्रैडले'महोदयेन वर्णच्छत्रेषु 'डाप्पर'सिद्धान्तप्रयोगेण भूतः प्रदक्षिणा गतिः १८½ क्रोशार्धमिता निर्दिष्टा। अनेन मानेन च भूसूर्ययोरन्तरं १,२८,७०,००० क्रोशार्धमितं निर्धारितम्।

११.४२ सगतिः

नक्षत्राणां गतिविशेषो द्विविधो भवति। तस्मा एव दिशेऽभीष्टा गतिः, केन्द्रीया गतिः, इति भेदौ द्वौ स्तः। अत्र प्रथमतया द्वितीयं वर्णयिष्यते। प्रकृता गतिः स्वल्पकालिकनिरीक्षणेन, सम्बन्धितश्च दीर्घं स्वल्पकालमानेन ज्ञायते।

---

१. अवगतिः = $\frac{१ \times \text{प्रकृता गतिः}}{\text{क्रान्तिवृत्तस्थम्}}$

एव

$$\text{खगतिः} = \sqrt{(\text{केन्द्रीयगतिः})^2 + (\text{लम्बगतिः})^2}$$

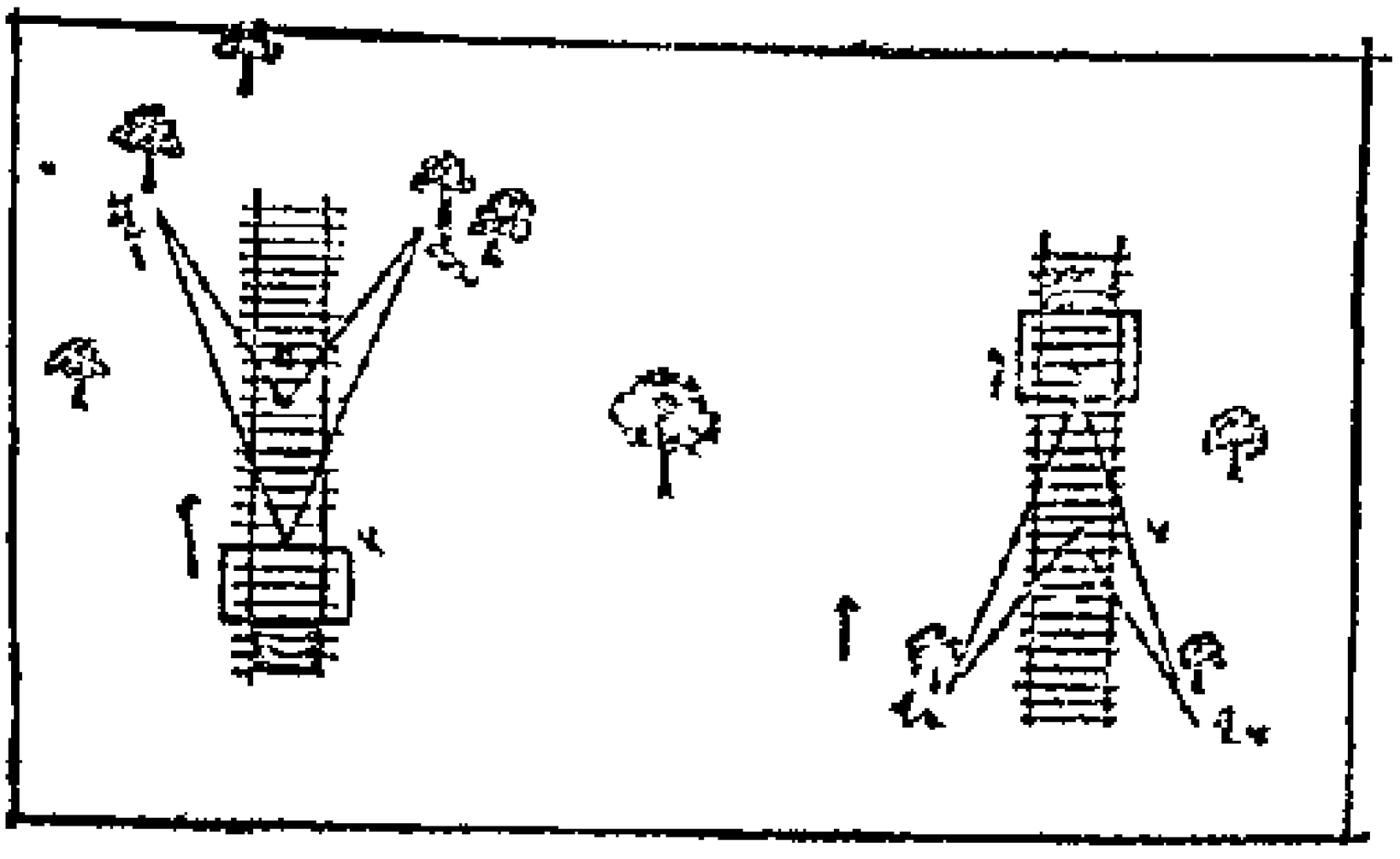
प्रायेण प्रतिसेकिण्ड खगति. पञ्चकोशार्धेभ्योऽधिका, विंशतिकोशार्धेभ्यश्चाल्पा । उज्ज्वलतमाना नक्षत्राणा मध्ये सर्वाधिका खगतिः स्वातीनक्षत्रस्य ८४ कोशार्धानि प्रतिसेकिण्डमस्ति ।

१२.४३ सूर्यस्य खगतिः

सूर्योऽप्येकं नक्षत्रम्, अत एव तस्यापि खगतिर्विद्यते, यद्यपि ग्रहाणा दृष्टिकोणे सोऽचल एव दृश्यते । सूर्यस्य खगतेर्गणना परममहत्त्वपूर्णा ज्योतिर्विद्यायाम्, यतोऽन्येषा नक्षत्राणा खगतिः सूर्यापेक्षयैव गण्यते, सूर्यखगतिगणनाऽभावे तेषा वास्तविकगतिगणनाऽशक्या ।

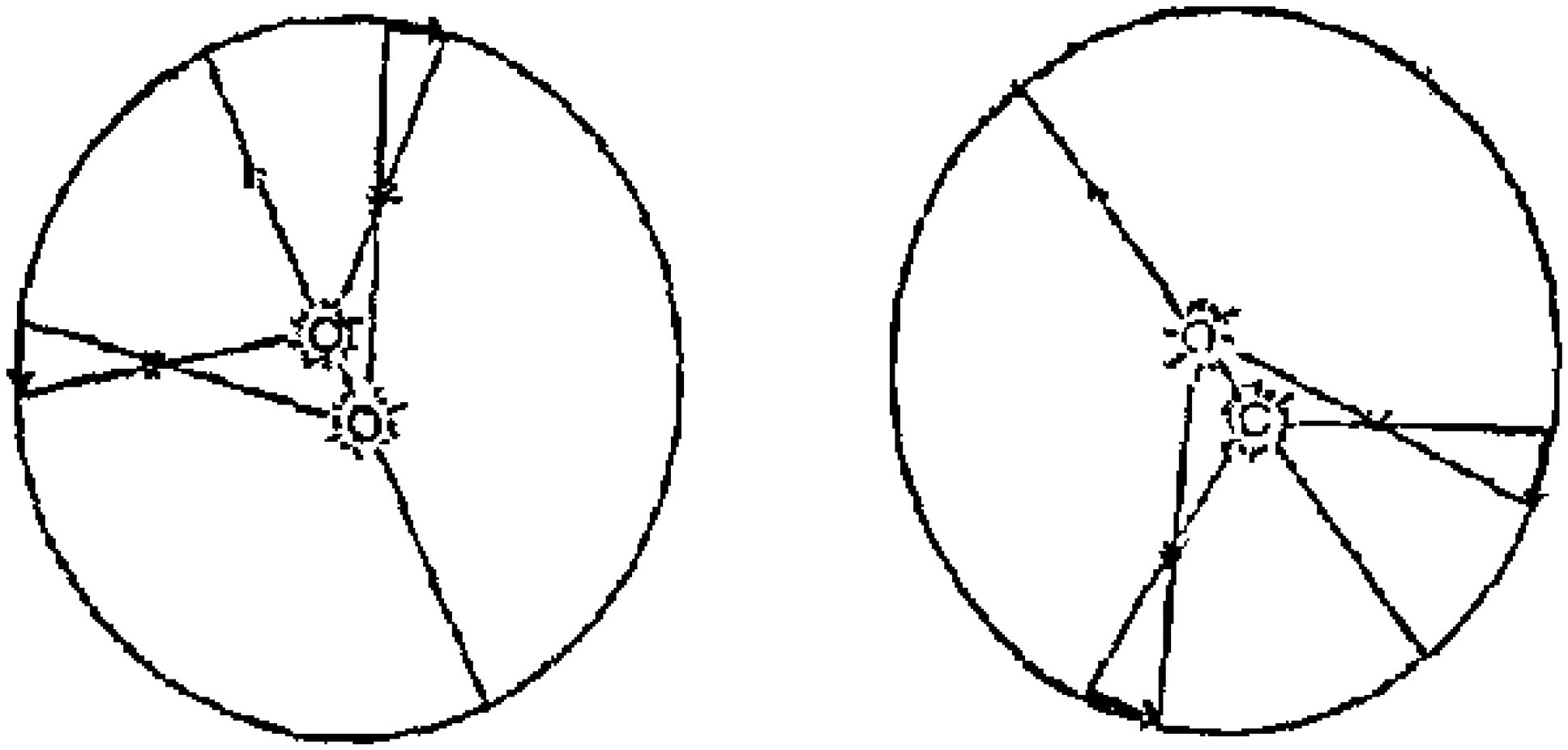
सौरगत्युद्भवा नक्षत्राणां प्रतीयमाना गतिः

रेल्यानारूढजनेन प्रायोऽनुभूयते यत् सम्मुखदिशायामुभयपार्श्वस्था वृक्षा यथा यथा रेल्यान तेभ्योपतर भवति तथा तथा बृहत्कोण रचयन्ति, पृष्ठपार्श्वस्थवृक्षा यथा यथा रेल्यान तेभ्यो दूर याति तथा तथा न्यूनकोण रचयन्ति (द्रष्टव्यमनत्र चित्रम्) । चित्रे पू-स्थान पूर्वावस्था पच परस्थान द्योतयतः । उपसरता रेल्यानेन ∠ वृ, पू वृ२, ∠ वृ, प वृ२ कोणौ रचितौ, ∠ वृ पं वृ२-कोण. ∠वृ, पू वृ२-कोणापेक्षया महीयान् । अपसरता रेल्यानेन रचितयो. कोणयो. ∠ वृ, पू वृ२ कोण. ∠ वृ२ पू वृ१-कोणापेक्षया लघीयान् । अत एव पार्श्वस्थवृक्षा विभिन्नकोणान् जनयन्तो रेल्यानगतिं प्रमाणीकुर्वन्ति ।



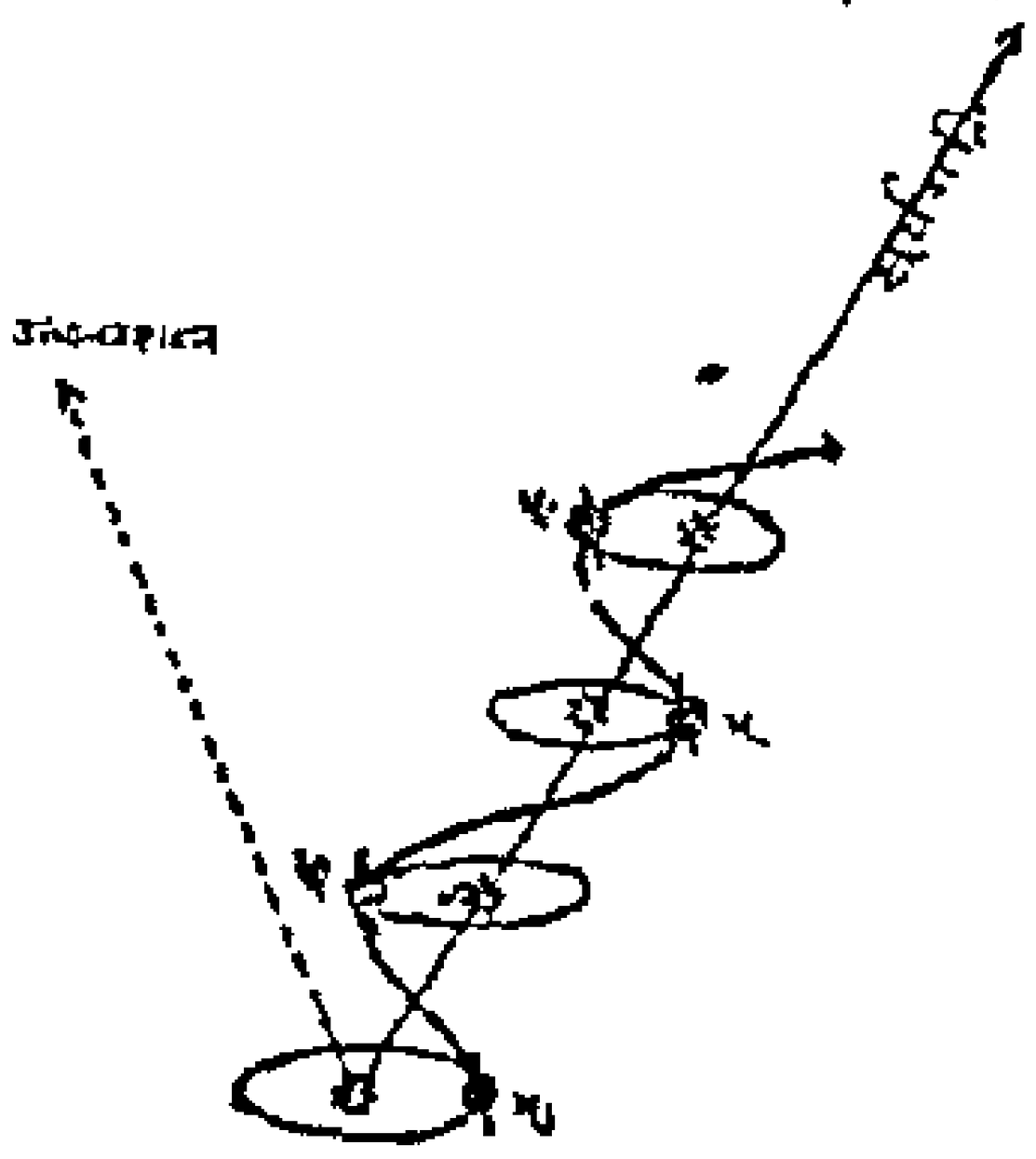
सूर्यस्य गतेरप्येव क्रम्। यथा यथा सूर्यस्तेषा भाना समीप गच्छति तथा तथा सम्मुखस्थानि नक्षत्राण्युन्मीलन्ति, यथा यथा सूर्यस्तेभ्यो दूर गच्छति तथा तथा पृष्ठस्थानि नक्षत्राणि निमीलन्ति ।

अनेन विधिना त्विदं ज्ञायते यत् सूर्यो बृहदाकाश एकं बिन्दुविशेषं प्रति गच्छन्नस्ति, तं बिन्दुं प्रति सर्वेषां नक्षत्राणामुपसर्पणस्य परमवेगः। तद्बिन्दुविपरीतदिशायामेको द्वितीयः काल्पनिको



सूर्यगते नक्षत्रा लापुन्मीलनं निमीलनञ्च

बिन्दुः, यतः सर्वेषां नक्षत्राणामपसर्पणस्य परमवेगः। प्रथमो बिन्दुरपसर्पबिन्दुरुच्यते, द्वितीयोऽ-



भुवः अनन्ताकाशे गतिः

पसर्पबिन्दुः कथ्यते। उपसर्पबिन्दोर्विपुवांशः १८०° भिन्नः, २०° भिन्नः क्रान्तिकोणः। प

शौरीनक्षत्रपुञ्जेऽभिजितो दक्षिणपश्चिमदिशायां दशांशमितकोणीयान्तरे स्थितः। सूर्यस्य गतिश्च १२·२ क्रोशार्धानि[1] प्रतिसेकिण्डम्।

सूर्यगतेर्निर्धारणम्, उपसूर्यबिन्दोरपसूर्यबिन्दोश्च निर्णयो 'डाप्लर'सिद्धान्तसाहाय्येन भवति। अभिजित्समीपवर्तिनक्षत्राणि प्रायेण १२ क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्ड भूपृष्ठदर्शक प्रत्युपगच्छन्तीव दृश्यन्ते, अपसूर्यबिन्दुसमीपवर्तिनक्षत्राणि प्राय १२ क्रोशार्धगत्या प्रतिसेकिण्डमपसरन्तीव दृश्यन्ते, बिन्दुद्वयलम्बवर्तिनक्षत्राणि च स्थिराणीव दृश्यन्ते। अत एव स्वाभाविकी विज्ञानसङ्गता चेयं कल्पना यत् सूर्य एव स्वपरिवारेण सहोपसूर्यबिन्दुं प्रति गच्छन्नस्ति।

भू सूर्यं परितो भ्रमति, सूर्यश्चोपसूर्यबिन्दुं प्रति गच्छन्नस्ति, अत एव महाकाशे भुवो वास्तविकगतिः २३३ पृष्ठस्थद्वितीयचित्रानुसारिणी भवति।

११·५ परिमाणम्

महतां परिमाणगणना नातिदुष्करी, यतस्तेषां बिम्बं वेधेन सुविधं ज्ञायते, दूरत्वञ्च गणनया लभ्यते। बिम्बदूरत्वमानाभ्यां परिमाणगणना (वास्तविकव्यासार्धमान = दूरत्व × बिम्बमानज्या) सरला। पर नक्षत्रपरिमाणनिर्धारणमतिदुष्करम्, नक्षत्रबिम्बमानस्यालब्धत्वात्। दीर्घतम समीपतममपि नक्षत्रं वृन्दूरदर्शकयन्त्रेणापि न दर्शयति स्वबिम्बम्, केवलं बिन्दुं प्रदर्शयति। तथापि ज्योतिर्गणनैषायान्तराण्यन्विष्टानि, यैः कतिपयानां नक्षत्राणां परिमाणानि लभ्यन्ते।

(१) महणशीलद्विकनक्षत्रस्य प्रधाननक्षत्र सहचारिणश्चयो. परिमाणगणना सम्भवा। फोटोमीटरयन्त्रेण प्रकाशहानिं प्रमाप्य परिमाणं गण्यते।

(२) यत्र यथार्थचाक्षुषकोटिर्वर्णच्छत्रीयवर्गश्च ज्ञातपूर्वौ, तत्रापि परिमाणगणना सरला। यथार्थचाक्षुषकोटिमानेन पूर्णोज्ज्वल्यं माप्यते। वर्णच्छत्रीयवर्गेण तत्पृष्ठस्य तापक्रमश्च ज्ञायते। पूर्णोज्ज्वल्यञ्च प्रतिवर्गक्रोशार्धपृष्ठस्य तापक्रमानुपाति, अत एव सम्पूर्णं पृष्ठं ज्ञायते। पृष्ठमानज्ञानेन व्यासो निर्धीयते। एवं निर्धितानां नक्षत्राणां व्यासा निम्नलिखितसारिण्यां दत्ता —

(सारिणी तथ्यायान्ते सलग्ना)

(३) 'इन्टरफेरोमीटर'नामयन्त्रेणापि परिमाणगणना शक्या। माउण्टविल्सन वेध शालाया शत इञ्चीयदूरदर्शकयन्त्रे सलग्नेन २० फुटमितदैर्घ्यवता इन्टरफेरोमीटरयन्त्रेण कतिपयानां नक्षत्राणां परिमाणानि परिमापितानि सन्ति। (अस्य यन्त्रस्य विवरणं दुर्बोधत्वादत्र न दीयते)

११·५१ परिमाणविषयकः श्रेणीक्रमः

परिमाणगणनायां नक्षत्राणां निम्ना विभागा विधीयते—

(१) रक्तदैत्यनक्षत्राणि, दैत्यनक्षत्राणि च

(२) मुख्यश्रेण्या नक्षत्राणि—सूर्यात् किञ्चिद्बृहन्ति

—सूर्यसमानि

—सूर्यात् किञ्चिल्लघूनि

(३) श्वेतवामनानक्षत्राणि

---

१. १०,२४,०८० क्रोशार्धानि प्रतिदिनम्।

दैत्याकाराणां नक्षत्राणां व्यासोऽतिदीर्घः। सर्वप्रथममेतेषां सर्वाधिकौज्ज्वल्यमवलोक्य 'दैत्याकारण्येतानि' इति निश्चित ज्योतिर्विद्भिः, अधुना परीक्षणैस्तेषां यथार्थतो दैत्याकारत्वं निश्चितमस्ति। ज्येष्ठानक्षत्र[1] रक्तवर्णकं विशालतारकमस्ति। यदि सूर्यो ज्येष्ठानक्षत्रमिव विशालो भवेत्तर्हि भौमभृशुकबुधा ग्रहा सूर्यस्योदर एव भवेयुः। रक्तवर्णमार्द्रानक्षत्रमपि पर्याप्तं विशालम्। सूर्यो यदि तद्वद् भवेत्तर्हि वयं सर्वे पृथिवीवासिनस्तस्योदर एव भवेम।

मुख्यश्रेणीकनक्षत्राणि प्रायः सूर्यसमानि परिमाणविषये। नीलवर्णकानि किञ्चित् सूर्याद् दीर्घतराणि, रक्तवर्णकानि च सूर्यात्लघुतराणि।

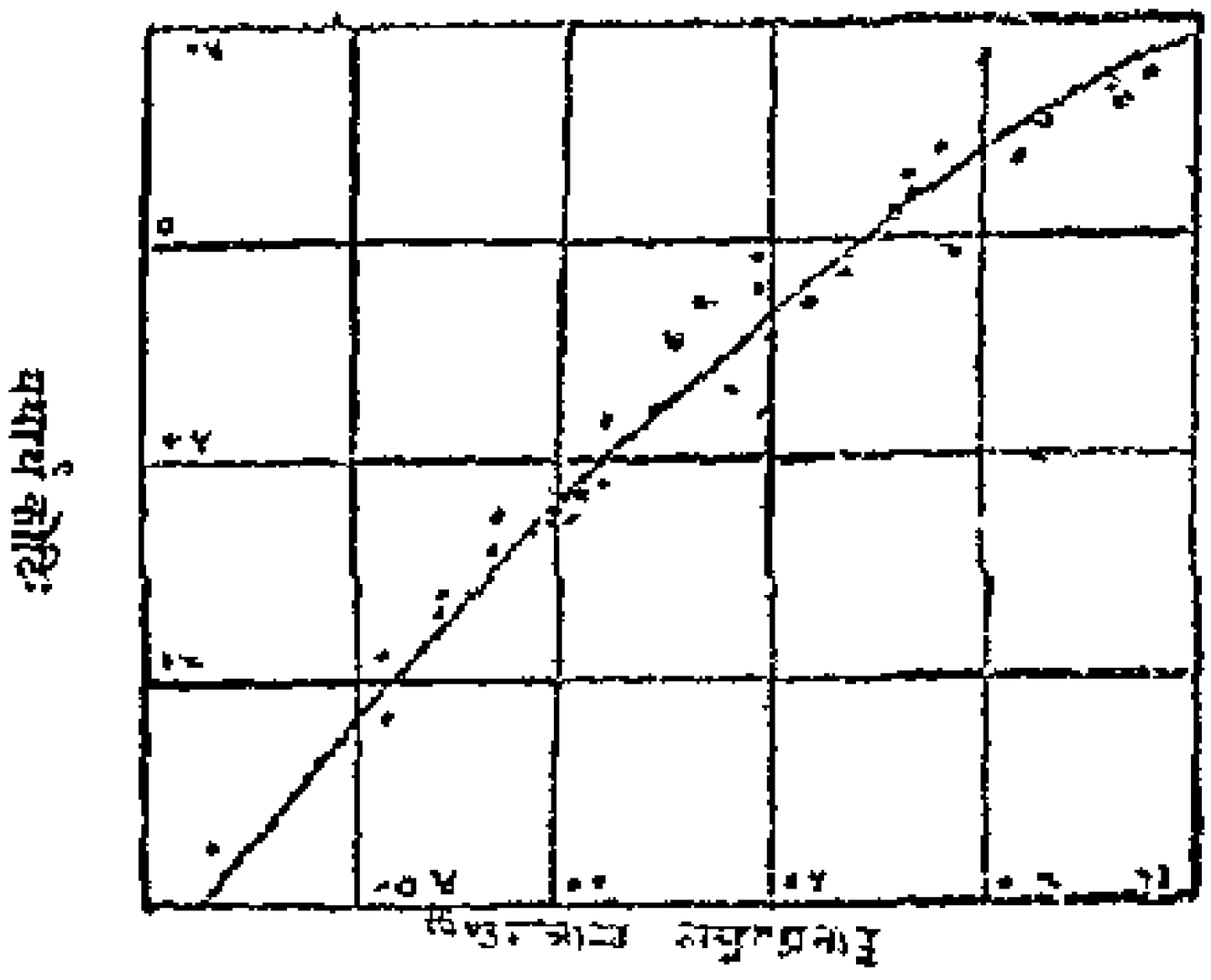
लघुतमानि नक्षत्राणि 'वामनाकाराणि' इति नाम्ना प्रसिद्धानि। एतानि परिमाणे भूसमानि भौमसमानि वा।

११.६ पिण्डमात्रा

कस्यचिदपि नक्षत्रस्य समीपतमवर्तिनक्षत्रस्योपरि गुरुत्वाकर्षणकल्मेरावदत्त्व यद् नक्षत्र पिण्डमात्रानयन प्रायेण दुर्लभमेव। तथाप्याधुनिकतमसिद्धान्तैर्ज्योतिर्विदः कतिपयानां नक्षत्राणां पिण्डमात्रा गणयन्ति।

(१) द्विकनक्षत्रेषु प्रधाननक्षत्रस्य सहचारिनक्षत्रस्य पिण्डमात्रागणना सरला, यतः पिण्डद्वयस्य गतिनियमजनितविश्लेषणैः पिण्डमात्रा ज्ञातव्या भवति। (द्रष्टव्य § १२·१८)

(२) यथार्थचाक्षुषकोटि पिण्डमात्रा सम्बन्धो निश्चितोऽस्ति। अतो यदि चाक्षुषकोटि-रुपायान्तरेण निर्णीतास्ति तर्हि पिण्डमात्रा ज्ञातव्या भवति। गणितज्ञैर्नैकनक्षत्राणां चाक्षुषकोटीः



---

१. अस्य नक्षत्रस्य भारतीयज्योतिर्विद्यायां नाम 'ज्येष्ठा' अस्ति। इदं वस्तुतः परिमाणे ज्येष्ठम्। किमिदं केवलं संवादित्वम्।

पिण्डमानाश्च सुष्ठु विश्लेष्य नियम उपलब्ध एकः। पिण्डमाना औज्ज्वल्य रेखाचित्रे यथार्थं चाक्षुषकोटेः पिण्डमानाया लघुगणकाङ्कः प्राप्यते।

११.६१ घनत्वम्

पिण्डमाना परिमाणञ्च ज्ञात्वा मध्यमघनत्वमानस्यानयनमतिसरलम्, यतो मध्यमघनत्व $= \frac{\text{पिण्डमाना}}{\text{पिण्डघनक्षेत्रम्}}$। अनेदमवधारणीय यन्नक्षत्रे घनत्वं सर्वत्र न समम्, केन्द्रसमीपवर्तिभागस्य घनत्वमधिक केन्द्रदूरवर्तिभागस्य च घनत्व विरलम्।

नक्षत्राणि घनत्वविषयेऽत्यधिक विषमाणि। ज्येष्ठानक्षत्रस्य घनत्वं न्यूनतममस्ति, वद् वायुघनत्वस्य '०००५ भागमितम्। श्वेतवामनाकाराणाञ्च घनत्व सर्वाधिकमस्ति। (द्रष्टव्या सारिणीसंख्या ११·८)।

११.६२ तापक्रमः

सुदूरवर्तिना नक्षत्राणामपि तापक्रमनिर्धारणमाधुनिकविज्ञानस्याद्भुत कर्म। सूक्ष्म-परीक्षणैरिद ज्ञायते यन्नक्षत्राणा वर्णस्तापक्रमाधीन, अत एव वर्णस्य ज्ञानेन तापक्रमनिर्धारण सम्भवम्। वर्णस्य ज्ञान वर्णसूचकेन (§ ११·२३१) भवति। अत एव ज्योतिर्गणकैर्वर्णसूचक तापक्रमसम्बन्धो निर्धारितः। स अधो दीयते—

$$\text{तापक्रमः} = \frac{७२००}{\text{वर्णसूचकम्} + ०·६४}$$

उदाहरणम्—लुब्धकस्य वर्णसूचक शून्यमितम्, अत एव तस्य तापक्रमः $= \frac{७२००}{०+०·६४} =$ ११,२००°K

एव शीतलतमाना नक्षत्राणा तापक्रम. १,८०० सेण्टीग्रेडमित', उष्णतमानाञ्च ५०,००० सेण्टीग्रेडमितोऽस्ति।

वर्णच्छत्र-तापक्रम-सम्बन्धेनापि तापक्रमो माप्यते। सम्बन्धोऽयं सर्वप्रथम भारतीयज्योतिर्गोलिकशास्त्रिणा दिवङ्गतेन मेघनादशाहमहोदयेन खिस्ताब्दे १९२१-तम उद्घोषितः।

११.७ वर्णच्छत्रीयवर्गाः

११·७१ नक्षत्राणां वर्णच्छत्रम्

नक्षत्राणां वर्णच्छत्रमुपायद्वयेन फोटोरूपके गृह्यते।

(१) एकरिमन्नेव फोटोफलके इष्टनक्षत्रस्य वर्णच्छत्र प्रयोगशालीयधातुविशेषस्य च वर्णच्छत्रे गृह्येते (विवरणं § ११·४१२ तमे द्रष्टव्यम्)।

(२) यदि बहूना नक्षत्राणां वर्णच्छत्राणि परीक्ष्याणि तर्हि एकं महत्तिपार्श्वे स्थापित्वा नक्षत्राणा भिन्ना वर्णच्छत्राणि रचयन्ति।

'हेनरीड्रेपर'महोदयेन खिस्ताब्दे ११२४ तम एका वर्णच्छत्रसूची प्रकाशिता। अस्यां सूच्यां प्रायः २,२५,३००-नक्षत्राणां वर्णच्छत्रीयवर्गा दत्ताः सन्ति।

११.७२ वर्णच्छत्रीयवर्गाः

वर्णच्छत्राणां विशेषाध्ययनं कृत्वा ज्योतिर्भौतिकशास्त्रिभिः सप्त वर्गा निश्चिताः, तेषां वर्गाणां चिह्नानि O, B, A, F, G, K, M, सन्ति। सूक्ष्मभेदोपलब्धये प्रत्येकं वर्गस्य दशांशाः क्रियन्ते। एवं g_0 वर्णच्छत्रं G$_0$ वर्णच्छत्र K$_5$ वर्णच्छत्रमध्ये K$_5$ वर्णच्छत्रस्य समीपे वर्तते।

वर्णच्छत्रज्ञानमतिमहत्त्वपूर्णम्। नक्षत्रस्य रासायनिकसंरचना तापक्रमो भौतिकस्थितयो वर्गा विकासश्च वर्णच्छत्रविश्लेषणेनैव ज्ञायन्ते।

वर्णच्छत्रीयवर्गाणां विवरणानि निम्नसारिण्यां दीयन्ते—

वर्णच्छत्रीयवर्गाः	प्रमुखनक्षत्राणि	वर्णाः	विवरणानि
O	—		अत्यधिकमुष्णानि। वर्णच्छत्रे आयणीकृतहेलियमम्, आक्सीजनं नाइट्रोजनं मुच्यन्ते
B	रीगेल चित्रा		'हेलीयमरेखाः सर्वाधिकाः B_2' वर्गीयेषु।
A	सुव्यक्तः, अभिजित्	नीलः	सर्वाधिकाः।
F	अगस्त्य प्रोक्योनः—		A. वर्गे हाइड्रोजनरेखाः
G	सूर्यः ब्रह्महृदयः पीतः		H K-रेखाः कैल्शियम तत्त्वस्य वर्णच्छत्रे।
K	स्वाती रोहिणी रक्तपीतः		धातूनां रेखाः सर्वाधिकाः।
M.[1]	आर्द्रा, ज्येष्ठा रक्तः		

निम्नलिखितसारिण्यां वर्णच्छत्र-तापक्रमसम्बन्धादयो दीयन्ते—

वर्णच्छत्रीयवर्गाः	वर्ण-सूचकम्	ताप-क्रमः	वर्णच्छत्रीय-वर्गाः	मुख्यरेखीरालम् वर्णसूचकः	मुख्यरेखीरालम् तापक्रमः	हैल्शाबरराशम् वर्णसूचकः	हैल्शाबरराशम् तापक्रमः
O_5	.....	५०,०००°K	G$_0$	०.५७	५७६०°K	०.६७	५३००°K
B$_0$	-०.३३	२१,०००	G$_5$	०.६५	५,४००	०.९२	४,५००
B$_5$	-०.१८	१४,०००	K$_0$	०.७८	४,१००	२.१२	४,०००
A$_0$	०.००	१०,६००	K$_5$	०.९८	४,२००	१.९७	३,२००
A$_5$	०.२०	८,२००	M$_0$	१.४५	३,४००	१.७३	३,०००
F$_0$	०.३३	७,२००	M$_5$	...	२,८६०	—	२,८००
F$_5$	०.४७	६,३००	M$_8$	...	....	—	२,०००

१. अधुना N. H. N. S चित्रवर्णालयाभ्यां वर्णच्छत्रीयवर्गाणां भेदे सम्मिश्रिता अभवन्।

सारिणी संख्या ११.८

मुख्यनक्षत्राणां तापक्रमव्यासादीनां सारिणी

नक्षत्राणि	वर्णच्छत्रीय-वर्गः	तापक्रमः (K)	व्यासः (सूर्यस्य = १)	पिण्डमात्रा, (सूर्यस्य = १)	घनत्वम् (सूर्यस्य = १)
दैत्याकारणि	M,				
ज्येष्ठा	M_1	३,०००K	३९०	१०	०,०००००२
रोहिणी	K_2	३,२००	७२	४	०,०००१
स्वाती	K.	४,०००	३०	४	०.००१
ब्रह्महृदय A	G.	५,३००	१६	४	०,०१
मुख्यश्रेणीकानि					
B किन्नरः	B_1	११,०००	६	४	०.०२
अभिजित्	A.	१०,६००	२.६	३	०.२
लुब्धक÷A	A.	१०,६००	१.९	२.४	०,३
अवण	A_4	८,२००	१.६	२	०.५
प्रोक्योन	F_5	६,३००	२.३	१.१	०.१
L-किन्नर A	G.	५,७५०	१.३	१.१	०,५
सूर्यः	G.	५,७५०	१.०	१.०	१.०
७०-सर्पधरः A	K.	४,१००	१.०	०.९	०.९
६१-हंस A	K.	३,९००	०.७	०.५	१.४
क्रूगर-६० A	M,	३,३००	०.३	०.३	९
श्वेतवामनानि					
लुब्धक-B	F	७,५००	०.०१४	०.१६	२५,०००
०, वैतरणी B	A.	११,०००	०.०१९	०.४४	६४,०००

१२·१२ द्विकभावनिर्धारणम्

द्वयोर्नक्षत्रयोर्मध्ये कियत्कोणीयान्तरं प्राप्ते द्विकभावसङ्गा जायते, अत्र ज्योतिर्विदां सम्मतिपत्या निर्णयो निम्न. ।

लघुगणक (परस्परकोणीयदूरत्व) = २·८ − $\frac{\text{चाक्षुषकोटिः}}{५}$ द्विकभाव प्रस्तावितु दूरदर्शकस्य विदेशिनी शक्तिः प्रयुज्यते, लघुदूरदर्शकयन्त्रे तु ते एकमिव दृश्येते । दूरदर्शकस्य निरीक्षिणी शक्तिश्च गुणवत्त्व त्वाधीना (द्रष्टव्यः § १·२४) । अधुना यन्त्रपरिष्कारेण कोटीचिकल्पा च ०·१ भिन्नभागादल्पतर कोणीयान्तरमपि पृथक् क्रियते ।[१]

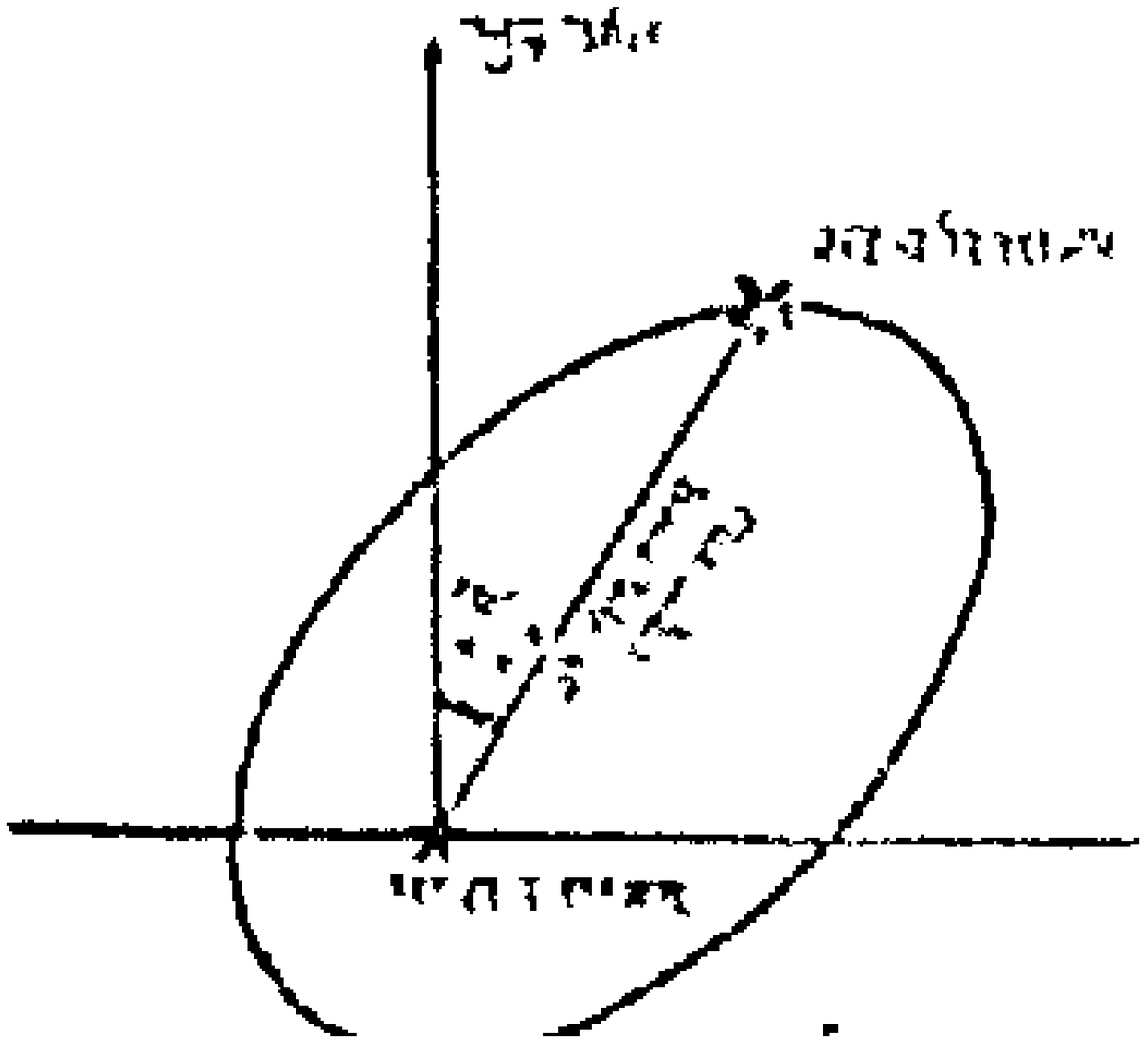
१२·१३ द्विकानां परस्परपरिचलनम्

द्विकनक्षत्रस्य द्वे नक्षत्रे गुरुत्वाकर्षणशक्त्या परस्परसम्बद्धे वर्तेते । यथा सौरमण्डले सूर्यौ दीर्घवृत्तमार्गेणागौ वर्तते, कथावृत्तानि च दीर्घवृत्ताकाराणि तथैवैतं नक्षत्रमन्यतमागौ वर्तते, द्वितीयश्च 'केप्ल'नियमानुसार दीर्घवर्तुलक्षेत्राणां भ्रमति । परिचलनमिदं सदैव कस्मिंश्चो दीर्घवृत्तमार्गे दृश्यते, तथापि दूरगतैर्भिन्नत्वात् प्रधाननक्षत्रं सदैव नाभौ न दृश्यते ।

द्विकनक्षत्रस्य द्वयोर्नक्षत्रयोर्मध्ये यदभिभारवत्तरं तद् प्रधाननक्षत्रं भवति, इतरं तस्य परिचलनक्षत्रमुच्यते । द्वयोर्मध्ये एकः केन्द्रो स्थितो, यस्मिंश्चिते परिभ्रमणो यथा भूत्वा (द्रष्टव्य § ३२१)

१२·१४ द्विकानां परस्परसम्बन्धस्य कक्षादयः

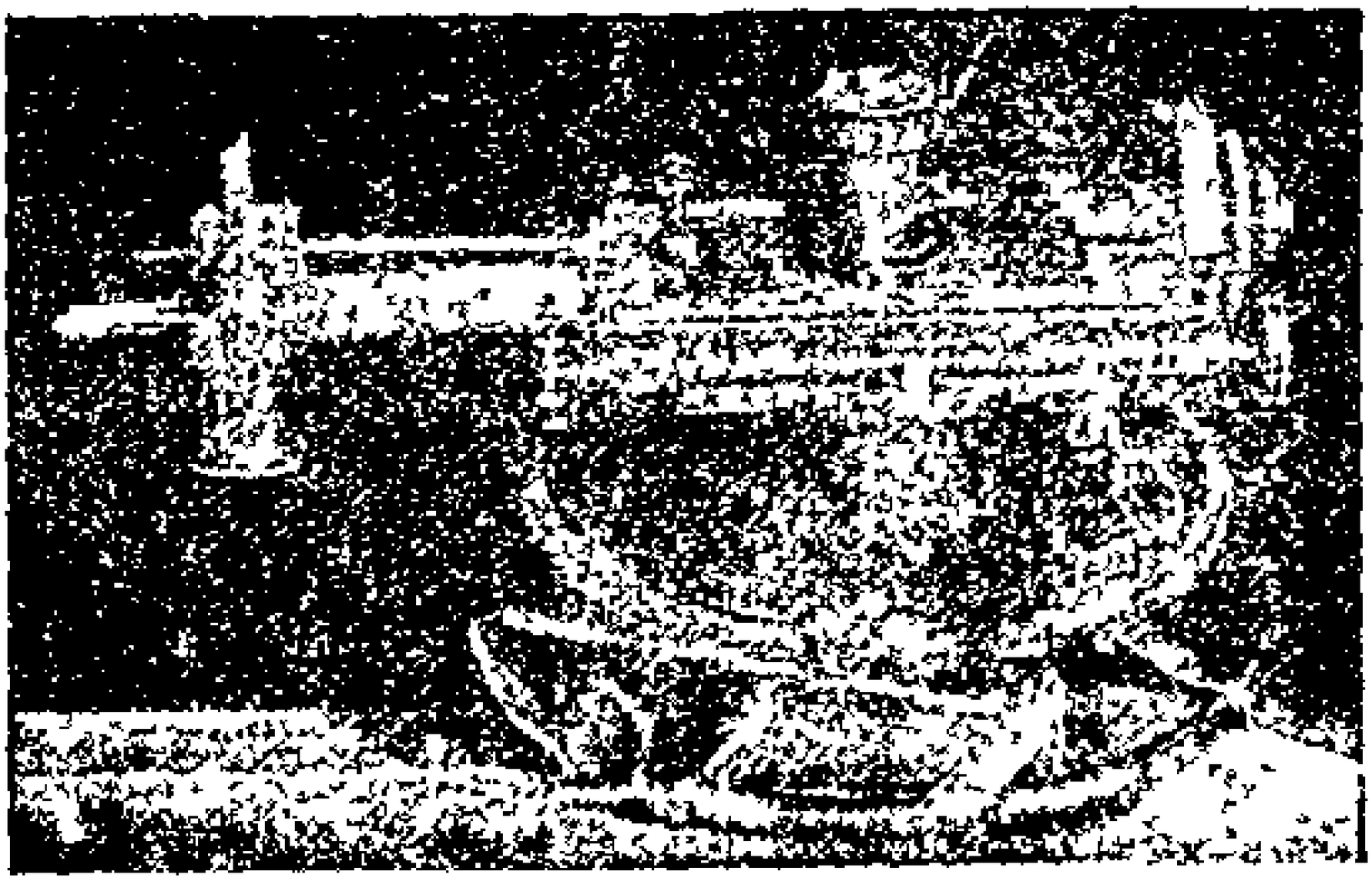
द्विकनक्षत्रस्य द्वयोर्नक्षत्रयोः परस्परसम्बन्धस्यापि द्वयोर्नक्षत्रयोर्गतिकक्षाया भवन्ति—



स्थानिककोणः ध्रुवप्रधाननक्षत्रप्रोतरेखया प्रधाननक्षत्रसहचारिनक्षत्रप्रोतरेखायोगात्कल्पितः कोण उच्यते। प्रधाननक्षत्रस्य सहचारिनक्षत्राद् दूरतं कोणीयान्तरं (अथवा दूरत्वम्) उच्यते।

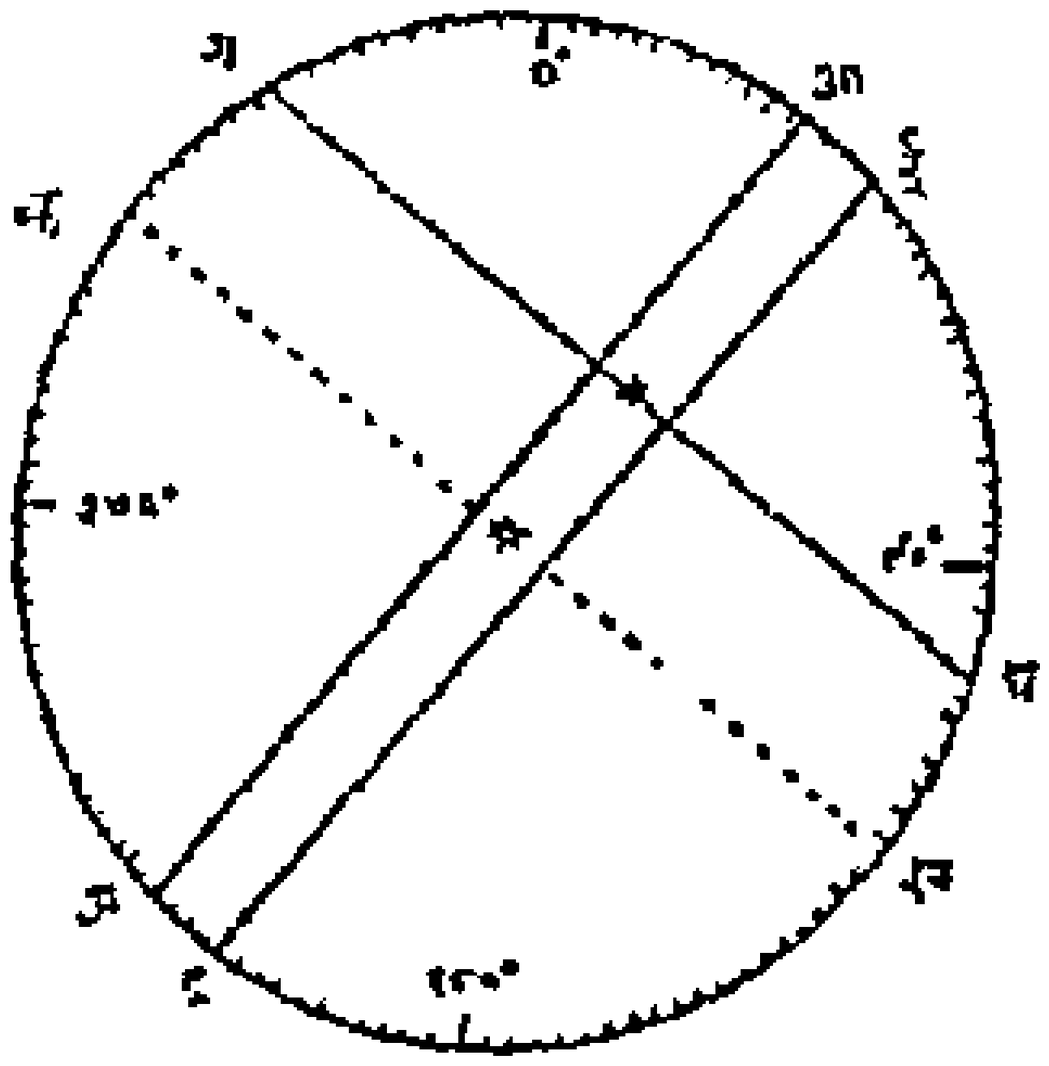
१२·१५ माइक्रोमीटरयन्त्रम्

तिलरमाइक्रोमीटरयन्त्रमेकं वृत्ताकारपटलं यस्य परिधौ कोणाया भक्तमिता अङ्किताः।



माइक्रोमीटरम्

तस्य मध्यकेन्द्रे प्रधाननक्षत्रस्य बिम्बं क्रियते। अ आ १ ई ई दौ १ स्तायुत्ते समानान्तरे चले च। ते



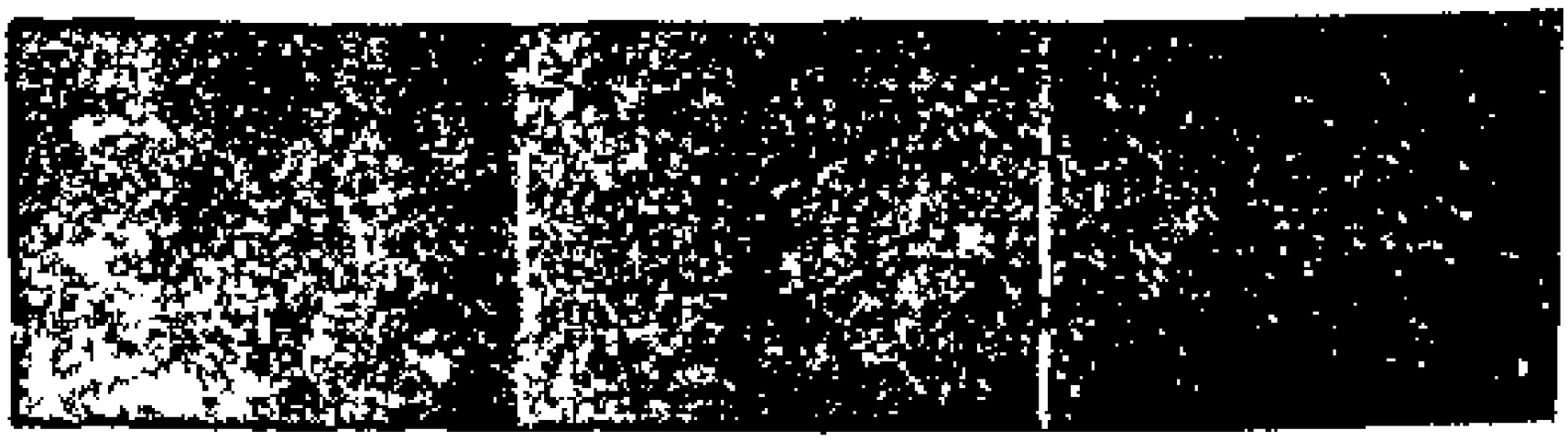
माइक्रोमीटरस्थं चक्राकारपटलम्

याण्डिय नक्षत्रयो. समानान्तरे क्रियो। अनेन स्थानिककोण (अ आ-इतयोग १ ई-वृत्त कोणो वा) निर्णयो।

पुन क्ष एक स्थिरसूत्र प्रधाननक्षत्रबिम्बप्रोतम्, द्वितीय गत्र चल सूत्रम्। तद् गत्र सूत्रमेव चाल्यते यद् गत्र रेखाया सहचारिनक्षत्रस्य प्रतिबिम्ब लभ्यते। अनेन दृश्य (क ख-गत्रयोरन्तर) विकलात्मक कोणीयान्तर वा प्राप्यते।

१२ १६ परिक्रमणमार्गनिर्णयः

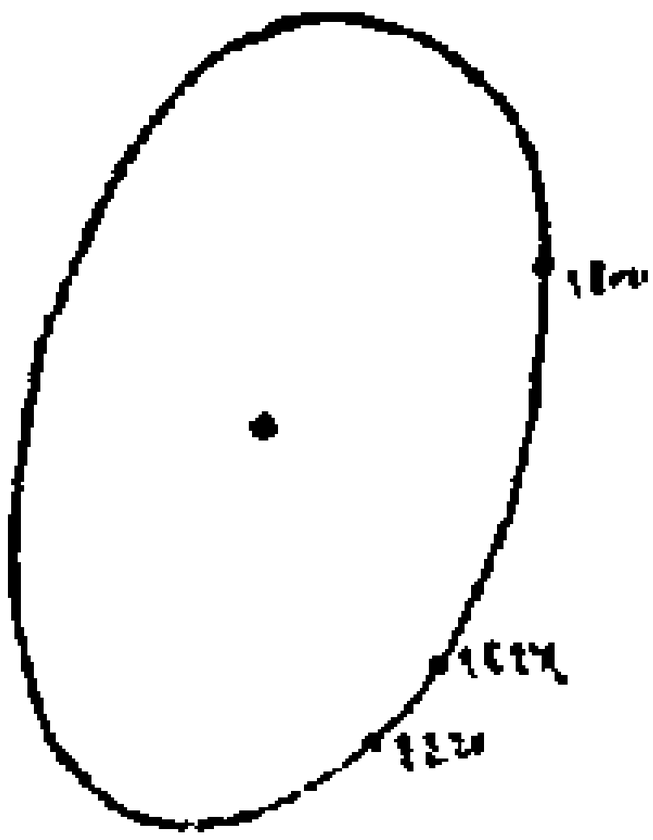
विभिन्नकालेषु द्विकाना फोटोचित्राणि गृह्यन्ते। सहचारिनक्षत्रस्य विभिन्ना स्थानिककोणा, विभिन्नकोणीयान्तराण्यङ्कयित्वा तस्य परिक्रमणमार्ग सुस्पष्टं निश्चीयते। यथा उपरि दत्तैस्त्रिभिश्चित्रै 'क्रूगर' ६० नक्षत्रस्य सहचारिनक्षत्रस्य च परिक्रमणमार्गो निश्चितोऽत्र चतुर्थचित्रे।



१९०८ १९१५ १९२०

'क्रूगर'६० द्विकनक्षत्रस्य प्रधान सहचारिनक्षत्रयो परिक्रमणम्

[पण्डित वेधशाला]



१२ १७ द्विकानां कक्षातत्त्वानि

ग्रहाणां कक्षातत्त्वानीव द्विकानां कक्षाया अपि तत्त्वानि। मध्यमवर्षं, परिक्रमणकाल, कक्षाप्रमाणं, उत्केन्द्रिता, परिक्रमणसंक्षायो स्थानिककोणो, भवीचसंज्ञायो कोणीय वेगम्, ध्रुवकभोगांशाश्च सप्त तत्त्वानि। वेधसंवेद्य कक्षातत्त्व निर्धारणं सम्भवं यदि कक्षार्धकौणिकस्थिरे सहजो भेदो विद्यते।

प्राय सर्वाद्विकाना कक्षा निर्धारिता सन्ति। परिक्रमणकाल ४ ५६ वर्षाणि। उत्केन्द्रिताधिकया वर्षाणा न्यूने। उत्केन्द्रिता मध्यमान प्राय ०.५ सितम्।

१२.१८ द्विकानां पिण्डमाना

द्विकाना पिण्डमानविषये न सुस्पष्टम्, तत्र 'क्रूगर' निर्णय सुलभत्वेन प्राय पिण्डमानविषये सूत्रम्।

$$\text{द्विकस्य द्वयोरंशयो सम्मिलितपिण्डमाना} = \frac{\left(\text{मध्यमदूरम्}\right)^3}{\left(\text{परिक्रमणकालवर्गः}\right)^2 \times \left(\text{सादृश्य}\right)^3}$$

१२.१६ उदाहरणानि

मित्रम्—समीपतमं नक्षत्रमिदं सर्वप्रथमं द्विकभाव प्रादर्शयत्। सहचारिनक्षत्रस्य प्रधाननक्षत्रादल्पतमदूरत्वं सूर्यसन्निदूरत्वसमम्। क्यास्टर-नक्षत्रमेकं परिचितं द्विकनक्षत्रम्, अस्य परिक्रमणकालः २८० वर्षाणि। लुब्धकस्यापि सहचारिनक्षत्र वर्तत इति बेघात् पूर्वं गणितैरेव 'बेसेल'-महोदयेन १८३४-तमे खिस्ताब्दे विज्ञापितम्। प्रश्वानक्षत्रस्यापि सहचारिनक्षत्रं तेनैव महोदयेन सर्वप्रथमं गणितपद्धत्या ह्याविष्कृतम्। अधुना तु प्रधाननक्षत्रगतिविकारमुपलभ्य नैकसहचारिनक्षत्राणामुपस्थितिर्गणितेन सूचिता, यद्यपि तान्यदृश्यान्येव वर्तन्ते।

१२.१६१ कक्षातत्त्वानि प्रमुखद्विकानाम्

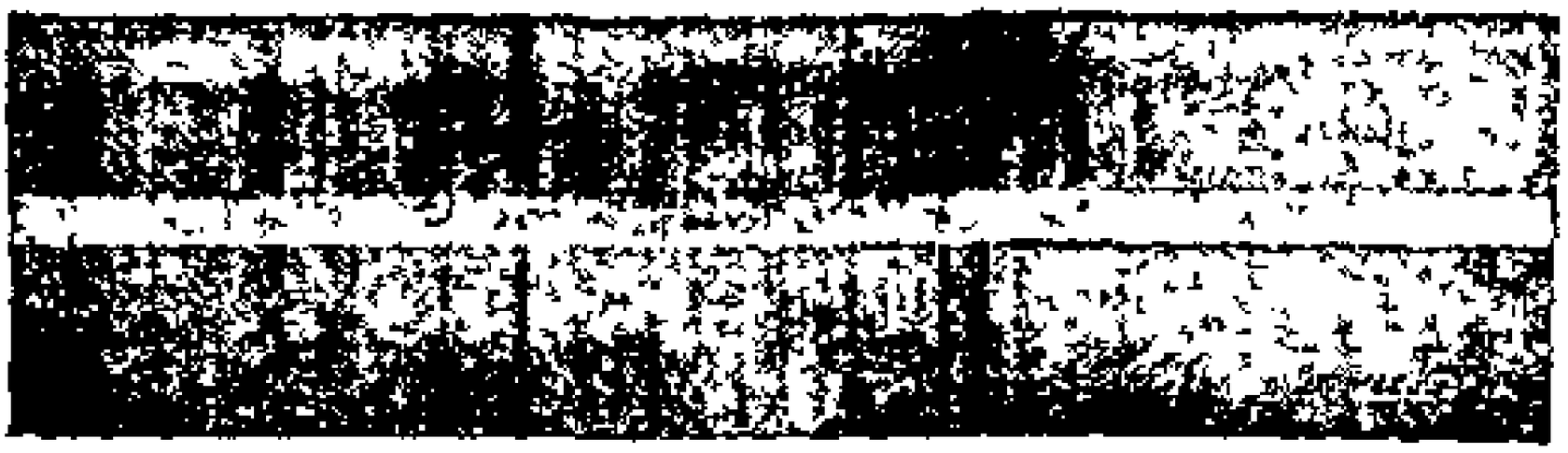
निम्नसारिण्या प्रमुखद्विकानां कक्षातत्त्वानि दीयन्ते—

नाम	चाक्षुषकोटिः		परिक्रमण-कालः (वर्षाणि)	मध्यम-कर्णः	उत्केन्द्रिता	लम्बनम्	सम्मिलित पिण्डमात्रा (सूर्य १)
BD−८° ४३५२	९·९	१०·०	१·७	०″·१८	—	०″·१४८	०·७
8 अलक्कः	५·३	५·४	५·७	०·२७	०·३१	०″·०६६	२·१
४२ केराः	५·२	५·२	२५·९	०·६६	०·५२	०″·०५८	२·२
प्रश्वा	०·५	१३·५	४०·२	४·२६	०·३१	०″·२९४	१·९
'क्रु' ६०	९·३	१०·८	४४·५	२·३६	०·४१	०″·२५७	०·४
लुब्धकम्	−१·६	८·४	४९·९	७·६२	०·५९	०″·३७८	३·३
मित्रम्	०·३	१·७	८०·१	१७·६६	०·५२	०″·७४८	२·१
'क्यास्टर'	२·०	२·८	३८०·	५·८४	०·३७	०′·०७४	३·४

१२.२ वर्णच्छत्रीयद्विकानि

२५००० चाक्षुषद्विकेभ्यो व्यतिरिक्तानि सन्ति बहूनि द्विकानि यानि दूरदर्शकयन्त्रेणापि गोचरत्वातीतानि। इदृशानां द्विकानां द्विकभावस्तेषां वर्णच्छत्रेणावगम्यते, ग्रहणशीलद्विकानाञ्च ग्रहणशीलत्वेन सूच्यते। (ग्रहणशीलद्विकानि विकारिनक्षत्राणां मध्ये कीर्तितानि, द्रष्टव्यः § १२.५५)।

यदि द्वे नक्षत्रे चाक्षुषद्वितयं तर्हि तयोर्वर्णच्छत्रं समभेव। प्रथमनक्षत्रस्य वर्णच्छत्रीयरेखा

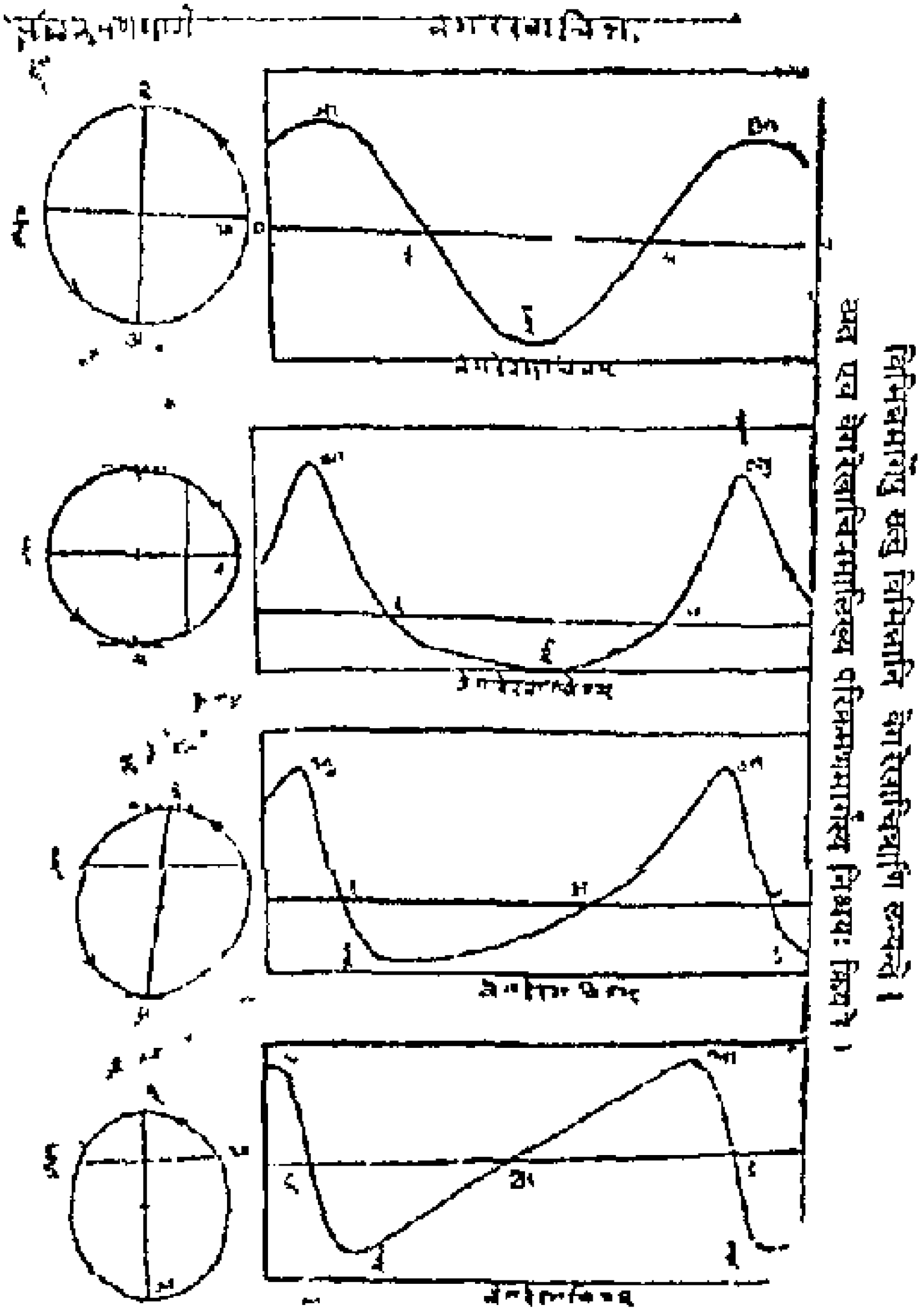


चक्षुषस्य वर्णच्छत्रम् [यर्कीज वेधशाला]

द्वितीयनक्षत्रस्य वर्णच्छत्रीयरेखासु सन्निपत्यैकमेव (एकस्य नक्षत्रस्येव) वर्णच्छत्रं जनयन्ति। परन्तु यदि ते द्वे नक्षत्रे द्विके तर्हि तयोरेकं द्वितीयमभितो भ्रमति, भ्रमणगतित्वात्तयोर्वर्णच्छत्रीय-रेखा त्वीषद् विचलिता दृश्यन्ते। भुवं प्रत्यागच्छतो नक्षत्रस्य वर्णच्छत्रीयरेखा नीलोहितोत्तर प्रति विचलन्ति; भुवो दूरं गच्छतो रेखा उपरक्त प्रति विचलन्ति। एवं प्रत्यक्षरूपेणैकस्य नक्षत्रस्य वर्णच्छत्रे जनितानि रेखाविचलनानि द्विकभाव प्रकटयन्ति। अधो वसिष्ठनक्षत्रस्य वर्णच्छत्रं दीयते। वसिष्ठस्य सहचारिनक्षत्रमरुन्धतीनाम्ना संस्कृतशास्त्रेषु प्रसिद्धम्। परन्तु वसिष्ठ द्विकनक्षत्रस्य प्रधाननक्षत्र स्वयमेकं वर्णच्छत्रीयद्विकम्। अत्र प्रधाननक्षत्रस्य वर्णच्छत्रं दीयते। वर्णच्छत्रे रेखाणां विचलनेन वर्णच्छत्रीयद्विकत्वं सूच्यते।

१२·२१ वेगरेखाचित्रम्

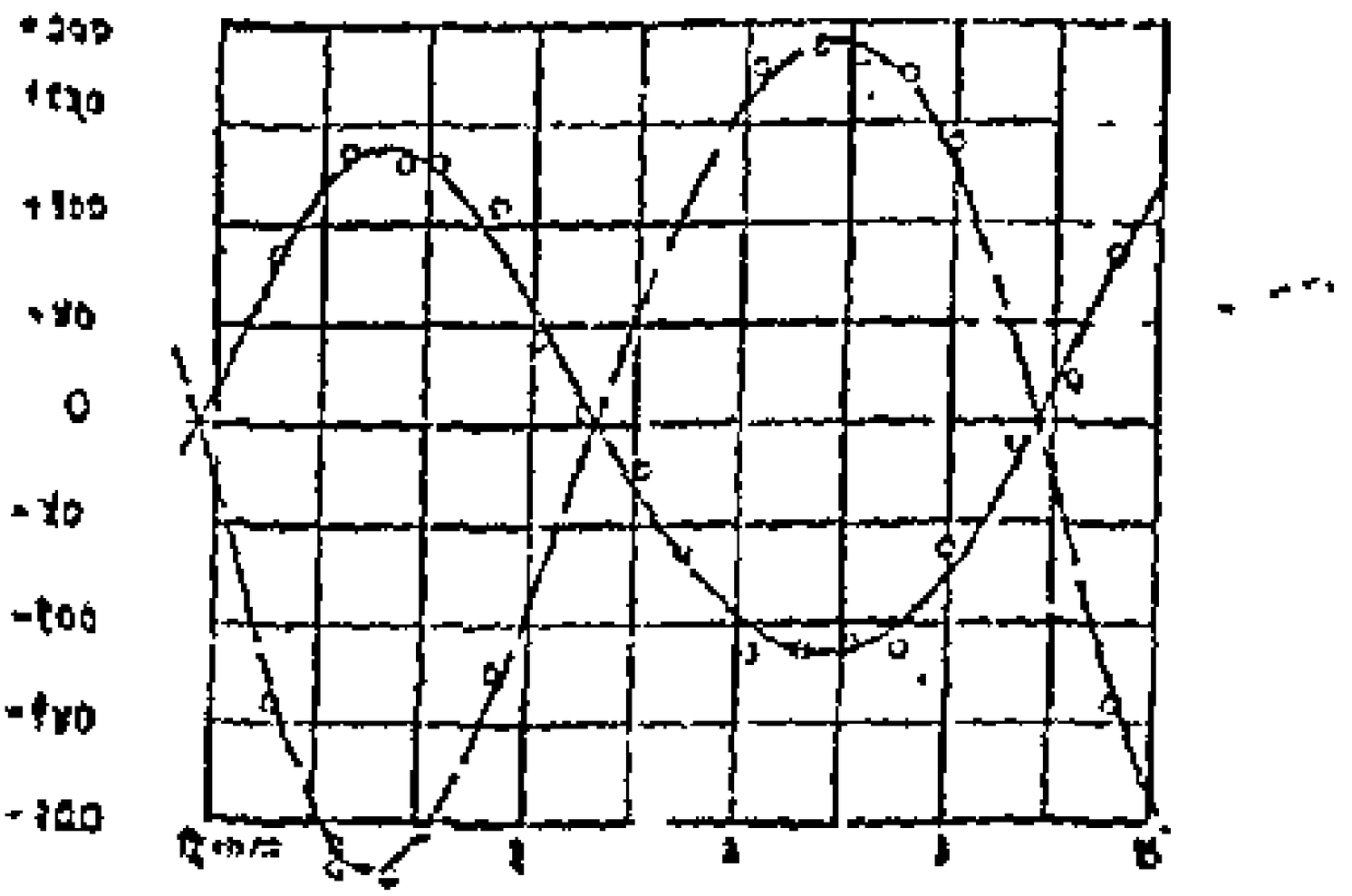
डाप्लर-सिद्धान्तेन नक्षत्रस्य केन्द्रोपगतिवेगो निश्चीयते। केन्द्रीयवेगमानानि रेखाचित्रे



चित्रमिदं वसिष्ठस्य वेगरेखाचित्रम्।

यद्यालिख्यन्ते तर्हि परिक्रमणमार्गानुसारं विभिन्नानि रेखाचित्राणि प्राप्यन्ते। एवं वेगरेखाचित्र-परिक्रमणमार्गयोः सम्बन्धं विज्ञाय वेगरेखाचित्रेण परिक्रमणमार्गो निर्धीयते। द्विकानां वेगरेखाचित्रे सरलतया वर्गच्छत्रीयरेखाविच्छेदेभ्यो ज्ञायते, अत एव तेषां परिक्रमणमार्गा अपि सरलतया निर्धार्यन्ते। २४४ पृष्ठे दत्तानि चत्वारि वेगरेखाचित्राणि सपरिक्रमणमार्गाणि।

निम्नचित्रे चित्रानक्षत्रस्य प्रधानानक्षत्रस्य ब्रह्मचारिनक्षत्रस्य च वर्गच्छत्रोपरिस्थकेन्द्रीय-वेगरेखाचित्रं दत्तम्। अनेन तयोः परिक्रमणमार्गौ प्रायो वर्तुलाकारावुपलभ्येते (वर्तुलाकारत्वम् उपरि दत्तप्रथमचित्रेण तुलना विधाय लभ्यते)।



चित्र. ४४२.२ [illegible]

१२.२२ उदाहरणानि

द्विकनक्षत्रेषु सर्वप्रथमं वसिष्ठ एव ज्ञात आसीत्। अनन्तरञ्च तत्र वर्गच्छत्रीयद्विकभावोऽपि सर्वप्रथमं ज्ञातः, ब्रह्महृदयाख्यनक्षत्रं विना कथाख्यादिनक्षत्राण्यपि वर्गच्छत्रीयद्विकानि सन्ति।

१२.२३ द्विकानामुत्पत्तिः

विश्वामित्रोऽमिदं मत्वा यज्ञप्रथमनक्षत्रादिच्छन् ब्रह्मचारिनक्षत्रं प्रधाननक्षत्राद् निस्यति। तथापि वर्णनीयमिदम्, बहुभिर्विद्वद्भिरङ्गीकृतत्वात्। किन्तु नक्षत्रं यदा यत्नेन निजमार्गात्मन्दं गुरुत्वाकर्षणेन स्वकेन्द्रं प्रति संक्षिप्यते। सम्पीडनाद्यज्ञप्रथमे द्वौ भागौ स्तः, अन्यभाग-द्वयेन विनाभागा अन्तर्भविनो भवन्ति। यथा यथा यज्ञप्रथमनक्षत्रं मन्दे तथा तथा विनाभागा अधिकाधिकं दीर्घा वर्तुलिनो भवन्ति। अन्ततो भग्नभागा लुप्यन्ते, अस्मात् ब्रह्महृदयाख्यनक्षत्रं जायते।

अधुना तु नक्षत्राणां विस्फोटविज्ञानाद्यो द्विकानामुत्पत्तिक्रमः ज्ञायते।

१२.३ त्रिकाणि

द्विकानां नक्षत्राणां कतिपयानि वस्तुतस्त्रिकाणि। तत्र त्रीणि नक्षत्राणि भौतिकरूपेण सम्बद्धानि सन्ति। 'क्यास्टर'नक्षत्रं चाक्षुषद्विकम्। तस्य द्वयोर्नक्षत्रयोरन्तरं ६-विकलामितम्, परन्तु तस्मात् ७३ विकला दूरत्वे विद्यते, एकं नवमकोटिकं नक्षत्रं यस्य प्रकृता गतिः 'क्यास्टर'-गतिसमा। अस्य परिक्रमणकालः १०,००० वर्षाणि। इदमपि 'क्यास्टर'नक्षत्रेण भौतिकसम्बन्धेन सम्बद्धमित्यनुमीयते। एवमत्र त्रिकं प्राप्यते। ध्रुवनक्षत्रमपि त्रिकमस्ति। केन्द्रीयगतिविकारात् प्रथमं तस्य रेखाच्छनीयसहचारिनक्षत्रं प्राप्तम्, तस्य परिक्रमणकालश्च ४-दिनमितः। तथापि तस्य ध्रुवस्य केन्द्रीयगतौ विक्षेपो दृश्यते, अत एवानुमीयते तृतीयस्य नक्षत्रस्यादृश्यरूपस्योपस्थितिर्येन स्थानच्युतिरिय क्रियते।

१२.४ बहुकानि

यथा त्रिकेषु त्रीणि नक्षत्राणि भौतिकरूपेण सम्बद्धानि लभ्यन्ते तथैव बहुकानि दृश्यन्ते, यत्र बहूनि नक्षत्राणि भौतिकसम्बन्धेन सम्बद्धानि। वर्णच्छत्रपरीक्षणेनानेकानि नक्षत्राणि वर्णच्छत्रीय-द्विकानि सिद्धानि यानि पूर्वमेकाकीनि मतानि। उपरि कथितं यत् क्यास्टरनक्षत्रमेकं त्रिकमस्ति, परन्तु सर्वाणि त्रीणि वर्णच्छत्रीयाणि द्विकानि (तृतीयमतिधूमिलनक्षत्रमपि वर्णच्छत्रीयद्विकम्!) एवं नेत्राभ्यामेकाकि क्यास्टरनक्षत्रं बहुकं यत्र षट् नक्षत्राणि परस्परगुरुत्वाकर्षणसम्बन्धेन सम्बद्धानि लभ्यन्ते।

वस्तुतोऽनन्ताकाशे चैकाकिनक्षत्रस्य (सूर्यस्येव) उपलब्धिः प्रायो दुर्लभा। अधिकतरन्तु नक्षत्राणि द्विकानि त्रिकाणि बहुकानि वा लभ्यन्ते।

१२.५ विकारिनक्षत्राणि

सूर्यस्य गुणैरेवान्येषां नक्षत्राणां गुणाः प्रायोऽनुमीयन्ते, यतः सूर्योऽस्माकं सर्वाधिकपरिचितं नक्षत्रम्, परन्त्वनुमानमिदं न सर्वथा सत्यम्। दृश्यन्ते यदा कदाप्यत्रापवादाः। एकोऽपवादः सूर्यस्य प्रकाशस्यैकरूपत्वे लभ्यते। सूर्यः सदैवैकरूपेण (सर्वदा सममानयैव) प्रकाशं तापञ्च विकिरतीति सार्वकालिकोऽनुभवोऽस्माकम्। परन्तु विद्यन्ते नैकानि नक्षत्राणि येषां प्रकाशताप विकिरणविषये वर्तते विकारिभावः। कस्मिंश्चिद्दिने चातिधूमिलानि, यस्मिंश्चिच्च दिने तान्यति-भासुराणि दृश्यन्ते। कतिपयानान्तु सर्वाधिकौज्ज्वल्यकाले सर्वाल्पौज्ज्वल्यकालापेक्षया बहुगुणित-भास्वरत्वम्। एतादृशानि प्रकाशविकारित्वाद् विकारिनक्षत्राणि प्रोच्यन्ते।

१२.५१ विकारिनक्षत्राणां भेदाः

विकारिनक्षत्राणां विकारहेतुमूल्यात्त्रयो भेदाः—

(१) स्फुरणशीलानि—अत्र स्फुरणात्तेषां भास्वरत्वे विकारो जायते।

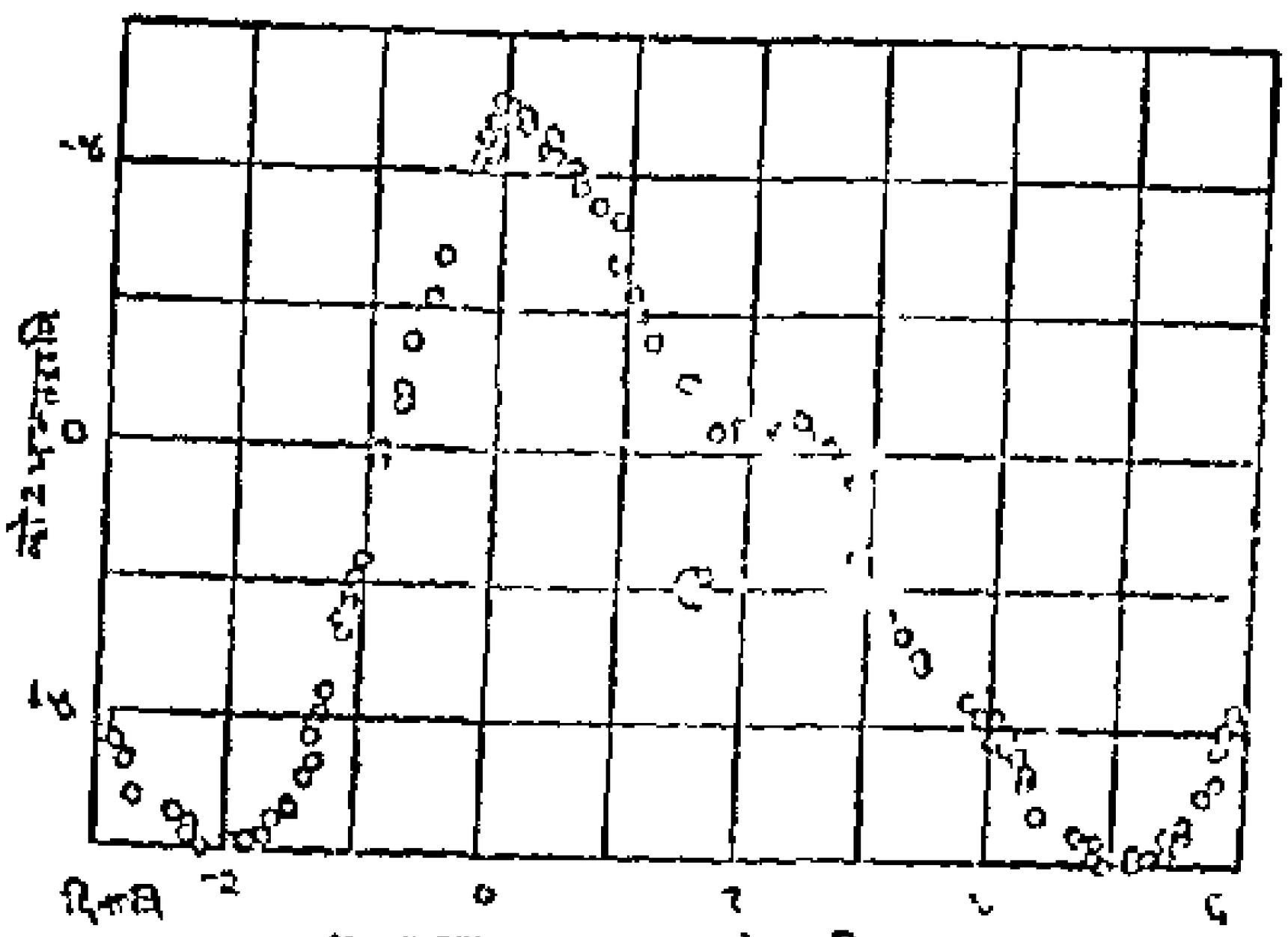
(२) विस्फोटशीलानि—एतेषु प्रायेण विस्फोटा भवन्ति, विस्फोटेन तेषां भास्वरत्वे विकारं लभते।

(३) ग्रहणशीलानि—द्विकनक्षत्रे यदि नक्षत्रयोः परिक्रमणतलमस्माकं दृक्पथस्य लम्बरूपेण विद्यते, तर्हि काले काले एक नक्षत्रमपरस्य सम्मुखमायाति, आच्छादनञ्चास्य भास्वरत्वं

क्षीणतां भजते यथा सूर्यग्रहणे सूर्यस्य भास्वरत्वम्, चन्द्रस्य सम्मुखागतत्वात्। एतानि द्विधानि ग्रहणशीलानि कथ्यन्ते।

१२.५२ प्रकाश-रेखाचित्रम्

विकारिनक्षत्राणां भास्वरत्वं ह्रीयते वर्धते च, अत एवाध्ययनसौकर्य्यायैषा प्रकाशरेखाचित्राण्यालिख्यन्ते। प्रकाशरेखाचित्रस्यैकस्मिन्पक्षे दिनान्यङ्क्यन्ते, द्वितीयेऽक्षे च नक्षत्रकोट्यां जातानि परिवर्तनाल्यङ्क्यन्ते। निम्नतमाद् बिन्दोः पुनर्निम्नतमबिन्दुपर्यन्तं कालावधिः (द्वयोर्निम्नतम-



भास्वरत्वकाल्योर्मध्यवर्ती कालः) ह्रासक्षयवृत्तिकाल उच्यते। उपरि दत्ते प्रकाशरेखाचित्रे आवृत्तिकालः सप्तदिनमितः।[1]

१२.५३ स्फुरणशीलविकारिनक्षत्राणि

१२.५३१ भेदाः

स्फुरणशीलविकारिनक्षत्राणां चत्वारो भेदा दृश्यन्ते—

(अ) कार्यसंविकारिनक्षत्राणि।
(आ) अर्धनियमितविकारिनक्षत्राणि।
(इ) दीर्घकालिकविकारिनक्षत्राणि।
(ई) अनियतकालिकविकारिनक्षत्राणि।

---

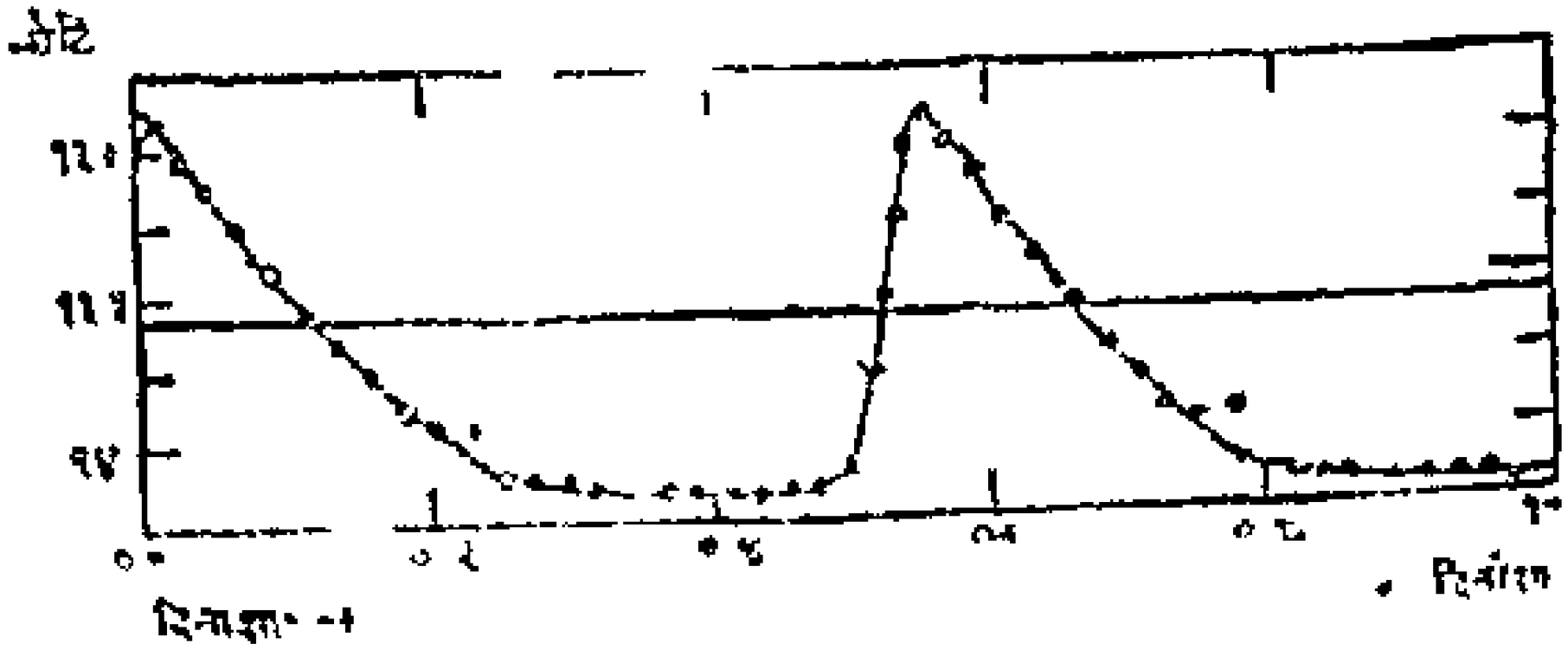
१. विकारिनक्षत्राणां प्रकाशमात्रा कोटिविद्युत्कम्पेन मापते। इदं 'कोटिमीटर'यन्त्रं सम्प्रतीदं गृहनाथादि यन्त्र इवाकाशीयपिण्डानां प्रकाशमात्रामापनेन सम्पादयति। एकैकाङ्केन च एकैकेन (कोटिविद्युत्कम्पसंख्यया) नक्षत्रस्य मात्रैकाङ्को गण्यते।

१२.५३२ वार्षपर्वविकारिनक्षत्राणि

येषां विकारिनक्षत्राणामावृत्तिमानः ४५-दिवसेभ्योऽल्पः,तानि वार्षपर्वनक्षत्राणि प्रोच्यन्ते। 8-वृषपर्वनष्पन्नामस्य भेदस्य प्रमुखमुदाहरणम्। अत एव तस्य व्यपदेशेनैतानि निर्दिश्यन्ते। अत्र दृश्येते द्वौ भेदौ—आकाशगङ्गाविषयकवार्षपर्वाणि, गोलस्तबकीयवार्षपर्वाणि च।

आकाशगङ्गाविषयकवार्षपर्वाणि—सामान्यवार्षपर्वनाम्नापि प्रसिद्धानि। एतानि प्रायेण काशगङ्गायाः सामीप्यं भजन्ते, आवृत्तिकालश्चैषां प्रायः पञ्चदिनमितः। अल्पतमभास्वरत्वकाले नक्षत्राणीषद्रक्तवर्णकानि। उपरि §१२.५२ तमे दत्तं प्रकाशरेखाचित्रमेकस्याकाशगङ्गाविषयकवार्षपर्वणोऽस्ति। एतानि महाकाशे विरलानि, प्रायो द्वादशसङ्ख्याकान्येव चक्षुर्ग्राह्याणि सन्ति। अस्माकं भुवनक्षत्रमपीदृशकमेकं नक्षत्रम्।

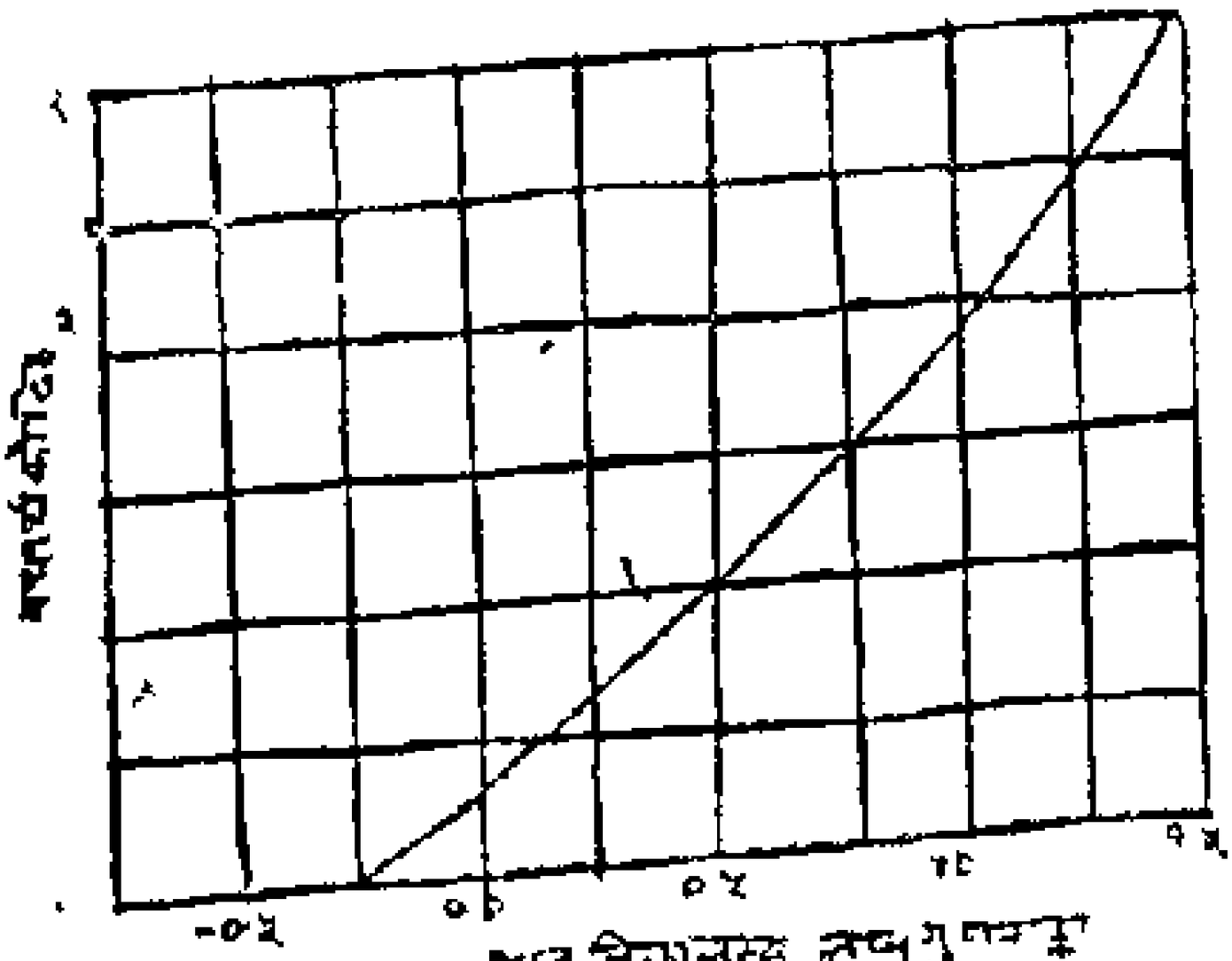
गोलस्तबकीयवार्षपर्वाणि सर्वप्रथमं गोलस्तबकेष्वदृश्यन्त। एषामावृत्तिकालश्च प्रायोऽर्धदिनमितः। अल्पतम आवृत्तिकाल एका होरा, दीर्घतम आवृत्तिकालश्चैकं दिनम्। एषां भास्वरत्वविकारः किञ्चिदस्थिरः। महत्तमभास्वरत्वकाले द्रुतगत्या, अल्पतमभास्वरत्वकाले च मन्दगत्या विकारो भवति। एतानि सर्वाण्यतिधूमिलानि नक्षत्राणि, केवलं दूरदर्शकयन्त्रेण प्रेक्षणीयतां भजन्ते। प्रायः सर्वाणि वर्णच्छटीये A वर्गे समाविशन्ति। अथ एकस्य गोलस्तबकीयवार्षपर्वणः प्रकाशरेखाचित्रं दत्तम्। तत्रावृत्तिकालः प्रायः ३५ घटिकामितः।



गोलस्तबकीयवार्षपर्वणः प्रकाशरेखाचित्रम्।

वर्षपङ्क्तम्—वर्णच्छटीयवर्गेषु भास्वरत्वविकारेण यद् विचारो दृश्यते। तत्रत्यं महत्तमभास्वरत्वकाले महत्तमं, अल्पतमभास्वरत्वकाले चाल्पकम्। वर्षपङ्क्तयो रेखा दीर्घन्ते।

महत्त्वम्—दूरत्व-निर्धारणे वार्षपर्वनक्षत्राणि महत्त्वपूर्णानि। सर्वप्रथमं 'ग्रेपली' महोदयेन १९१७ तमे खिस्ताब्दे आवृत्तिकाल-यथार्थभास्वरत्व-सम्बन्धो निर्धारितः। आवृत्ति-काल यथार्थभास्वरत्व रेखा-चित्रेण आवृत्तिकालेन यथार्थभास्वरत्वकोटिरनुमीयते (रेखाचित्रमत्रत्यं द्रष्टव्यम्)। यथार्थभास्वर-त्वकोटिं प्राप्य फोटोविग्-यकप्रतीयमानकोटिर्वेधेन लभ्यते। ततो निम्नसूत्रेण पारसेकमानेन दूरत्वं गण्यते



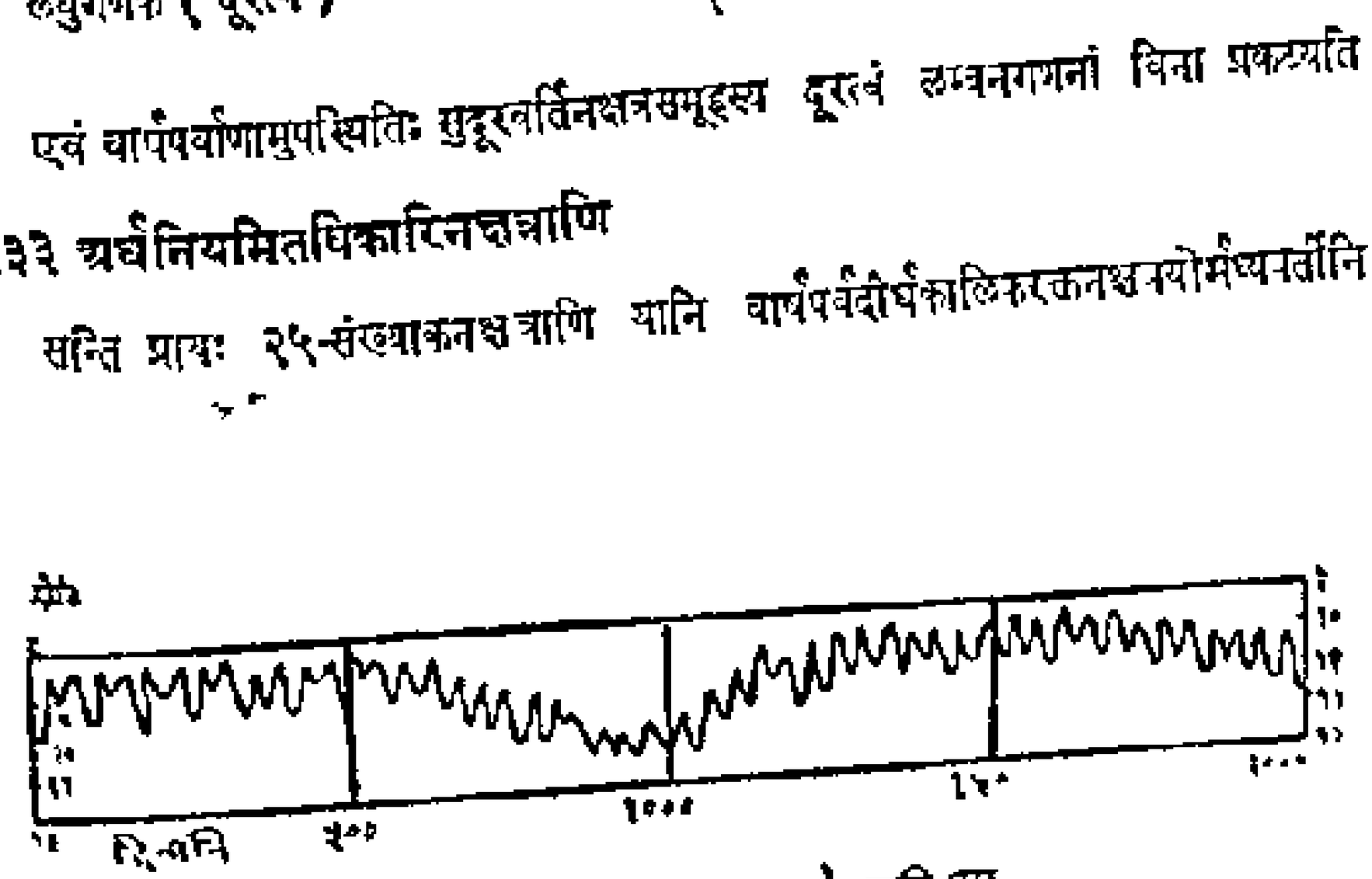
आवृत्तेः सह यथार्थभास्वरत्व रेखाचित्रम्

$$\text{लघुगणक (दूरत्व)} = \frac{\text{प्रतीयमानकोटिः} - \text{यथार्थकोटिः} + ५}{५}$$

एवं वार्षपर्वाणामुपस्थितिः सुदूरवर्तिनक्षत्रसमूहस्य दूरत्वं लम्बनगणनां विना प्रकटयति।

१२·५३३ अर्धनियमितधिष्ण्यनक्षत्राणि

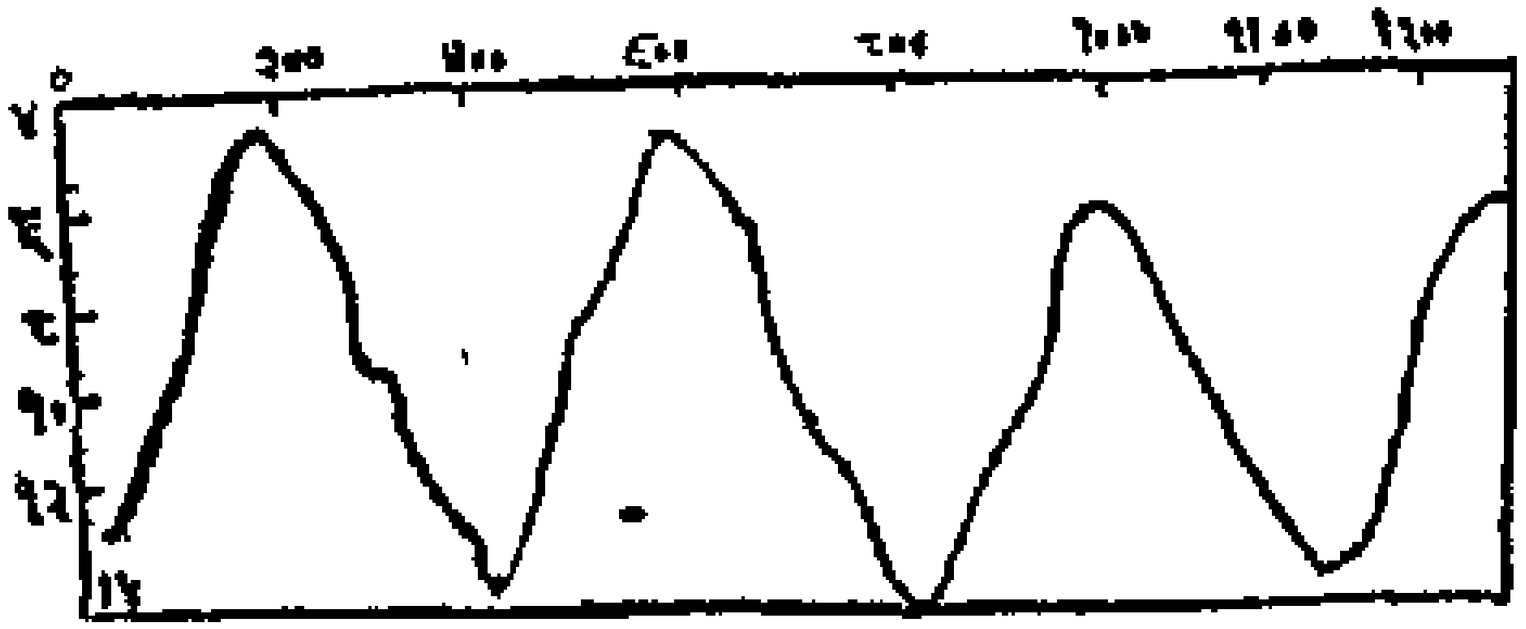
सन्ति प्रायः २५-संख्याकनक्षत्राणि यानि वार्षपर्वदीर्घकालिकरुकनक्षत्रयोर्मध्यवर्तीनि।



RV-वृषभनक्षत्रमेकमस्य भेदस्योदाहरणम् (तस्य रेखाचित्रमुपरि दत्तम्) एतानि वार्षपर्वनक्षत्र-यद्दत्यामभास्वरत्वकाले किञ्चिद् रुक्षवर्णकानि भवन्ति। एषां वर्णच्छटीयवर्गः 'K' अस्ति।

१२.५३४ दीर्घकालिकविकारिनक्षत्राणि

प्रायेण रक्तदैत्याकाराणि महादैत्याकाराणि च नक्षत्राणि दीर्घकालिकविकारिनक्षत्राणि। एषामावृत्तिकालः कतिपयमासेभ्यो वर्षद्वयपर्यन्तं दृश्यते। प्रायेणावृत्तिकालः २७५ दिनमितो लभ्यते। भास्वरत्वपरिवर्तनं पर्याप्तम्, कदाचिद् दशकोट्यन्तरमपि दृश्यते, अपदिक्स्मिन्नावृत्तिकाले यदि महत्तमभास्वरत्वकोटिः षट् तर्हि अल्पतमभास्वरत्वकोटिः षोडश भवति।



X- हंसनक्षत्रस्य प्रकाशरेखाचित्रम्

उपरि X हंसनक्षत्रस्य प्रकाश-रेखाचित्रं दत्तम्। 'माइरा'नामकं नक्षत्रमपि भेदस्यास्य प्रसिद्धमुदाहरणम्। अस्य प्रकाशपरिवर्तनं गतत्रिंशत्वर्षेभ्यो गणितमासीद् ज्योतिर्विदिः। महत्तम-भास्वरत्वकाले नक्षत्रमिदं द्वितीयकोटिकं ध्रुवदृश्यं चाक्षुषनक्षत्रं भवति, परन्तु मन्दतमभास्वरत्व काले दशमकोटिकं (केवल दूरदर्शकेन ग्राह्यं) नक्षत्रं भवति। अस्यावृत्तिकालश्च ३३० दिनमितः। महत्तमभास्वरत्वकाले वर्णच्छत्रीयो वर्गः M_5 तापक्रमश्च २६०० सेण्टीग्रेडमितः, अल्पतमभास्वरत्व काले च वर्णच्छत्रीयो वर्गः M_6 तापक्रमश्च १९०० सेण्टीग्रेडमितो भवति।

१२.५३५ अनियतकालिकविकारिनक्षत्राणि

सन्ति कतिपयानि नक्षत्राणि येषां विकारोऽनियतकालिकः। एषां भास्वरत्वपरिवर्तनमपेक्षया न्यूनं सप्तमयन्त्रेण मापनीयम्, अन्यथा तानि विकारशून्यानीव दृश्यन्ते। आर्द्रानक्षत्रमस्य भेदस्योदाहरणम्। अस्य महत्तमभास्वरत्वकालीनकोटिरल्पतमभास्वरत्वकालीनकोटेः १·२ मितोधिका।

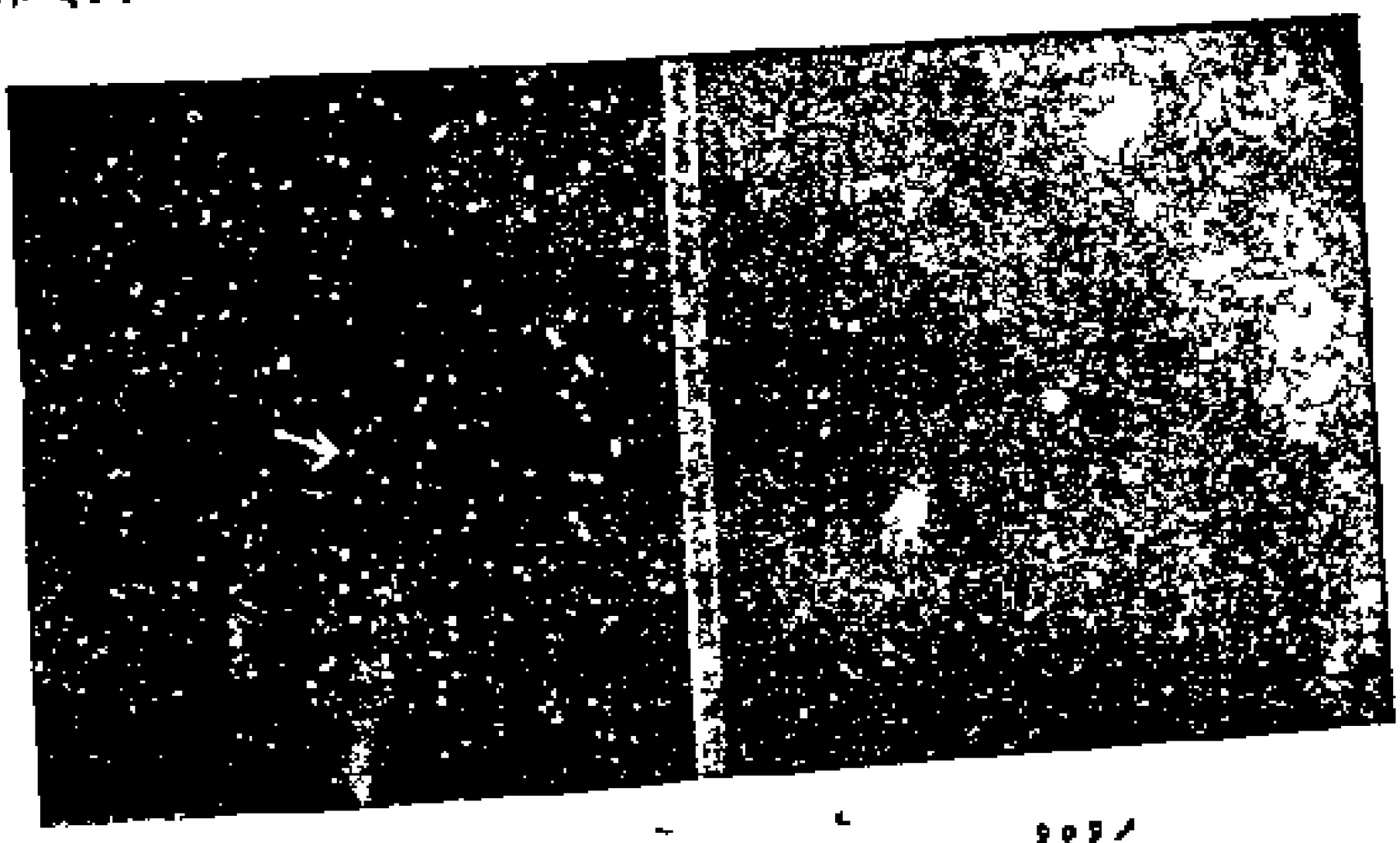
१२.५३६ स्फुरणस्य कारणम्

अत्र 'शेपली'महोदयस्य मतं प्रायः सर्वसम्मतं वर्तते। तस्य मतेन स्फुरणशीलानि नक्षत्राणि वाष्पमयान्येव। तेषु हृदयस्फुरणमिव स्फुरणं भवति। स्फुरणलेखा परिमाणं दर्शयन्ति पक्षदर्शनं वा वर्धते हीयते च। तथ्यमिदं वर्णच्छत्रविश्लेषणेनापि समर्थ्यते। यथा यथा नक्षत्रस्य परिमाणं वर्धते तथा तथा तस्य भास्वरत्वं वर्धते, वर्णच्छत्रे रेखाश्चोपलब्धयो भवन्ति। यथा यथा च परिमाणं हीयते, तथा तथा तस्य भास्वरत्वं हीयते, वर्धते, वर्णच्छत्रे च रेखा अपगच्छन्ति। 'एडिङ्गटन'महोदयेन गणितेन ज्ञातं यत् परिमाणवृद्धेः परिमाणह्रासेन च दीप्तिरत्र प्रक्रिया जायते, अनेन प्रकाशरेखाचित्रे त्यावृत्तिकालः प्रायः स्थिरो भवति।

१२.५४ विस्फोटशीलविकारिनक्षत्राणि

सन्ति कानिचन नक्षत्राणि यानि पक्षतोऽतिभूमिमानि, परन्तु क्रमादेवातितीव्रभास्वरत्वं काले काले भजन्ते, ततश्च क्रमेण मन्दभास्वरत्वमधिगम्य पूर्वभूमिकां गच्छन्ति। तानि

आरबभाषाया 'नोवा'नक्षत्राणि कथ्यन्ते। अत्र च 'नव्य'नाम्नोच्यन्ते। एतेषां वैभवमौज्ज्वल्यञ्च क्षणिके एव।



१९०५ नव्य गरुड-नक्षत्रस्य भास्वरत्वम्

१९१८ ['यर्किज'-वेधशाला]

१२५४१ नामकरणम्

प्रथम 'नोवा'शब्दो लिख्यते, तत्पश्चात्तस्य नक्षत्रमण्डलस्य नाम स्थाप्यते यत्र स्थित तद् दृष्टम्, तत्पश्चात्तस्य विस्फोटवर्षं दीयते। यथा 'नोवा' हस १९४२नक्षत्रं सर्वप्रथम हस नक्षत्रमण्डले १०४२ तमे खिस्ताब्द उपलब्धमासीत्।

१२५४२ ऐतिहासिकनव्यनक्षत्राणि

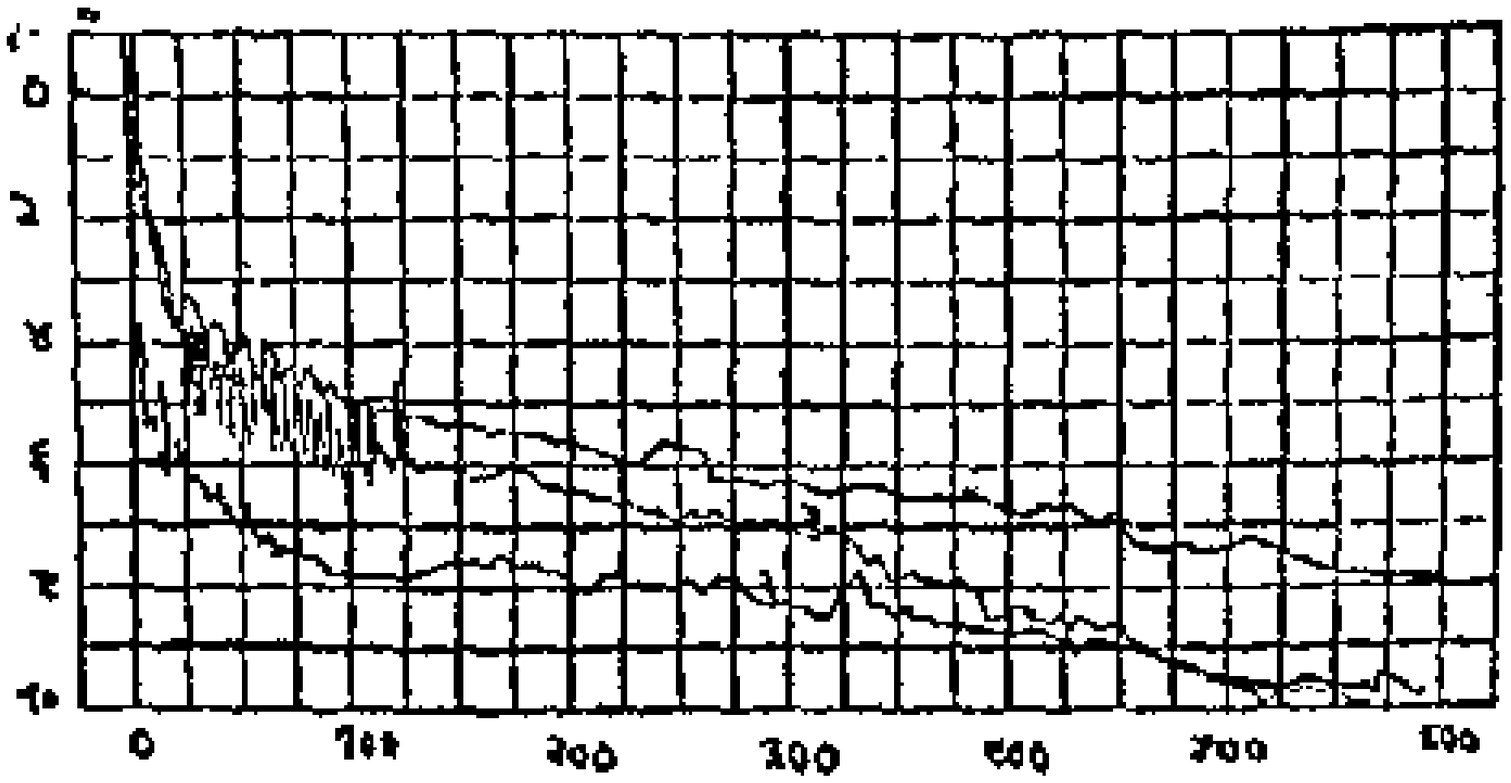
'टाइखो ब्रेही'महोदयेन १५७२ तमे खिस्ताब्द एक नव्यनक्षत्रं दृष्टं यद् दिवाऽपि दृष्टिगोचरत्वममजत। परन्तु तत् किञ्चित् कालानन्तरं पुनर्धूमिलमभवत्। 'केप्लर'महोदयश्च १६०४ तमे खिस्ताब्दे मुजङ्गनक्षत्रमण्डले नक्षत्रमेकं दृष्टवान् यद् गुरुवद् औज्ज्वल्य १८ मासान् अभजत। अधुना तु प्राय शतसंख्याकान्याकाशगङ्गाया नव्यनक्षत्राणि प्राप्तानि, एषां मध्ये सप्त नक्षत्राणि प्रथमकोटिकानि सन्ति।

विंशतितमे खिस्तीयशतके उपलब्धानि नव्यानि निम्नानि—

नाम	कोटि
नव्य–ययाति –१९०१	+ ०.१ ब्रह्महृदयवत्
नव्य–गरुड–१९१८	– १.४ कुम्भकवत्
नव्य–हस –१९२०	+ १.८ ध्रुववत्
नव्य–हिरण्य–१९२५	+ १.२ चित्रावत्
नव्य–शौरी–१९३४	+ १.५ 'ब्रेनेव'वत्
नव्य–नौवृषम्–१९४२	+ ० ३९ 'रीगेल'वत्

१२·५४३ प्रकाशपरिवर्तनम्

विस्फोटकालस्याचिरात्पूर्वं नक्षत्रमतिधूमिलं वर्तते, परन्तु विस्फोटकाले झटित्यतितीव्रभास्वरत्वं प्राप्नोति। ततः शनैः शनैर्भास्वरत्वमल्पीभवति, अन्ततश्च नक्षत्रं पूर्ववत् स्थायिधूमिलत्वं याति। निम्नचित्रेणेदं स्पष्टीभविष्यति।



['नव्य-गरुड-१९१८, नव्य-ययाति-१९०१, नव्य-मिथुन १९१२' इत्याख्यानां नक्षत्राणां प्रकाशरेखाचित्राणि]

१२·५४४ विस्फोटकारणम्

विस्फोटशीलविकारिनक्षत्रं मुख्यश्रेणिनक्षत्रापेक्षया लघुतरम्, घनतरञ्च श्वेतनक्षत्रम्। नक्षत्रमध्यवर्तिनाभिकरसाद् मुच्यते, नक्षत्रस्य प्रकाशमण्डलं वर्धते, अन्तःशक्तिश्च बहिर्निरसरति। अस्या प्रक्रियाया भास्वरत्वमल्पमपि वर्धते। शक्तिविकिरणातिरेकाद् विस्फोटो भवति, विस्फोटानन्तरं नक्षत्रपरिमाणं हीयते, परन्तु बहिर्गतानि वाष्पाणि द्रुतं मण्डलाकारं प्राप्य नक्षत्रं परिवेष्टन्ते।



अगस्त २०, १९२२
नवगरुड १९१८-स्य परिवेषनम्

सितम्बर ३, १९२६,
['मिल्वल'-वेधशाला]

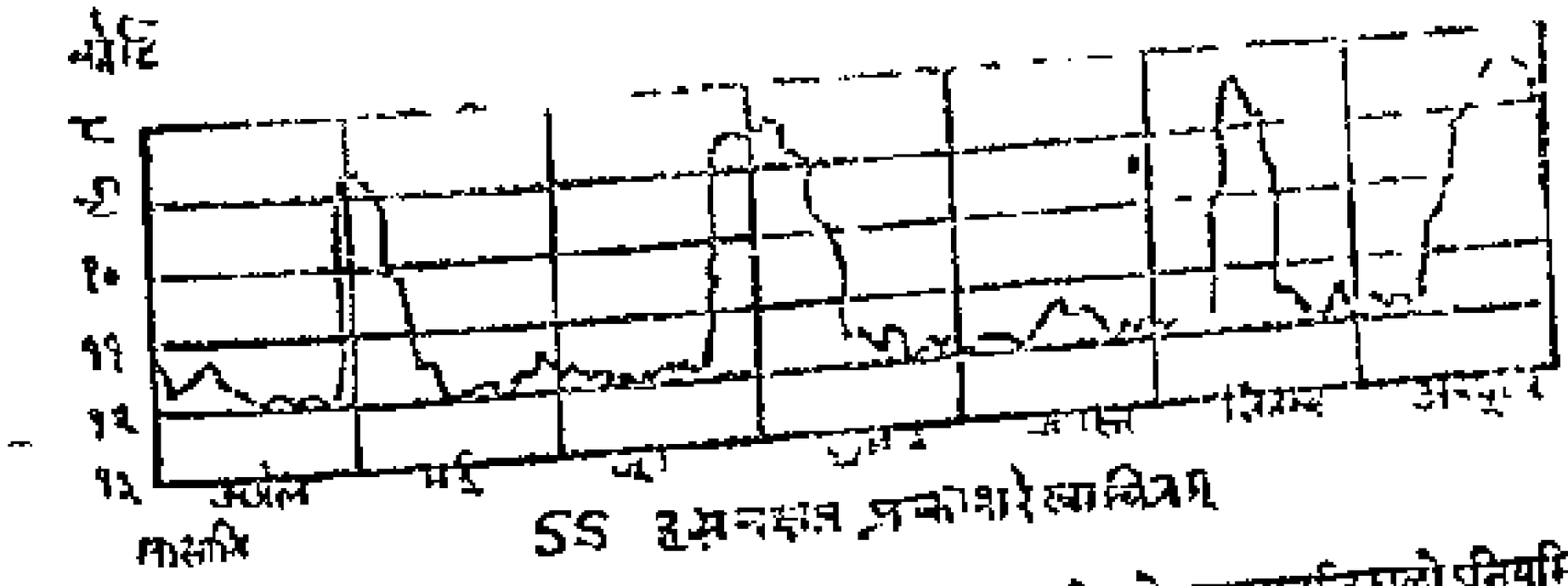
बाष्पपरिवेष्टनमिदमन्ततो विरलत्वं भजमानं महाकाशे विलीयते। नक्षत्रञ्च न केवलं पुनः श्वेतनक्षत्रं भवति, किञ्चिद् विस्तारहानिमपि लभते। कदाचिदिदं परिवेष्टनं शनैः शनैर्विस्तीर्णं भवति, दूरदर्शकयन्त्रेण च दर्शनीयतां भजते। नव्य-गरुड-१९१८नक्षत्रस्य परिवेष्टनं गोलाकारमासीत्। इदं विस्फोटकालात् चतुर्माऽनन्तरं सर्वप्रथमं दृश्यमभवत्, ततः प्रतिवर्षं तस्य व्यासार्धो विकलैकमितां वृद्धिमलभत (द्रष्टव्यं २५२ पृष्ठस्थं फोटोचित्रम्), १९४० तमे खिस्ताब्दे च नक्षत्रस्य व्यासो दशसहस्रज्योतिःप्रमापकमितोऽभवत्।

१२.५४५ वर्णच्छत्रम्

विस्फोट एवात्र विकारस्य प्रमुखकारणमिति 'डाप्लर'-सिद्धान्तगणितैर्वर्णच्छत्रीयरेखाविचक्षणैरपि सिध्यति। यदा नक्षत्रं वर्धते तदा बाष्पाण्यत्यमान् प्रत्युपसर्पन्ति, रेखाश्च नीललोहितं प्रति विचलन्त्यो दृश्यन्ते। बाष्पाणि प्रतिदोरं शतसहस्रक्रोशार्धगत्याऽपि वर्धन्ते। अस्यां बाष्पवृद्धिप्रक्रियायां कदाचित् सन्ति नैकाः कोषा ये चैकैकशो भिद्यन्ते। नव्य हंस-१९२०नक्षत्रे पञ्च कोषा आसन्, ते सर्वे ५०० क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डं विस्फुटिताः।

१२.५४६ नव्याभासनक्षत्राणि प्रत्यावर्तिनव्यानि च

नव्यनक्षत्राणां विस्फोट एकदैव भवति, परन्तु सन्ति कतिपयानि नक्षत्राणि येषां चत्वारः पञ्च वा विस्फोटा दृष्टाः सन्ति। एषामावृत्तयो कालक्रमेण विरलविरलतरा भवन्ति। u-हृश्चिक-नक्षत्रस्य १८६३तमे, १९०६-तमे, १९२६तमे च खिस्ताब्दे विस्फोटा अभवन्। एतानि प्रत्यावर्तिनव्यानि प्रोच्यन्ते। एतानि धूमिलत्वमपि क्षिप्रं लभन्ते, अत एव नव्यनक्षत्रेभ्यो भिन्नानि मन्यन्ते।



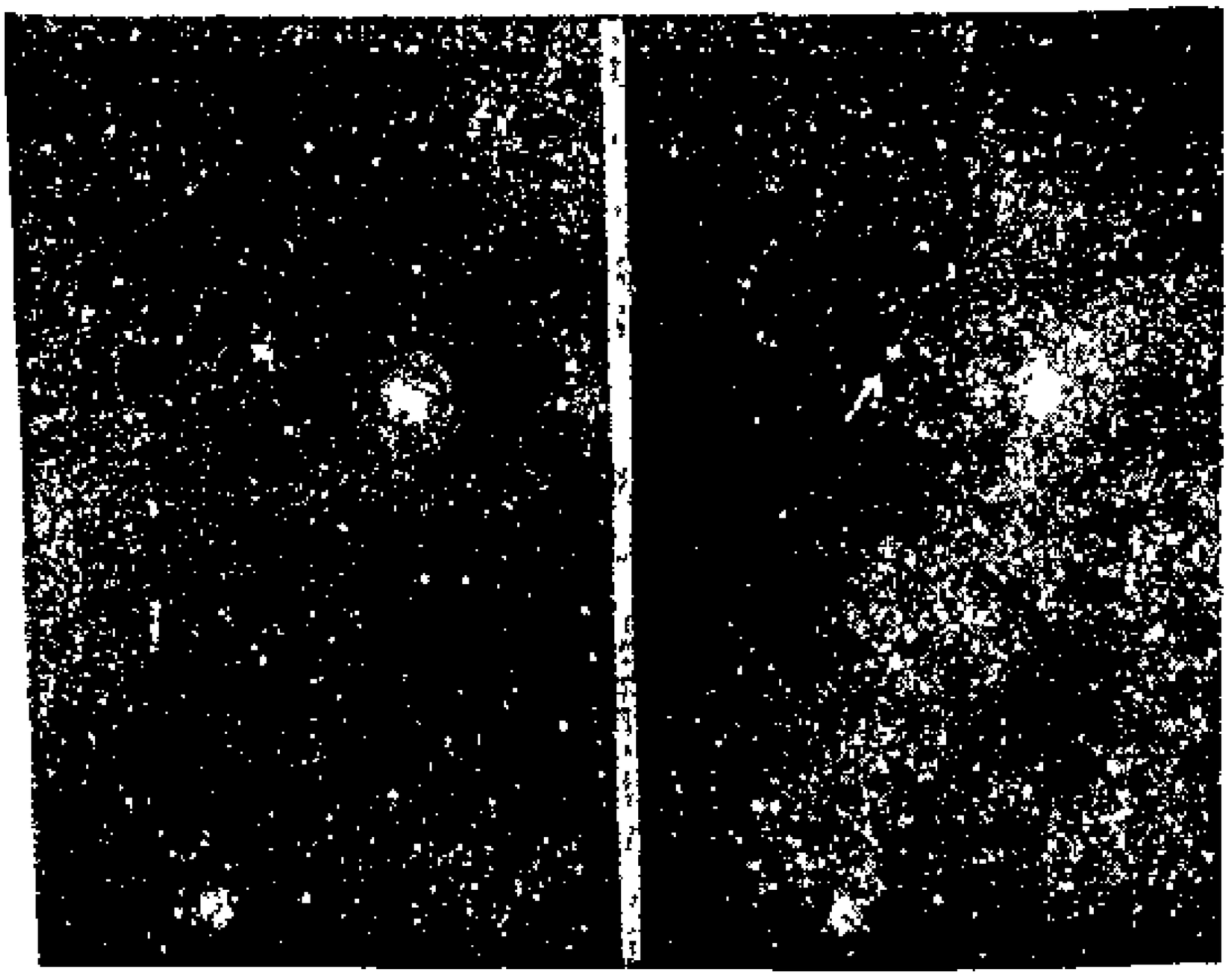
SS हंसनक्षत्रप्रकाशरेखाचित्रम्

कतिपयानां नक्षत्राणां विस्फोटा बहुशो भवन्ति। विस्फोटानामावृत्तिकालोऽनियमितः, अर्थात् कदाचिदल्पः कदाचिद्दीर्घः, तथापि दशवर्षेषु प्रत्येकं नक्षत्रस्यावृत्तीनां संख्या समैव। एतानि नव्याभासनक्षत्राणि कथ्यन्ते। SS-हंसं नक्षत्रमस्यैवमुदाहरणम्। अस्य नाक्षत्रकोटिः सामान्यतया १२-मितास्ति, परन्तु विस्फोटकाले स्वियं नव मिता भवति। नव्याभासनक्षत्राणि प्रत्यावर्तिनव्यानि च समगुणकान्येव।

१२.५५ ग्रहणशीलविकारिनक्षत्राणि

द्विकानामेव ग्रहणं रम्यतमम्। यदि कियद्भिः वर्णच्छत्रीयद्विकमेवं यद् द्वयोर्नक्षत्रयोः परिलगणतल्परमाकं दृक्सूत्रस्य लम्बरूपेण वर्तते, तर्हि तयोरेकं द्वितीयस्य सम्मुखं काले काले आगत्य

परचवर्तिनः प्रकाशमवरुणद्धि। प्रकाशावरोधनाद् भास्वरत्वहानिर्जायते। यतो द्विकल्पमिदं वर्णच्छत्रीयम्, एते द्वे नक्षत्रे तीक्ष्णदूरदर्शकेनाप्येकं नक्षत्रमिवाभातः, ग्रहणजनितप्रकाशहानिः प्रतीयमानस्यैकस्य नक्षत्रस्य भास्वरत्वहानिः कथ्यते, द्विकनक्षत्रस्य च विकारिनक्षत्रमध्ये गणना क्रियते।



β-रथी नक्षत्रस्य ग्रहणशीलविकारित्वम्
['हार्वर्ड' वेधशाला]

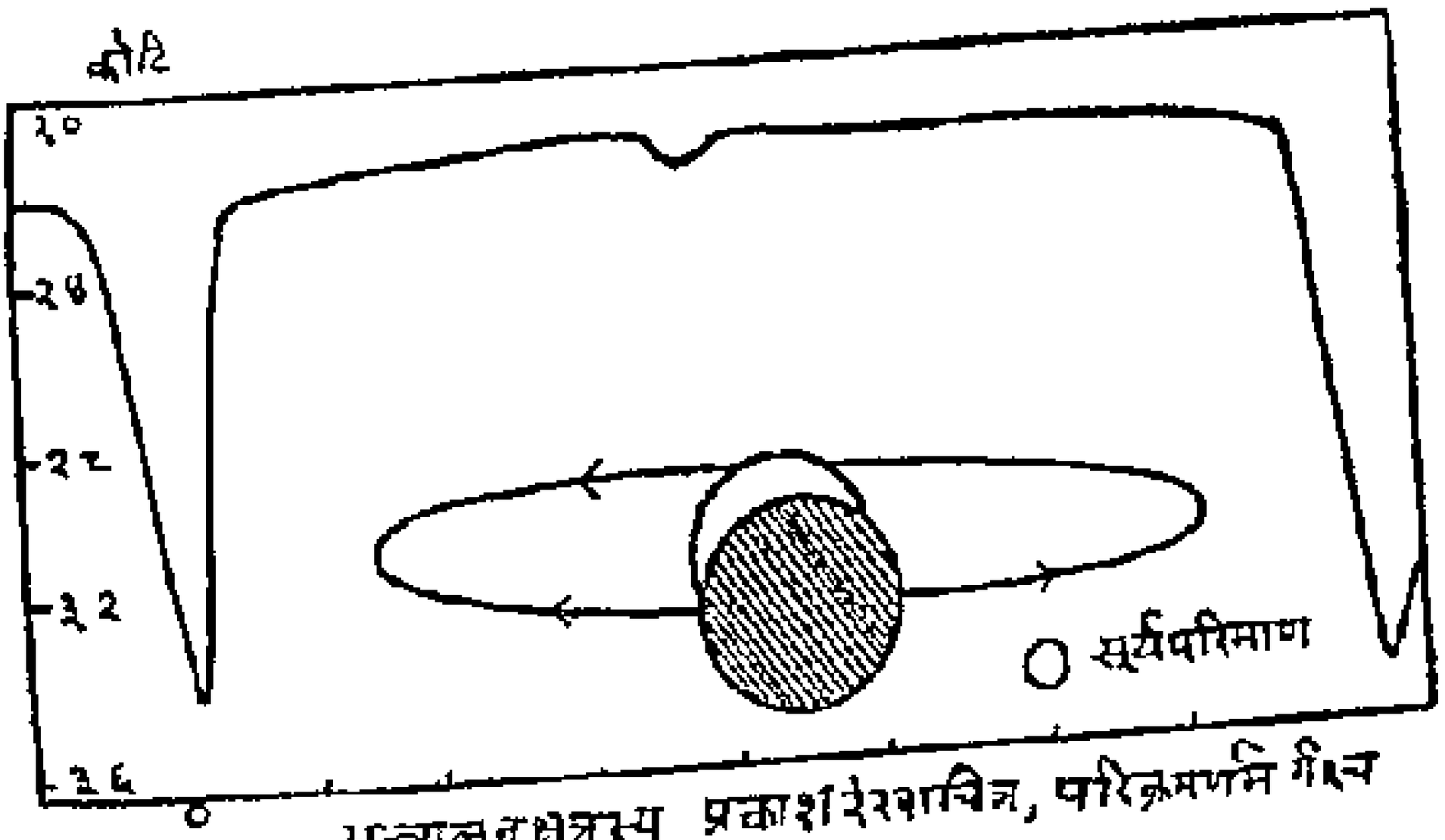
१२·५५१ उदाहरणम्

'अल्गूल'[1] नक्षत्रं ग्रहणशीलनक्षत्रस्य प्रसिद्धमुदाहरणम्। अस्य ग्रहणशीलत्वं सर्वप्रथमं १७८३-तमे खिस्ताब्दे उद्घोषितं ज्योतिर्विद्भिः। अस्य द्विकनक्षत्रस्य प्रधाननक्षत्रस्य व्यासः सूर्यव्यासत्रिगुणितोऽस्ति। सहचारिनक्षत्रं प्रधाननक्षत्रापेक्षया त्रिकोट्यन्तरेण धूमिलम्, परन्तु परिमाणे विशालतरम्। तयोः केन्द्राद् दूरत्वं १·२ कोट्रिकोट्यर्धमितम्। प्रत्येकस्मिन् परिक्रमणे सहचारिनक्षत्रं प्रधाननक्षत्रभूकेन्द्रमध्ये आपतति, आसदच्च दशहोरापर्यन्तं वर्तते। परिक्रमण-कालश्च ६८ होरामितः, अतः ६८ होरानन्तरं पुनर्भासो भवति।

सहस्राधिकानीदृशानि नक्षत्राणि लभ्यन्ते। एषां परिक्रमणकालः सामान्यतया त्रीणि दिनान्यस्ति। अल्पतमः परिक्रमणकालः पञ्चहोरामितो दीर्घतमश्च परिक्रमणकालः प्रायः चतुर्विंशतिवर्षमितः।

---

१. 'अलगूल'शब्दः अरबीभाषायाः शब्दः, व्युत्पत्यर्थश्चास्य 'राक्षसः' इति।



अल्गूलनक्षत्रस्य प्रकाशरेखाचित्र, परिक्रमणमि गिच

१२.५५२ प्रकाशपरिवर्तनानि

प्रकाशरेखाचित्रेण स्पष्टं भवति यद् द्वितयस्य भास्वरत्वं विभिन्नकाले विभिन्नमात्रं भजते। परिभ्रमणे द्विवारं रेखाचित्रे निम्नता दृश्यते—तयोरेका गौणी निम्नता द्वितीया च मुख्या निम्नता कथ्यते। गौणी निम्नता प्रधाननक्षत्रेण सहचारिनक्षत्रस्याच्छादनकाले, मुख्या निम्नता च सहचारिनक्षत्रेण प्रधाननक्षत्रस्याच्छादनकाले भवति।

ग्रहणानि त्रिविधानि दृश्यन्ते। कदाचित् पूर्णग्रहणं कदाचित् खण्डग्रहणं कदाचिच्च वलयाकारग्रहणम्। ग्रहणकाले रेखाचित्रे निम्नतावलोक्यते। रेखाचित्रेण ग्रहणकालावधिर्ग्रहणभेदादयश्च निश्चीयन्ते।

१२.५५३ प्रकाशमानग्रहणशीलद्विकानि

कतिपयानां ग्रहणशीलनक्षत्राणां भास्वरत्वविकारो दूरदर्शकयन्त्रेण विनापि दृश्यता भजते। एतानि प्रकाशमानग्रहणशीलद्विकानि प्रोच्यन्ते। अधो दीयन्ते षट्प्रकाशमानग्रहणशीलद्विकानां नामानि, क्रमिकमुख्यनिम्नतादृश्यमध्यवर्तिकालादयश्च—

नाम	मुख्यनिम्नतायाः आवृत्तिकालः दिनम्	होरा	मिनटम्	कोटेः महत्तमभास्वरत्वकाले	अल्पतमभास्वरत्वकाले
β यवाति	२	२०	४९	२.२	३.५
Λ युव	३	२२	५२	३.८	४.२
V नौपृष्ठम्	१	१०	५८	४.१	४.८
S तुला	२	७	५१	४.८	५.१
u द्वौरी	२	१	१४	४.८	५.३
β वीणा	१२	२१	४८	३.४	४.१

त्रयोदशोऽध्यायः

नक्षत्रस्तवकाः, नीहारिकाश्च

[आकाशे नैकस्थलेषु नक्षत्राणि सङ्घितानि दृश्यन्ते । कुत्रचिच्च धूमिलचिह्नानि निरीक्ष्यन्ते, तेषां भेदस्वरूपादिकमत्र विवेचनाया विषय ।]

१३.१ नक्षत्रस्तवकाः

नक्षत्राणि प्रायो द्विकरूपेण त्रिकरूपेण बहुकरूपेण अथवा लक्षकरूपेण विद्यन्ते महाकाशे । यथा द्विकानि त्रिकाणि बहुकानि वा एकस्मादेव नक्षत्राज्जायन्ते, तथैव नक्षत्रस्तवका नीहारिकाया सहस्राधिकानि नक्षत्राणि जायन्ते, परन्त्वेकोद्गमत्वात् समगतिकान्येव वर्तन्ते । अत एव समगतित्वात्तेषां नक्षत्रस्तवकत्वं ज्ञातुं सुकरम् ।

१३.१२ नक्षत्रस्तवकभेदाः

सन्ति त्रय प्रमुखा भेदा नक्षत्रस्तवकानाम् । प्रथम नक्षत्रकुलमस्ति । नक्षत्रकुले कतिपया नामेव नक्षत्राणा समूहो वर्तते । कुलस्य सर्वाणि नक्षत्राणि परस्पर भौतिकसम्बन्धेन बद्धानि सन्ति, तानि प्राय शतात्परागण्याकानि लभ्यन्ते । द्वितीयस्तावदबद्धनक्षत्रस्तवकोऽस्ति । अत्र नक्षत्राणि शताधिकानि पर्याप्त घनतया परस्पर बद्धानि, परन्तु तेषा सीमा त्वनियताकारैव । तृतीयो गोलीयनक्षत्रस्तवकोऽस्ति । गोलीयनक्षत्रस्तवके सहस्राधिकानि नक्षत्राणि तिष्ठन्ति, तेषा सीमा च गोलाकारा । केन्द्रे नक्षत्राणि निबिडतया स्थितानि, उपसीमान्त विरलतया । दृढसङ्गति रेवात्र वैलक्षण्यम् ।

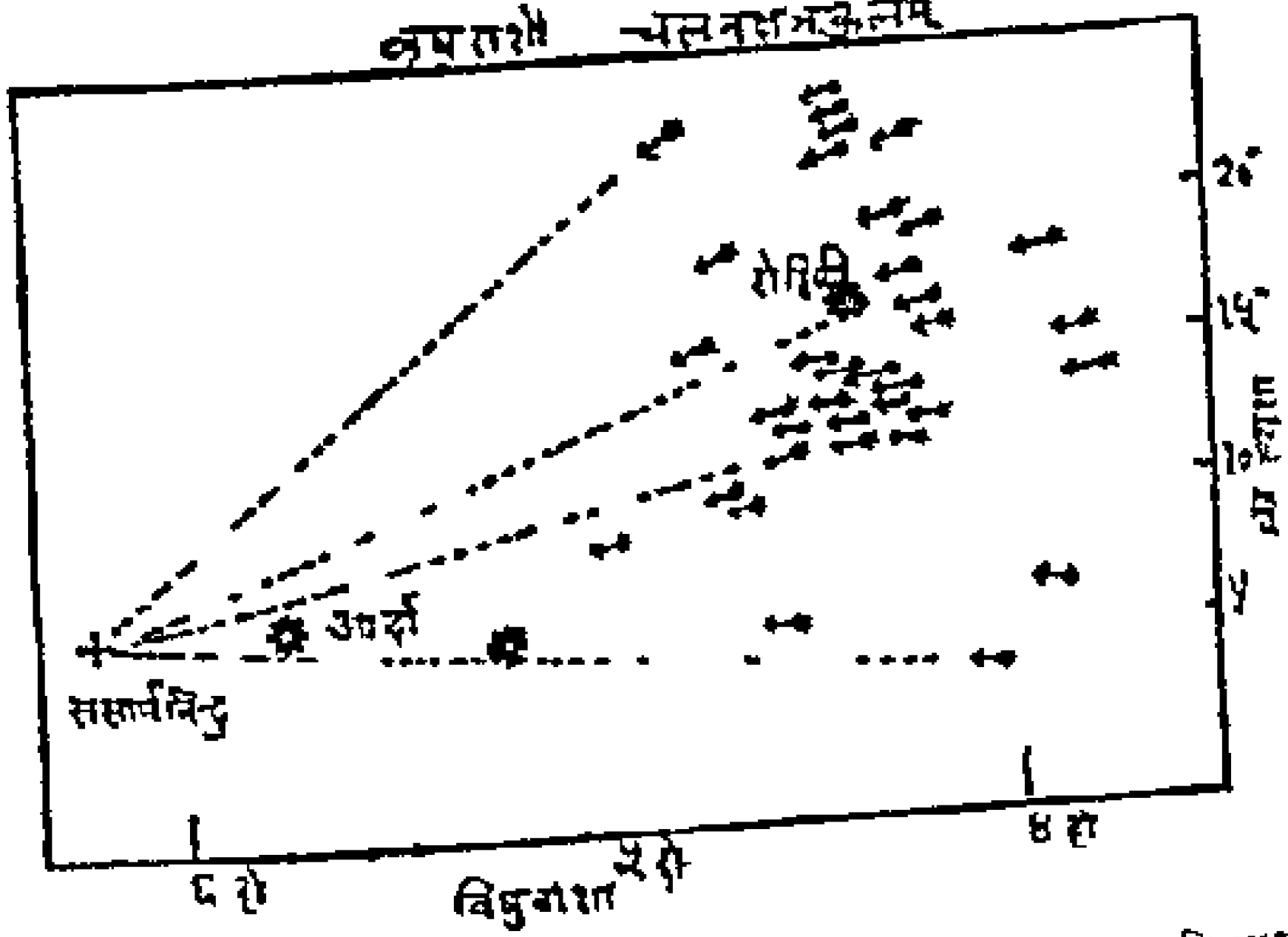
एको दृष्टान्तोऽत्र सङ्कल्प्यते । कल्प्यते यत् कोऽपि जनो वायुयानेन यात्रां करोति । तेन कुत्रापि ग्रामेषु गृहकुलं दृश्यते, कुत्रापि नगरेषु गृहपुञ्जानि, कुत्रापि च प्रधाननगरेषु राजधान्या दिषु वा सदृशो गृहकुलानि । ग्रामो नक्षत्रकुलवत्, नगरमबद्धनक्षत्रस्तवकवत्, महानगरञ्च गोलीयनक्षत्रस्तवकवत् सन्ति ।

१३.१२ चलं नक्षत्रकुलम्

दृश्यन्ते नभसि नक्षत्रकुलानि, येषा नक्षत्राणि किञ्चिद् भौतिकसम्बन्धेन सम्बद्धानि सन्ति ते समानगतिकानि । चल नक्षत्रकुलमबद्धनक्षत्रस्तवकापेक्षया भुव समीपतरम् । साधारणतया तेषां प्रकृतगतय समाना एव, तथापि यदि तानि महाकाशस्य भूयसि भागे विस्तृतानि, तेषां प्रकृता गतयो महत्तया सन्ति ।

१३ १२१ उदाहरणम्

सर्वप्रसिद्धमुदाहरणमत्र सप्तर्षिमण्डलम्। सप्तर्षिमण्डलस्य द्वे कोटिस्थनक्षत्रे परिवर्त्य नक्षत्राण्येकस्यैव कुलस्याङ्गानि। अस्मिन् कुले पर्यावृत्तवर्तिध्रुवनक्षत्रमपि सम्मिलितमस्ति। सर्वेषां समाना प्रहृता गतिः, समाना केन्द्रीया गतिश्च।



ध्रुवनक्षत्रमण्डले एकस्मिन् नक्षत्रकुले दृश्यते। अस्मिन् प्रायः ८०-संख्याकानि नक्षत्राणि वर्तन्ते। तेषां मध्ये कानिचित् चतुर्थकोटिकानि, कानिचिच्च दशमकोटिकानि सन्ति। सर्वाणि कुलकेन्द्रात् पञ्चपारदेकात्मदूरत्वे तिष्ठन्ति। कुलं प्रायः ४०-पारदेकदूरत्वे स्थितमस्ति। तेषां सर्वेषामग्रांशा विश्वस्मिन्वेगं स्थिरबिन्दुं प्रति गमनमस्ति।

अन्यकुलं यथातिनक्षत्रमण्डलेऽवलोक्यते, अन्यानि च दृश्यर्क्षमण्डलेषूद्दृश्यन्ते।

१३ १२२ दूरत्वनिर्धारणम्

नक्षत्रकुले यदि केन्द्रीया गतिः कस्यचिदपि नक्षत्रस्य निश्चिता भवति, तर्हि नक्षत्रपुञ्जस्य दूरत्वं सुगमतया ज्ञायते। प्रथमं नक्षत्रकुलस्य वेगो निम्नलिखितयुक्त्या ज्ञायते—

$$\text{नक्षत्रकुलस्य वेगः} = \frac{\text{लब्धा केन्द्रीया गतिः}}{\text{कोज्या}\delta}$$

[अत्र δ निश्चितकेन्द्रोन्नतिकस्य नक्षत्रस्य संस्थानबिन्दोः क्रान्तिवृत्तान्तरमस्ति]

ततो लब्धम् निम्नयुक्त्या ज्ञायते—

$$\text{लब्धम्} = ४७४ \times \frac{\text{प्रहृता गतिः}}{(\text{नक्षत्रकुलवेगः}) \times (\text{लब्धं } \delta)}$$

लब्धस्य दूरत्वनिर्णयः सुगम एव।

१३.१३ अवद्धनक्षत्रस्तवकाः

अवद्धनक्षत्रस्तवके शताधिकानि नक्षत्राणि भवन्ति। तानि पर्याप्तं घनत्वेन सम्बद्धानि, परन्तु सीमा तु तेषामनियतापारा। अत्र सर्वप्रसिद्धोदाहरणं बहुलभैक्षत्रमस्ति।

बहुलानक्षत्र[1] कृत्तिकाशौ विद्यते। तत्र खल नग्न वा नक्षत्राणि नेत्राभ्या दृश्यन्ते, साधारण दूरदर्शकेन शताधिकानि, परन्तु तीक्ष्णदूरदर्शकेन वस्तुतस्तत्र २३०० संख्यकनक्षत्राण्यवलोक्यन्ते। तानि सर्वाणि समवर्णच्छवीयवर्गीयाणि, महाकाशे च समप्रकृतगत्या त्वेकामेव दिशं प्रति विचरन्ति, तेषा दूरत्वञ्च प्रायः ५०० प्रकाशवर्षमितम्।

रोहिणीनक्षत्रस्य समीपं वर्तत एक V-आकारको नक्षत्रस्तवकः। तस्य नाम 'हाईएडिज' अस्ति। रोहिणीनक्षत्र स्वयमस्मादवद्धनक्षत्रसमूहाद् बहिरेव वर्तते। अयं नक्षत्रस्तवकोऽस्माक समीपतमः, अस्य दूरत्वञ्च केवलं १२० प्रकाशवर्षमितम्।



यमातिनक्षत्रमण्डले द्वावबद्धनक्षत्रसमूहौ विद्येते। प्रत्येकस्मिन् नक्षत्रस्तवके शताधिकानि नक्षत्राणि वर्तन्ते।

अस्माक भुवः सर्वाधिकदूरत्ववर्तीदृशो नक्षत्रस्तवको नीलनक्षत्रमण्डलेऽस्ति, तस्य दूरत्वञ्च २०,००० प्रकाशवर्षाणि।

यमातिनक्षत्रमण्डले द्वावबद्धनक्षत्रसमूहौ।

['पर्सियस' क्रोणाल्म]

१३.१३१ दूरत्वनिर्णयः

नक्षत्रस्तवकस्य दूरत्वमत्रत्यविधिना निर्धार्यते। ज्योतिर्विद्भिरनुभूतं यच्चाक्षुषपर्यवेक्षणे पर्यन्तपर्यवेक्षणयोरन्तरालयस्तम्भो वर्तते। अत एव सर्वान्तरीयवर्गोपरिष्कृतनक्षत्रं चाक्षुषपर्यवेक्षणोद्दिश्यते, प्रतीयमानचाक्षुषकोटिश्च येषेन मुख्या। एवं चाक्षुषपर्यवेक्षणकोटिं प्रतीयमानचाक्षुषकोटिं ज्ञात्वा परिचिन्त्यते दूरत्वं निर्धार्यते—

५ स्तम्भाङ्क (पारसेकपाने दूरत्वम्) = प्रतीयमानकोटि—यथार्थकोटिः + ५

१३.१३२ स्थितिविधिमार्गः

अस्माकं ४०० संख्यावधि अवद्धनक्षत्रसमूहाः प्रायेणाकाशगङ्गायाः समीपे स्थिताः। ये विप्रिन्नोत्पादगङ्गावरे पार्श्वेषु प्रायेण सुलभत्वेन लक्ष्यन्ते। सर्वे खल्वेते ६०० पार्सेक-

---

१. तेन च कर्णावर्तसंकृतो कृत्तिकाताराम्रस्तवानुकारिणीमसूर्यविन्दुमिश्रिता कुसुमनक्षत्रीमद्राक्षम्। (कारण्डवी)

२. गोर्म्यवलम्बकाः स्तम्भोद्धर्वभाग गुरु दृश्यन्ते।

विच्छूरते न त्रियन्ते। आकाशगङ्गाया अतिसामीप्यात्तेषां पृथक्करणमत्यधिकं दुष्करम्, तथापि प्रतिगतिकेन्द्रीयगति वर्णच्छवादीना विश्लेषणेन गणनया च समाध्यते ज्योतिर्विद्भि.।

१३.१३३ जीवनकालः

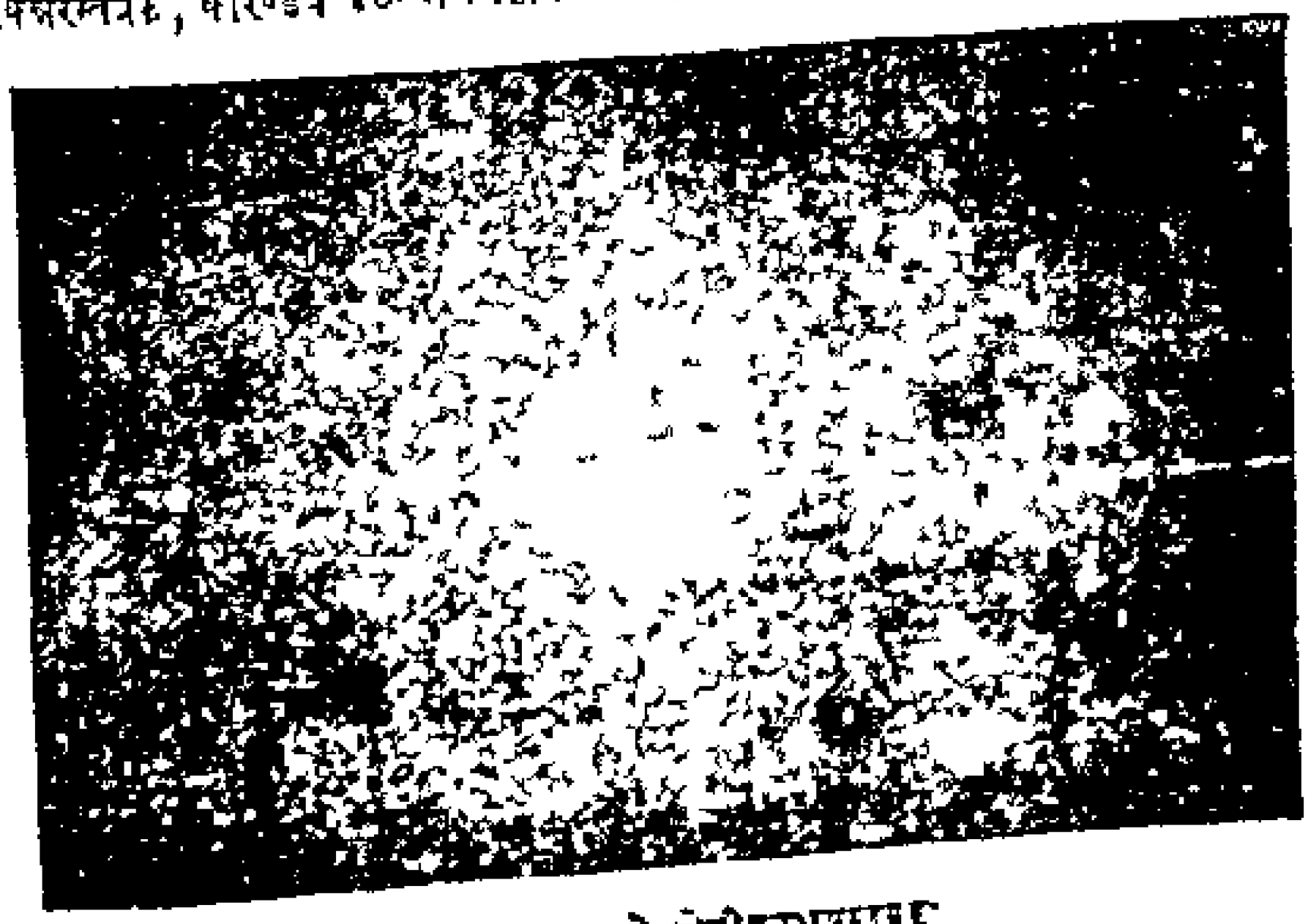
अवद्धनक्षत्रस्तबकस्य नक्षत्राणामेक एवोद्गम, अत एव प्रारम्भे तान्यन्यैर्नक्षत्रै रुत्पादितानि सामानान्तरगत्या भ्रमन्ति, परन्तु शनैः शनैस्तेषा सम्बन्ध शिथिलीभवति, तान्यन्यै-र्नक्षत्रै प्रभावितानि सन्ति, अन्तत स्वतन्त्राणि नक्षत्राणि भवन्ति।

१३.१४ गोलीयनक्षत्रस्तबका

गोलीयनक्षत्रस्तबका अवद्धनक्षत्रस्तबकेभ्यो नितान्त भिन्ना। तेऽत्यन्त विस्तृता', अत्यन्त पिण्डीभूता अत्यन्तञ्च दूरवर्तिन सन्ति। गोलीयनक्षत्रस्तबके सहस्राधिकानि नक्षत्राणि गोलाकारे पिण्डितानि तिष्ठन्ति। गोलाकारपिण्डेऽतिभूमिष्ठानि बहुसहस्रसख्याकानि नक्षत्राणि, तेषा गगना चातिदुष्करा। नक्षत्राणि केन्द्रे निबिडतया सम्बद्धानि, उपसीमान्ते विरलतया, अत एव यदि दीर्घकालेन प्रकाशदर्शन प्रदाय फोटोचित्र गृह्यते, तर्हि सीमान्तवर्तिनक्षत्राणि तु लक्ष्यन्ते, परन्तु केन्द्रवर्तिनक्षत्राणि स्फुटतया परस्परभिन्नानि न दृश्यन्ते, केवलमेक सम्मिलितपिण्ड इव दृश्यते। यदल्पकालीनप्रकाशदर्शन दत्वा फोटोचित्र गृह्यते तर्हि केन्द्रवर्तिनक्षत्राणि स्पष्टता भजन्ते, परन्तु सीमान्तनक्षत्राणि फोटोप्लके नायान्ति।

१३.१४१ उदाहरणानि

धनुर्नक्षत्रपुञ्जे मेसिये-२२नक्षत्रस्तबक चौरिनक्षत्रमण्डले मेसिये-१३-नक्षत्रस्तबक, ॥-विरलस्तबक, वारणेऽष ४७-नक्षत्रस्तबकश्च प्रमुखोदाहरणानि सन्ति।



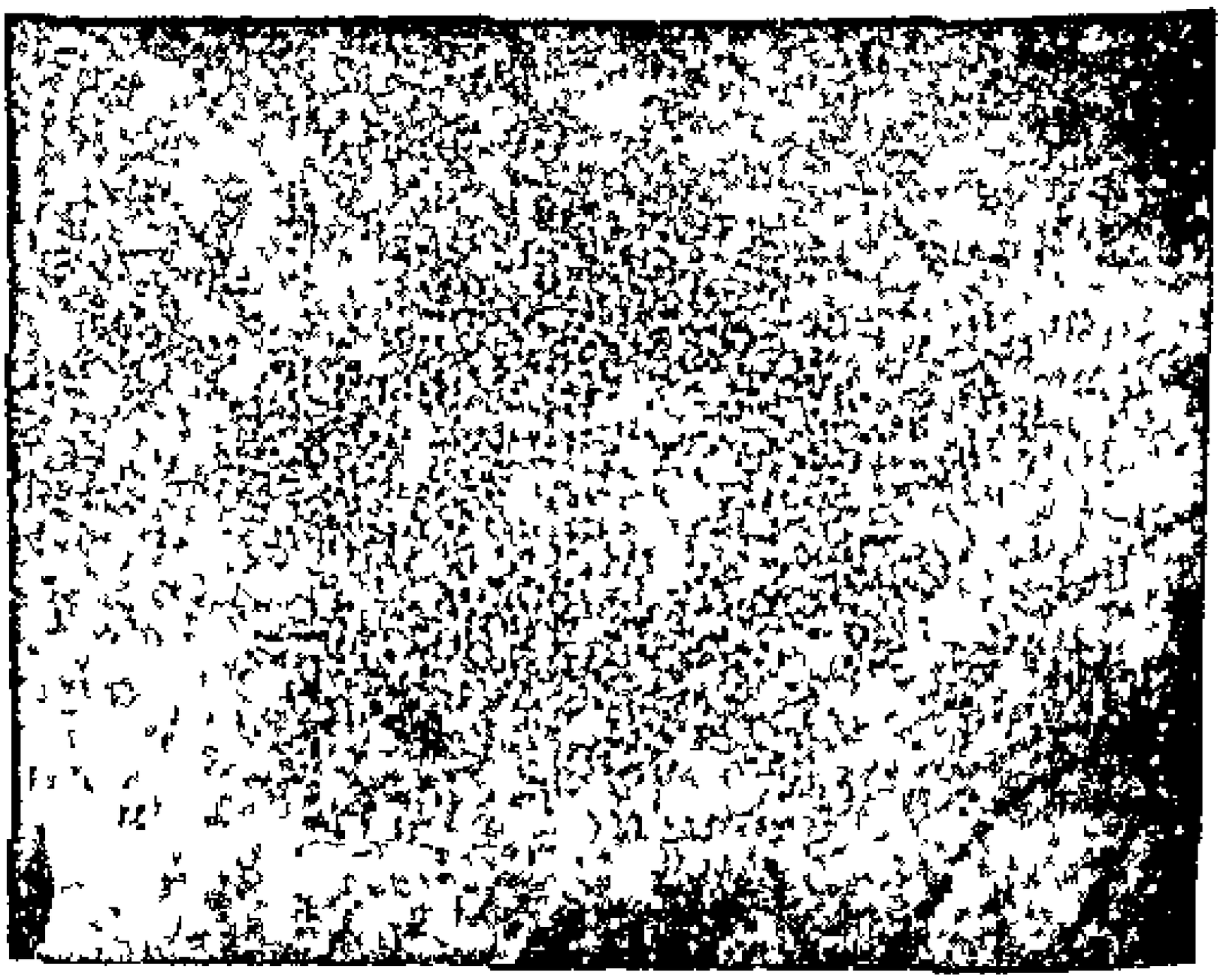
चौरि नक्षत्रमण्डले मेसीवनक्षत्रस्तबक
['पिकोरिज'-वेधशाला]

शौरिनक्षत्रमण्डलवर्ति–मेषिये १३–नक्षत्रस्तवको ग्रीष्मर्तौ सायङ्काले खस्वस्तिके दृश्यते। अत्र ५०,००० सख्याकानि नक्षत्राणि गणितानि। अस्य दूरत्वं २४,००० प्रकाशवर्षमितमस्ति।

११–किन्नरनक्षत्रस्तवकः २२,००० प्रकाशवर्षदूरत्व एकश्चतुर्थकोटिकनक्षत्रवद् धूमिलो दृश्यते (द्रष्टव्यं २५९ पृष्ठस्थमत्रत्यं च फोटोचित्रम्)।

१३·१४२ दूरत्वनिर्धारणं स्थितिविभागश्च

एषा सर्वाधिकदूरत्वं २२५,००० प्रकाशवर्षमितमस्ति। दूरत्वनिर्धारणमप्रत्यक्षविधिनैव भवति। नैकगोलीयस्तबकेषु वार्षपर्वविकारिनक्षत्राणामुपस्थितिर्दूरत्वस्य निश्चयं करोति, यतस्तेषां मापृतिकालं ज्ञात्वा दूरत्वगणना सरलैव (द्रष्टव्यः § १२·५३२)।



W–किन्नरनक्षत्रमण्डले गोलीयनक्षत्रस्तवकः

['हर्शेल'-वेधशाला]

११ संख्याका गोलीयनक्षत्रस्तवश्च अत्यधिकान्तं लब्धाः। ते चावद्यनक्षत्रमण्डलवत् समस्तेन न विभान्ते, आकाशे प्रत्युत केवलमाकाशगङ्गीय–२३५ अंशात् पञ्चमितैकांशपर्यन्तं स्थिताः।

१३·१४३ तेषामस्मत्तारासंस्थानस्थानस्थित्यम्

११ संख्याकगोलीयनक्षत्रस्तवेषु ३३ संख्याकानि नक्षत्राणि धनूराशिस्थतारकसमीपे दृश्यन्ते, आकाशगङ्गाया यद् विवरमस्ति तस्योभयतश्चतसृषु दिक्षु स्थितिर्निर्मिता। एषां केन्द्रं मदीयतारकसंस्थानां केन्द्रम्, आकाशगङ्गायाश्च केन्द्रम्, एकं एव बिन्दुः, अत एवो गोलीयनक्षत्रस्तवका अस्मत्तारासंस्थान एव स्थिताः।

१३.२ नीहारिका

यदा कदा चाकाशस्यावलोकनं कुर्वन्द्विज्योतिर्विद्भिः साधारणदूरदर्शकयन्त्रेणापि दृश्यन्ते कानिचिद् धूमिलस्थलान्यनन्ताकारे । तानि नीहारिकानाम्ना प्रसिद्धानि । आङ्गलभाषायां मेघवद् दृश्यमानत्वात्तेषां नाम Nebula अस्ति । धूमकेतोरपि दर्शनं नीहारिकावत्, परन्तु धूमकेतव श्चञ्चलगतिमाः सन्ति, नीहारिकाः केवलं स्थिरप्रदेशाः ।

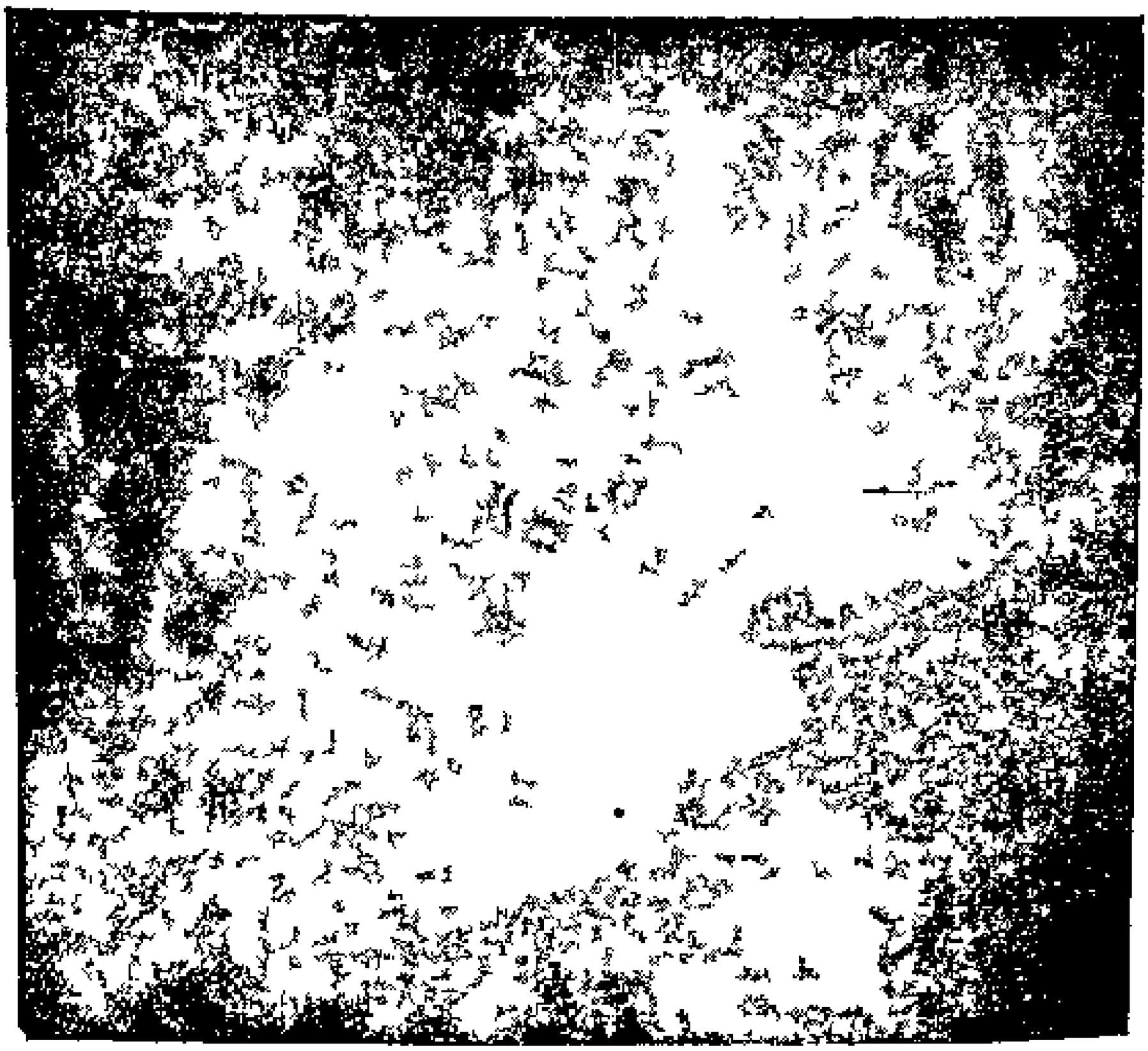
नीहारिका नक्षत्रसमूहोत्तरमतिसूक्ष्मं दुर्ग्राह्यञ्च । यूरोपीयदेशेषु मध्ययुगे यानि स्थलानि नीहारिका नाम्ना प्रसिद्धान्यासन्, तत्रैव कालान्तरे परिष्कृतदूरदर्शकयन्त्रैर्नक्षत्रसमूहा अदृश्यन्त । अत एव सर्वा नीहारिका वस्तुतो नक्षत्रसमूहा एवेति धारणा शनैः शनैर्ज्योतिर्विदा-मभवत् । परन्तु १८६४-तमे खिस्ताब्दे रश्मिविश्लेषणयन्त्रेणास्या धारणाया अयथार्थत्वं प्रदर्शितम् । वर्णच्छत्रेण कतिपयधूमिलस्थानेषु निरवच्छिन्नवर्णीयपदार्थाः दृश्यन्ते; इतरधूमिलस्थानेषु च नक्षत्रसमूहानामुपस्थितिः दृश्यते । अत एव ततः प्रारभ्य नीहारिकाणां पुनर्बोधाय नूतनाः प्रयत्नाः कृताः । अधुना च महादूरदर्शकयन्त्रेणातिसूक्ष्ममाहिफोटोपलैरन्यैश्च यन्त्रैरासां बाह्य-स्वरूपं प्रतिदिनं स्पष्टतया प्रत्यक्षीक्रियते । रश्मिविश्लेषकयन्त्रैश्च तेषामान्तरिकस्वरूपं निश्चीयते । आसां रहस्योद्घाटनाद् विश्वरचनाया मूलं प्राप्स्यत इति तज्ज्ञानमहता ।

१३.२१ भेदाः

अधुना दृष्टसहस्राधिका नीहारिका लब्धाः, तासां गणना च वस्तुतोऽसंख्या । तासां त्रयो भेदाः—प्रसृता नीहारिका, ग्रहीयनीहारिका, श्यामा नीहारिका च ।

१३.२२ प्रसृता नीहारिका

प्रसृता नीहारिकाः पर्याप्तसंख्याकाः सन्ति । सर्वाधिकभासुरा मृगनक्षत्रमण्डले एम्-४२-नाम्ना प्रसिद्धास्ति । साधारणदूरदर्शकयन्त्रेणेयं धूमिला, परन्तु वीक्षादूरदर्शकयन्त्रेण धौतदुग्धवत् प्रतिभाति । वर्णच्छत्रविश्लेषणेन ज्ञायते यदस्यां हाईड्रोजन हेलियम आरर्गोजन-नाइट्रोजन वाष्पानि वर्तन्ते ।



'मृग' नक्षत्रमण्डले प्रसृता नीहारिका

['माउण्ट विलसन वेधशाल]



वहुलाया नीहारिकात्वम्

[माउण्ट-विलसन वेधशाल]

निवर्तया गौणारवाच्छम्। तस्य नक्षत्रस्य दक्षिणपार्श्वे सप्त ज्योतिर्ज्याला मातरश्मिभि प्रातम्। गौणपरिवारे च दृष्टा या चन्द्रकिणाना महकिणाना वा वर्णच्छत्र सूर्यवर्ण च्छत्रसमम्। अत्र ग्रहाश्चन्द्राश्च सूर्यकिरणान् परावर्तयन्ति, अत एव वर्णच्छत्राणा सम्भव विद्यते। एतमेव ज्योतिर्विन्दुनिर्देशो यत्र नीहारिका वस्तुत प्रकाशहीना, पश्चवर्तिनक्षत्राणामेकेन भाति।

परन्तु मृगनक्षत्रमण्डले या नीहारिका तस्या वर्णच्छत्र पश्चवर्तिनक्षत्रस्य वर्णच्छत्राद् भिन्नम्। किमत्र कारणम्? अस्य रहस्यस्योद्घाटनमनेन प्रयोगैर्गीतिमाचार्यैः कृतम्। यदि पश्चवर्तिनक्षत्राण्य त्युष्णतापक्रमाणि, अथाद् यदि तेषां तापक्रम

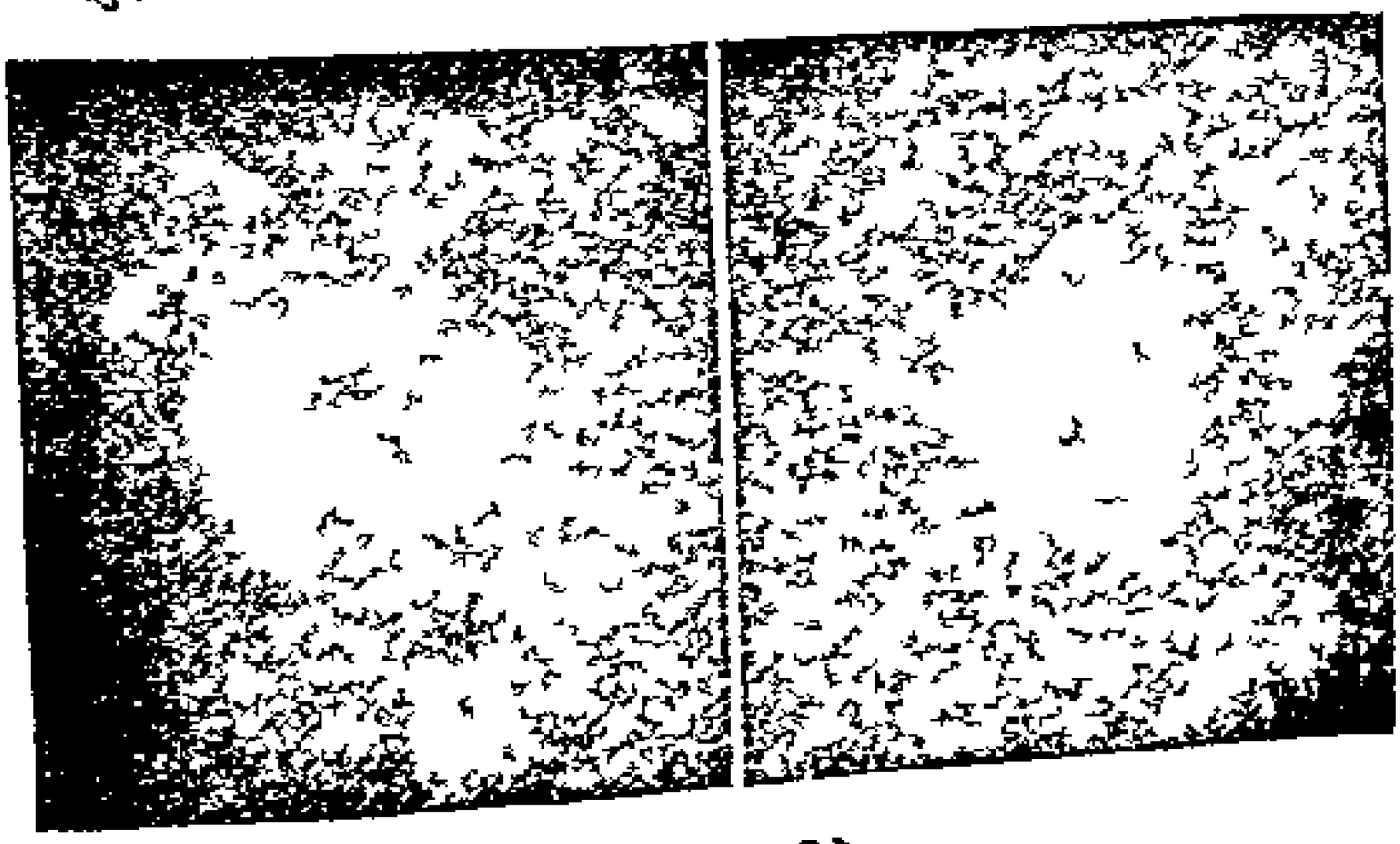
२१,०० सेण्टिग्रेडाधिकमहि नीहारिकाया वर्णच्छत्र नक्षत्रस्य वर्णच्छत्राद् भिन्नं दृश्यते, यदि

नक्षत्राणा तापक्रमो न्यून, तर्हि नीहारिकावर्णच्छत्र नक्षत्रवर्णच्छत्रसमम्। एव भिन्नता नक्षत्रतापक्रमाधीना।

१३.२३ ग्रहीयनीहारिका

दूरदर्शकयन्त्रेण भौमशुक्रादय प्रकाशचक्रात्मका दृश्यन्ते, यद्यपि नक्षत्राणि सदैव प्रकाश बिन्दुरूपेण लक्ष्यते। १७८३तमे खिस्ताब्दे 'हर्शल'महोदयेन महाकाशे स्निग्धगोलाकारा रजोधूमिलपदार्था दृष्टा। ते पूर्णतया स्थिरा आसन्। ते चाधुना ग्रहीयनीहारिका उच्यन्ते।

अधुना २०० सख्याका ग्रहीयनीहारिका लब्धा। ता सर्वा दूरदर्शकयन्त्रेणैव दृश्यते।



द्वे ग्रहीय नीहारिके
['माउण्ट विल्सन' वेधशाला]

१३.२३१ वीणानक्षत्रमण्डले घनाकारनीहारिका

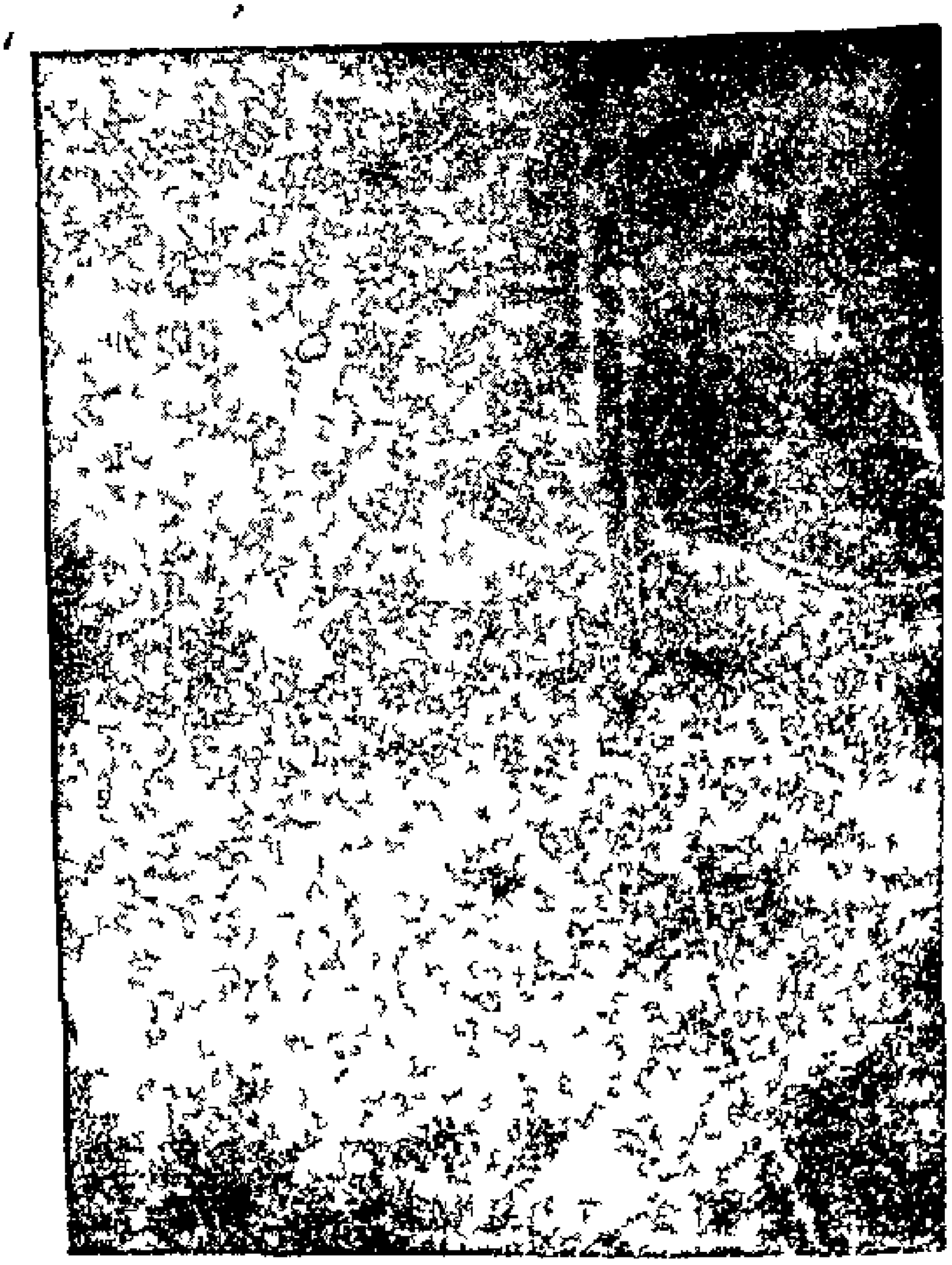


[माउण्टविल्सन वेधशाला]

β वीणा γ वीणामध्ये स्थिता महीयनीहारिका बल्याकारनीहारिकानाम्ना चिरप्रसिद्धा। तस्या मध्ये तिष्ठत्येकमतिधूमिलं नक्षत्रम् (द्रष्टव्य २६२ पृष्ठे द्वितीय फोटोचित्रम्)। नीहारिका चेदृशी बृहदाकारा यत् सम्पूर्ण सौरपरिवारस्तस्या मध्ये सरौविध्य प्रविशेत्। मध्यवर्तिनक्षत्रस्य तापक्रम ५०,००० सेण्टीग्रेडाधिक ।

१३ २४ श्यामा नीहारिका

आकाशगङ्गाया यत्र तत्रानियताकाराणि श्यामलस्थलानि श्यामविवराणि वा दृश्यन्ते।



चित्रस्वलिसामध्य आकाशगङ्गा

['हार्वर्ड' वेधशाला]

तानि च ज्योतिर्विदामाश्चर्यविषया आसन् पुरातनकालात् (चित्रे अङ्गारप्रसेवकाख्या नीहारिका द्रष्टव्या)। अचिरात्पूर्वमिदं मतमासीद् यदेतानि श्यामलस्थलानि महाकाशस्य नक्षत्रहीनानि स्थान्येव, परन्तु नेदं स्वीक्रियत आधुनिकज्योतिर्विद्भिः। नक्षत्राणि सदैवेतस्ततो भ्रमन्ति। यदि पुरा तत्रैकमपि नक्षत्रं नाविद्यत, अधुना क्रमिकस्थानच्युतिं कुर्वत् किञ्चन नक्षत्रमवश्यं तत्रागतं भवेत्। अतस्तत्र न पदार्थाभावः, प्रत्युत पदार्थविरोगो वर्तत एव। आधुनिकपरिष्कृतयन्त्रैर्निश्चीयते यत् श्यामचिह्नानि श्याम-रजोमयमेघरूपपदार्थाः। यानि कानि च दृश्यन्ते श्यामचिह्नमध्ये नक्षत्राणि, तानि वस्तुतस्तद् मेघ-भूमध्यवर्तीनि।

आकाशगङ्गायां सन्ति नैकाः श्यामा नीहारिकाः, याः शृङ्खलारूपेण तिष्ठन्ति द्वैसदृशिक-नक्षत्रमण्डल्योर्मध्ये। (द्रष्टव्यं २६४ पृष्ठस्थमन्त्यं च फोटोचित्रम्)।



आकाशगङ्गायां महाविवरम्

चतुर्दशोऽध्यायः

[साहित्ये प्राय आकाशगङ्गाया उल्लेखो दृश्यते । अत्र वर्ण्यविषय ।]

१४. आकाशगङ्गासंस्थानम्

कस्याश्चिन्निशाया स्वच्छवायुमण्डलावृताकाश एका तारकनदीव दृश्यते । सा मेखलेव व्योममण्डल द्विधा विभाजित करोति । सा 'मन्दाकिनी सुरसरित्-आकाशगङ्गा' प्रभृतिनाम्ना भारतीयशास्त्रेषु प्रसिद्धा । यूरोपीयदेशेषु च 'दुग्धपथ.' इति कथ्यते । इयमाकाशगङ्गा श्वेताभा आकाशस्यैकस्याः कोटेर्द्वितीयकोटिपर्यन्त विततास्ति । दूरदर्शकयन्त्रैरन सङ्ख्या. परमलघुप्रकाश-बिन्दवो दृश्यन्ते । नेत्राभ्यामेव ते परस्परमभिन्ना अवलोक्यन्ते । तेषा सम्मिलितौज्ज्वल्येना काशगङ्गा दुग्धधवलिता दृश्यते । एतानि नक्षत्राणि सर्वत्र समसङ्ख्यानि न वर्तन्ते । श्यामाम्बरे विकीर्णा रजतकणा इव तानि श्यामाम्बरे क्वचिद् विरलतया क्वचिच्च निबिडतया लभ्यन्ते ।

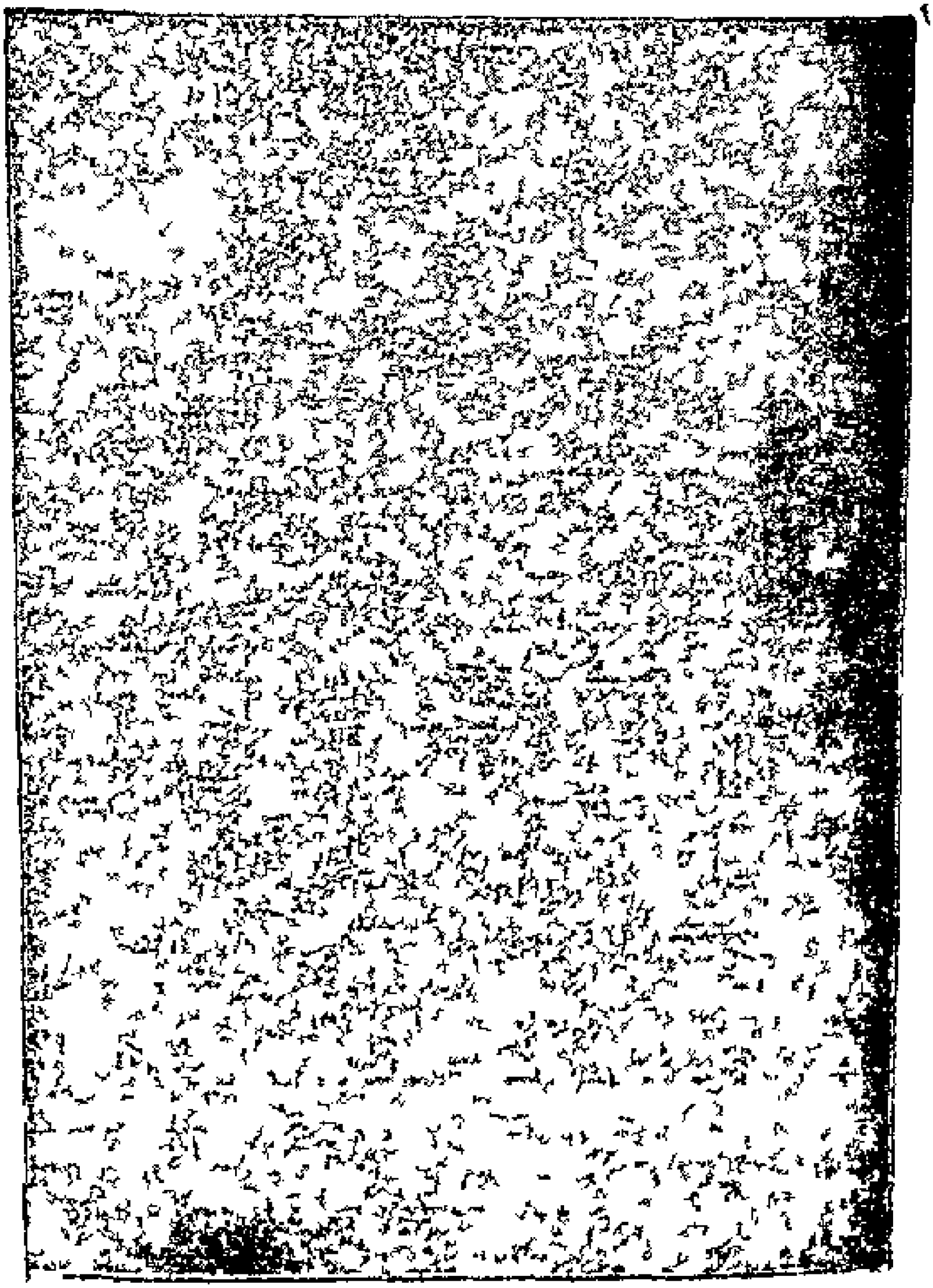
§ १४.१ आकाशगङ्गाया भगोले स्थितिः

आकाशगङ्गा तूत्तरखगोलार्धे उत्तरध्रुवस्थानात् १० अंशान्तरात् प्रारभ्य शर्मिष्ठा ययाति रथि नक्षत्रमण्डलान्यतिक्रम्य वृषस्य शृङ्ग स्पृशन्ती क्रान्तिवृत्तमयनस्थाने ६० अंशमितकोणेनो लङ्घयति । तत सा मृग मिथुन एकपृङ्गनक्षत्रमण्डलान्यतीत्य स्वस्तिकनक्षत्रमण्डलं स्पृशन्ती किन्नरनक्षत्रमण्डलस्य समीप गच्छति । तत्रास्या द्वे शाखे भवतः । भासुरतरा शाखा वेदी नक्षत्रमण्डलमतिक्रम्य वृश्चिक धनु गरुडनक्षत्रमण्डलान्यतीत्य हसनक्षत्रमण्डलस्य समीप द्वितीयया शाखया सयुक्ता भवति । एव सा मेखलारूपेण खगोले वर्तते ।

अस्या पृथुत्व स्थाने स्थाने भिन्न भिन्नम् । सर्वाधिकपृथुत्व ४५° मित क्वचिन्मृग नक्षत्र मण्डलयोर्वर्तते । क्वचिदिद केवल ३०° मितम् । अग्रिमपृष्ठेषु दीयन्त आकाशगङ्गाया विभिन्न स्थानीयानि चित्राणि—



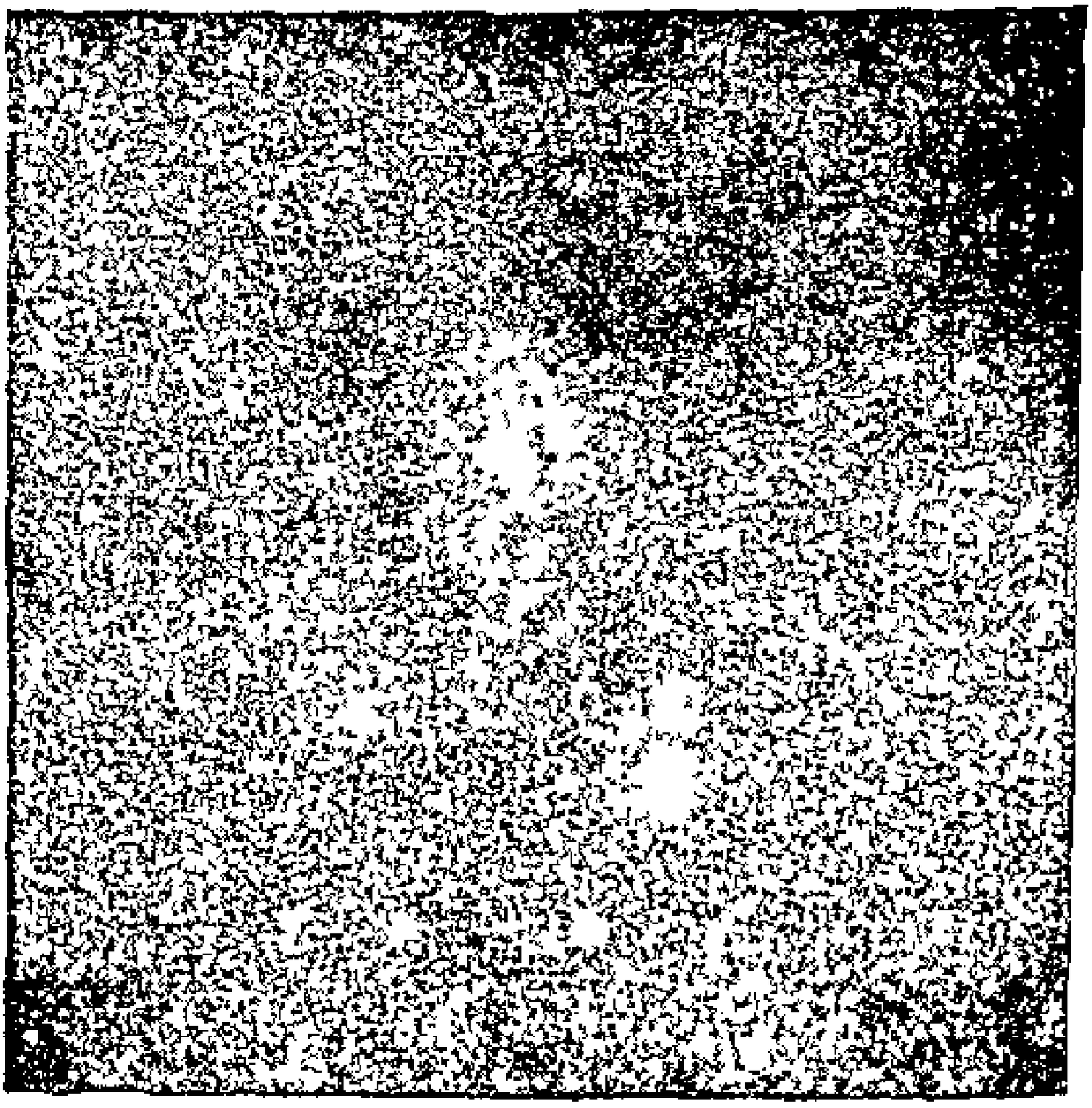
'धनु' नक्षत्रमण्डल आकाशगङ्गा
['हार्वर्ड' वेधशाला]



चर्म-वृश्चिक मध्य आकाशगङ्गा

['माउण्ट विल्सन' वेधशाला]

हैदराबादचे आसफजाही ['मराठा' वेधशाला]



वृश्चिक नक्षत्र मण्डल आकाशगङ्गाया दक्षिणा नौहारिका

['यर्किज' वेधशाला]

१४.२ आकाशगङ्गीयनियामकाः

आकाशगङ्गासंस्थानस्य वर्णने कदाचिदापतति विशेषनिगमानामावश्यकता। नियामक-पद्धतिरियमत्र सक्षेपेण दीयते।

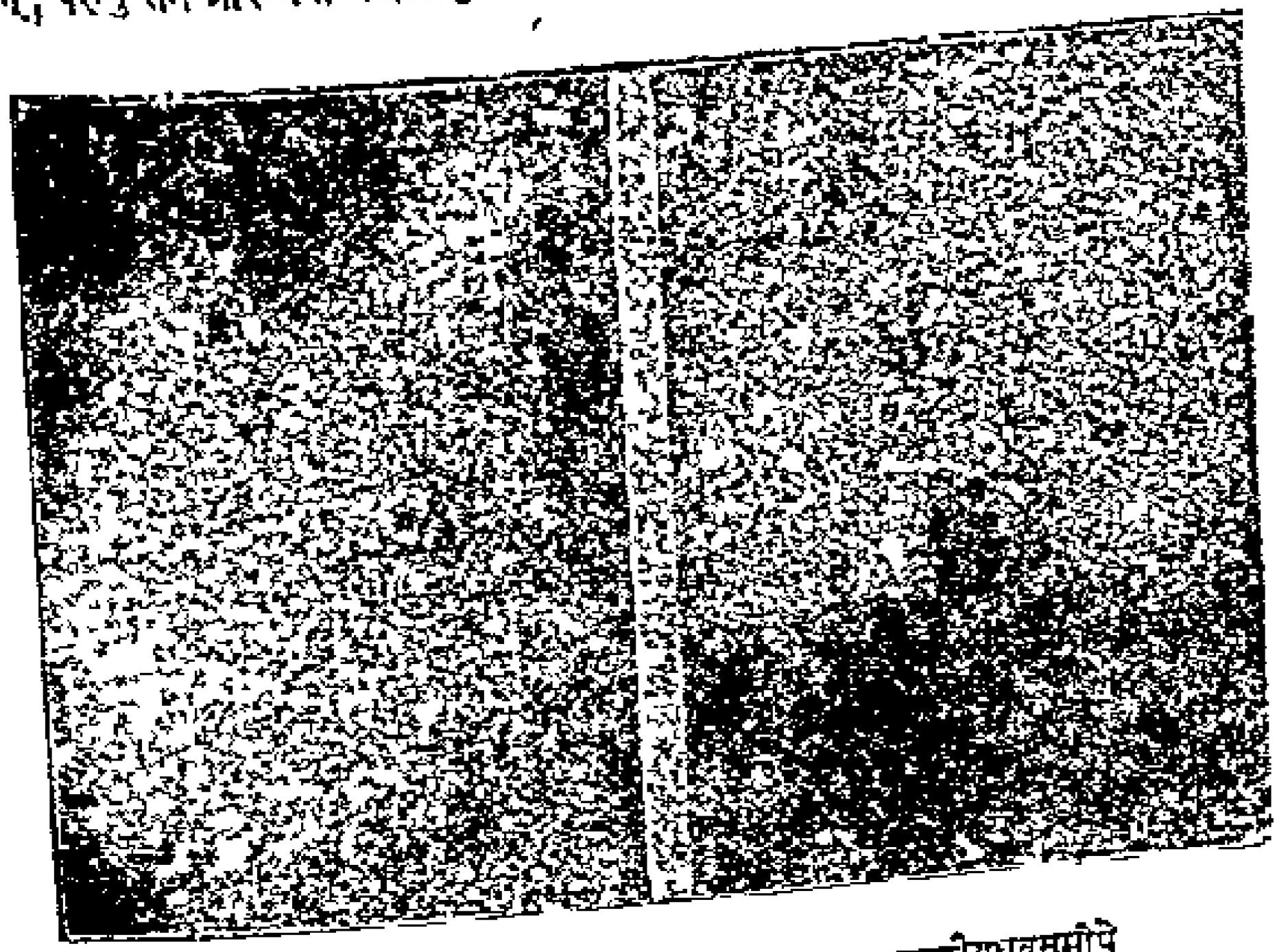
आकाशगङ्गाया मध्यरेखायाः मुकुरवर्तिबिन्दू आकाशगङ्गीयध्रुवौ स्तः। उत्तराकाश-गङ्गीयध्रुवस्य विषुवांशाः १९० घान्त्यशाश्च २८° सन्ति। दक्षिणाकाशगङ्गीयध्रुवस्य विषुवांशाः १०°, क्रान्त्यशाश्च २८° सन्ति।

आकाशगङ्गीयविषुवरेखा चाकाशगङ्गीयध्रुवाद् नवत्यंशविगया कल्पितं महद् वृत्तमस्ति। इयमाकाशगङ्गाया मध्यमार्गाद् गच्छति। इयं महद् वृत्तं नक्षत्रमण्डल्योर्नाडीवृत्तं ६२° अंशमितकोणेनोल्लङ्घयति। इयम् उत्तरध्रुवस्थानस्य उर्वीपतमा दक्षिणस्थमिक नक्षत्र मण्डले भवति।

आकाशगङ्गीयरेखायाश्च प्रवृत्तिरकाशगङ्गीयविषुवद्वृत्तमनु २८° विषुवांशस्थानाद् भवति। आकाशगङ्गीयाक्षाशाश्च आकाशगङ्गीयविषुवद्वृत्तनवतिकोणिकवृत्ते मापन्ते।

१४.३ आकाशगङ्गासंस्थानस्याकारः

किं नक्षत्राणि महाकाशेऽसीमिततया विस्तृतानि, अथवा सीमिततया ? यदि सीमिततया विस्तृतानि तर्हि सीम्नः क आकारः ? इति ज्योतिर्विदां समक्षं समस्यासीत्। सर्वप्रथमं 'हर्शल'-महोदयेन रहस्योद्घाटनार्थमाकाशगङ्गाया नक्षत्राणां विस्तारसम्बन्धे परीक्षणानि प्रारब्धानि। तेनाकाशस्य विभिन्नक्षेत्रान्तर्वर्तिनां नक्षत्राणां संख्या गणिता। तस्य परीक्षणान्यतिसूक्ष्माणि नासन्, परन्तु तेन प्रारब्धया पद्धत्याधुना ज्योतिर्विद्भिर्निम्नो निष्कर्षो लब्धः।



आकाशगङ्गीय विषुवरेखायाम् आकाशगङ्गीयध्रुवसमीपे नक्षत्राणि ['माउण्ट विल्सन' वेधशाला]

आकाशगङ्गीयविषुवद्वृत्तवले तत्समीपं च नक्षत्राणि निबिडतया दृश्यन्ते, आकाशगङ्गीय-ध्रुवयोः समीपे नक्षत्राणि विरलतया लभ्यन्ते (द्रष्टव्यमुपरि दत्तं चित्रम्)। दूरदर्शकेन आकाश-गङ्गीयविषुवरेखावर्तिना नक्षत्राणां संख्या चाकाशगङ्गीयध्रुववर्तिनक्षत्राणां संख्याया ४० गुणिता।[1]

ताः प्रत्येकं नक्षत्रस्य दूरत्वं निर्धारितम्। दूरत्वस्थिति रेखाचित्रेणाकाशगङ्गासंस्थानस्य निम्नं रूपं निश्चितम्। एवाकाशगङ्गीय संस्थानमनुन्नतचक्राकारम्। अस्य व्यासः १००,०००

---

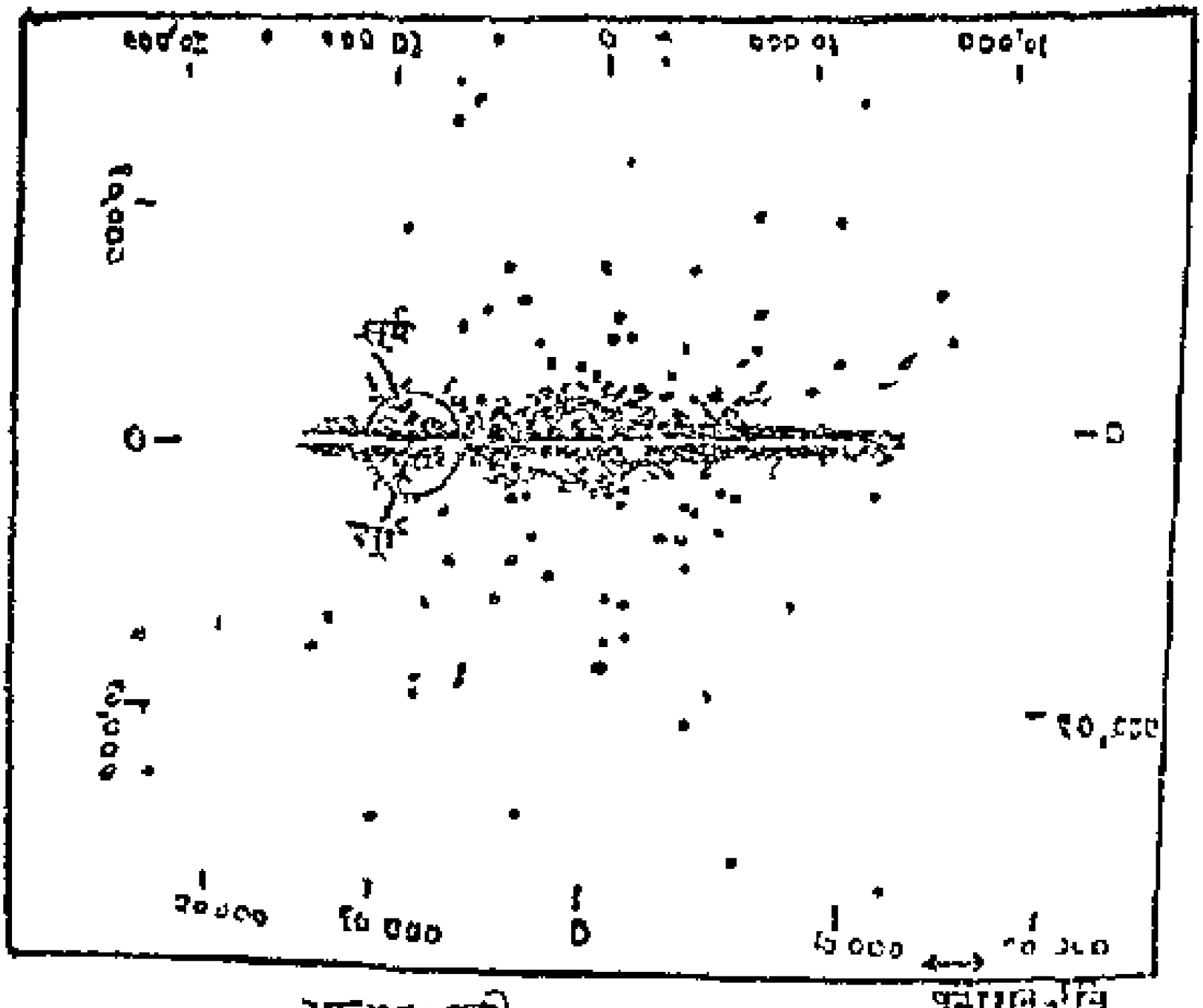
१. आकाशगङ्गीया अक्षांशाः — नक्षत्राणां संख्या

०°–२०° — २८·४ × १०⁹ = २८४०००००००० — ६४%

२०°–४०° — १·२ × १०⁹ = १२०००००००० — ५%

४०°–६०° — ०·२ × १०⁹ = २०००००००० — १%

प्रकाशवर्षमितोऽस्ति। अस्माकं सूर्यं आकाशगङ्गीयमध्यवर्तिसमतले, परन्तु केन्द्रात् (केन्द्रस



विपुवांशा २६३°, क्रान्त्यंशा −२९ सन्ति) पर्यन्तदूरत्वे वर्तते। केन्द्रमस्माकं सूर्यात् २०,००० प्रकाशवर्षदूरत्वे विद्यते। चित्रे मध्यभागे स्फीतता दृश्यते। तस्य कारणं नाक्षत्रमेघा सन्ति, ये धनुर्नक्षत्रमण्डले दृश्यन्ते (द्रष्टव्य § १४१ तमे वर्त्तमानं फोटोचित्रम्)। ते मेघा अस्माकाकाशगङ्गीयसंस्थानस्य (आकाशगङ्गीयसंस्थानस्य) मध्यभागा। मध्ये चित्रे या रेखा दृश्यते सा धूलिमेघैर्विरचिता (द्रष्टव्य § १३२४, द्रष्टव्यं फोटोचित्रं द्वितीयम्)।

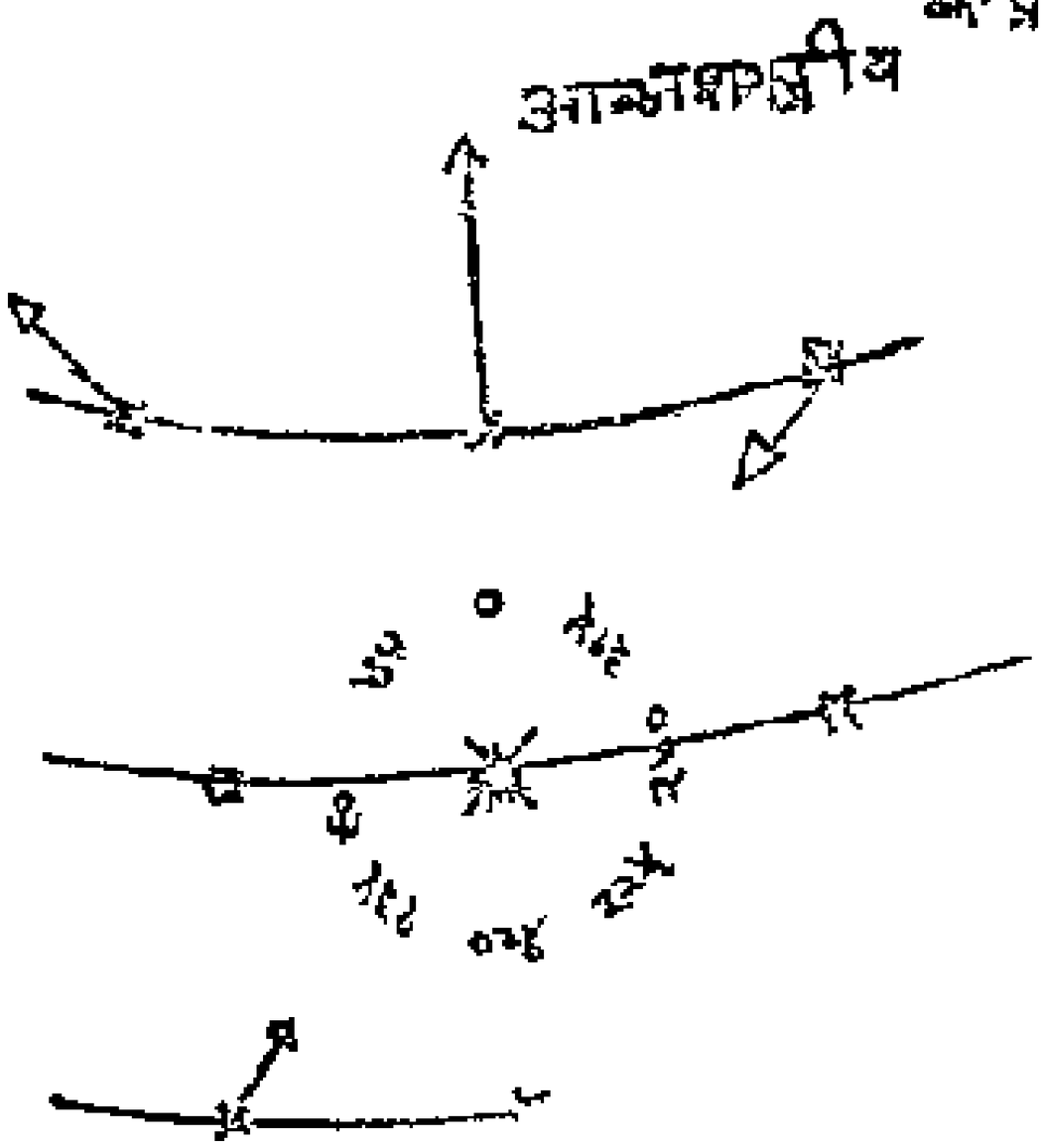
१४४ आकाशगङ्गासंस्थानस्याक्षभ्रमणम्

सम्पूर्णमाकाशगङ्गासंस्थानमक्षभ्रमणं कुरुते, परन्त्विदमक्षभ्रमणं घनसन्निवेशभागभ्रमणवत्, अर्थादस्य सर्वे भागा समगत्या भ्रमणं न कुर्वन्ति। इदं केप्लरस्तृतीयनियमानुसारं भ्रमति। सूर्यस्य केन्द्रं परितो भ्रमणस्य कालः २०,००,००,००० वर्षाणि।

असाधारणभ्रमणस्य प्रमाणं यत्रैतत् आकाशगङ्गासंस्थानस्य गणनीतिरेव दत्ता। वस्तुतः पूर्वनिरीक्षणेभ्यस्तस्य सिद्धिः कृता ज्योतिर्विद्भिः। अत्रैतद्विषयकं प्रमाणद्वयं दीयते।

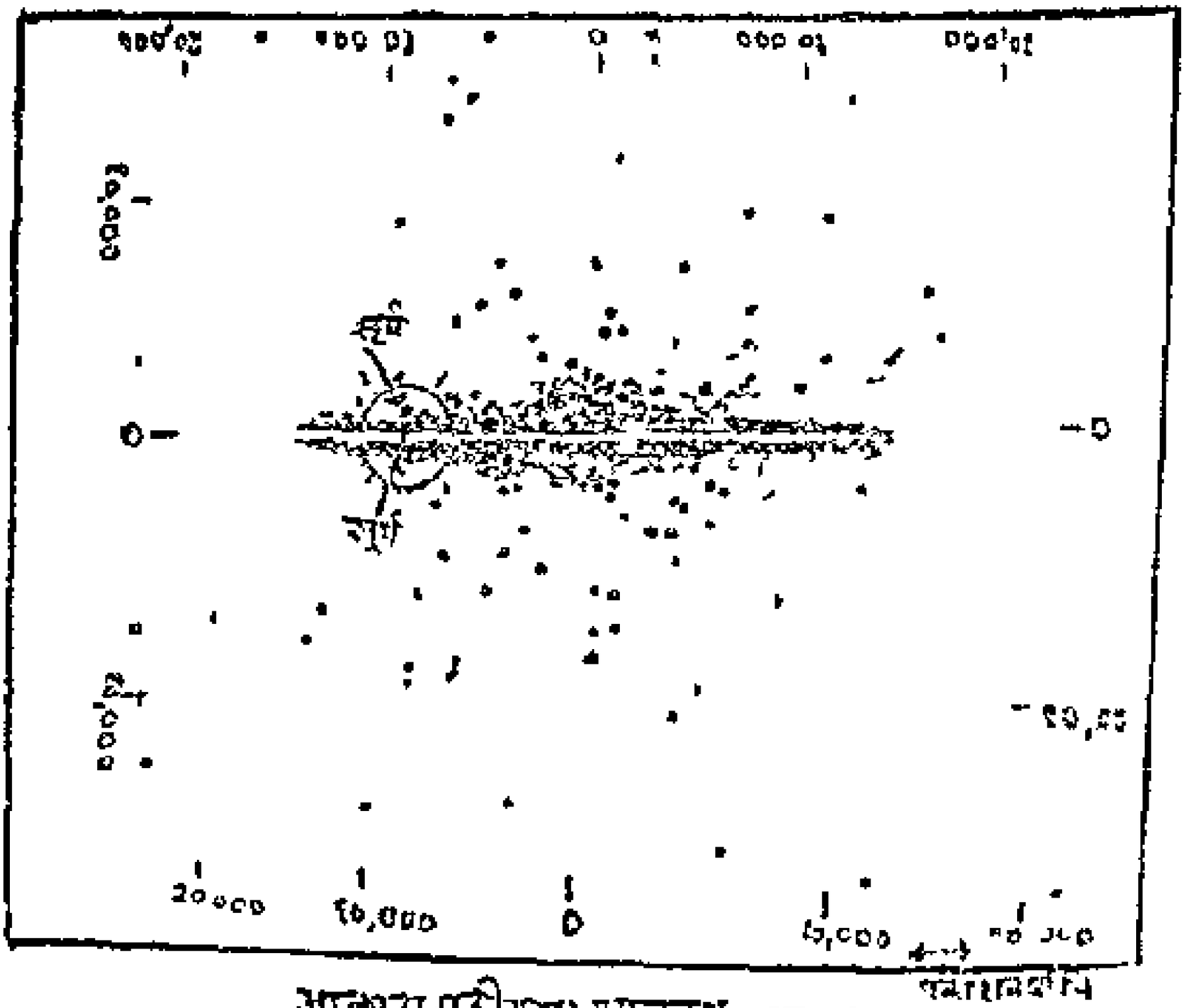
(१) १९०४ तमे खिस्ताब्दे 'कप्टेन'महोदयेन निर्वाचिताः यत्रतत्रान्यनियमितगत्या न भ्रमन्ति। नक्षत्राणां द्वौ प्रवाहौ स्तः। तौ परस्परविरुद्धदिशतया भ्रमन्तावाकाशगङ्गायाः वर्तिसमतले दृश्येते। प्रथमस्य प्रवाहस्य सप्तर्षिषु १२° विपुवांशे-१२° क्रान्त्यंशे विद्यते, द्वितीयस्य प्रवाहस्य च संवर्त्तबिन्दु २७° विपुवांशे-१२° क्रान्त्यंशे विद्यते। द्वयोर्बिन्दो रेखा या कार्या विपुवृत्तं आकाशगङ्गीयकेन्द्रं सम्भवन्ती गच्छति। अत एव शुम्भनमक्षभ्रमणं कथ्यते। प्रवाहौ।

(२) यद्याकाशगङ्गासस्थानमक्षभ्रमण कुर्यात् तर्हि तस्य मध्यवर्तिनक्षत्राणा गति
धिकतरा, परिक्रमणकालश्चाल्पतर, दूरवर्तिनक्षत्राणाञ्च गतिरल्पतरा परिभ्रमणकालश्च महत्तरो
भवेत्। अत एव सूर्य केन्द्र मध्यवर्तिना नक्षत्राणा गति सूर्यस्य गतेरधिका, सूर्यस्य केन्द्रेतरपार्श्व
वर्तिना नक्षत्राणा गति सूर्यस्य गतेर्न्यूना भवेद्। इद चैव दृश्यते (द्रष्टव्य चित्रम्), अत एवा
काशगङ्गासस्थानमक्षभ्रमण करोतीति सिद्धयति।



आकाशगङ्गासस्थानस्य क्षभ्रमणम्।

प्रकाशवर्षमितोऽस्ति। अस्माकं सूर्य आकाशगङ्गीयमध्यवर्तिसमतले, परन्तु केन्द्रात् (केन्द्रस्य



विषुवांशा २६३°, क्रान्त्यंशा −२९ सन्ति) पर्यन्तदूरत्वे वर्तते। केन्द्रगमाक सूर्यात् ३०,००० प्रकाशवर्षदूरत्वे विद्यते। चित्रे मध्यभागे रिक्तता दृश्यते। तस्य कारणं नीलमेघा सन्ति, ये धनुर्नक्षत्रमण्डले दृश्यन्ते (द्रष्टव्य § १४१ तमे दृश्यफोटोचित्रम्)। ते मेघा अस्मत्तारास्थानस्य (आकाशगङ्गीयस्थानस्य) मध्यभागा। मध्ये चित्रे या रेखा दृश्यते सा श्यामनीहारिकानिता (द्रष्टव्य § १३२४, द्रष्टव्य फोटोचित्र द्वितीयम्)।

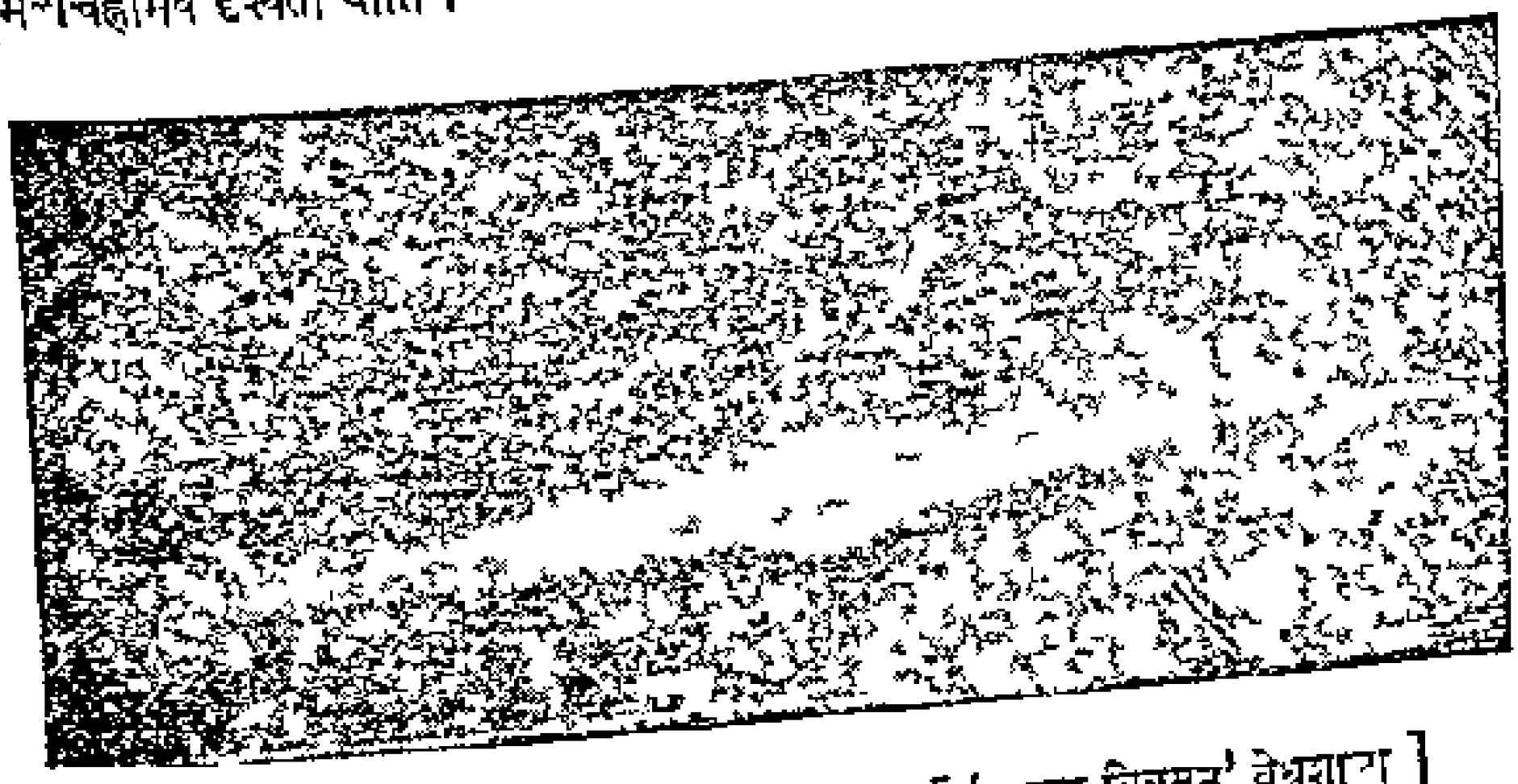
१४४ आकाशगङ्गासंस्थानस्याक्षभ्रमणम्

सम्पूर्णाकाशस्थानमक्षभ्रमणं कुरुते, परन्त्विदमक्षभ्रमणं धनविषुवांशभ्रमणरूपं, अर्थादस्य सर्वे भागा समकाला भ्रमणं न कुर्वन्ति। इदं केप्टेयतृतीयनियमानुसारं भ्रमति। सूर्यस्य केन्द्रं परितो भ्रमणस्य कालः २०,००,००,००० वर्षाणि।

अस्याक्षभ्रमणस्य प्रथमं संकेतं आकाशगङ्गीयस्थानस्य मध्यभागेनैव दत्तम्। पश्चात् सूक्ष्मनिरीक्षणेनास्य सिद्धिः कृता ज्योतिर्विद्भिः। अत्रैतद्विषयकं प्रमाणद्वयं दीयते।

(१) १५०४ तमे खिस्ताब्दे 'बर्गिन'महोदयेन निरीक्षिताः यत्नक्षत्राण्यनियमितगत्या न भ्रमन्ति। नक्षत्राणां द्वौ प्रवाहौ स्तः। तौ परस्परविरुद्धदिशायां भ्रमन्तावाकाशगङ्गीयमध्यवर्तिसमतले दृश्येते। प्रथमस्य प्रवाहस्य सप्तर्षिबिन्दुः १२° विषुवांशे-१२° क्रान्त्यंशे विद्यते, द्वितीयस्य प्रवाहस्य च संसर्प्यबिन्दुः २७२° विषुवांशे-१२° क्रान्त्यंशे विद्यते। द्वयोर्बिन्द्वोः रेखा आकाशे विषुवृत्तस्याकाशगङ्गीयकेन्द्रं समस्तां गच्छति। अत एव सप्तर्षिप्रवाहः केन्द्रं परितो भ्रमति।

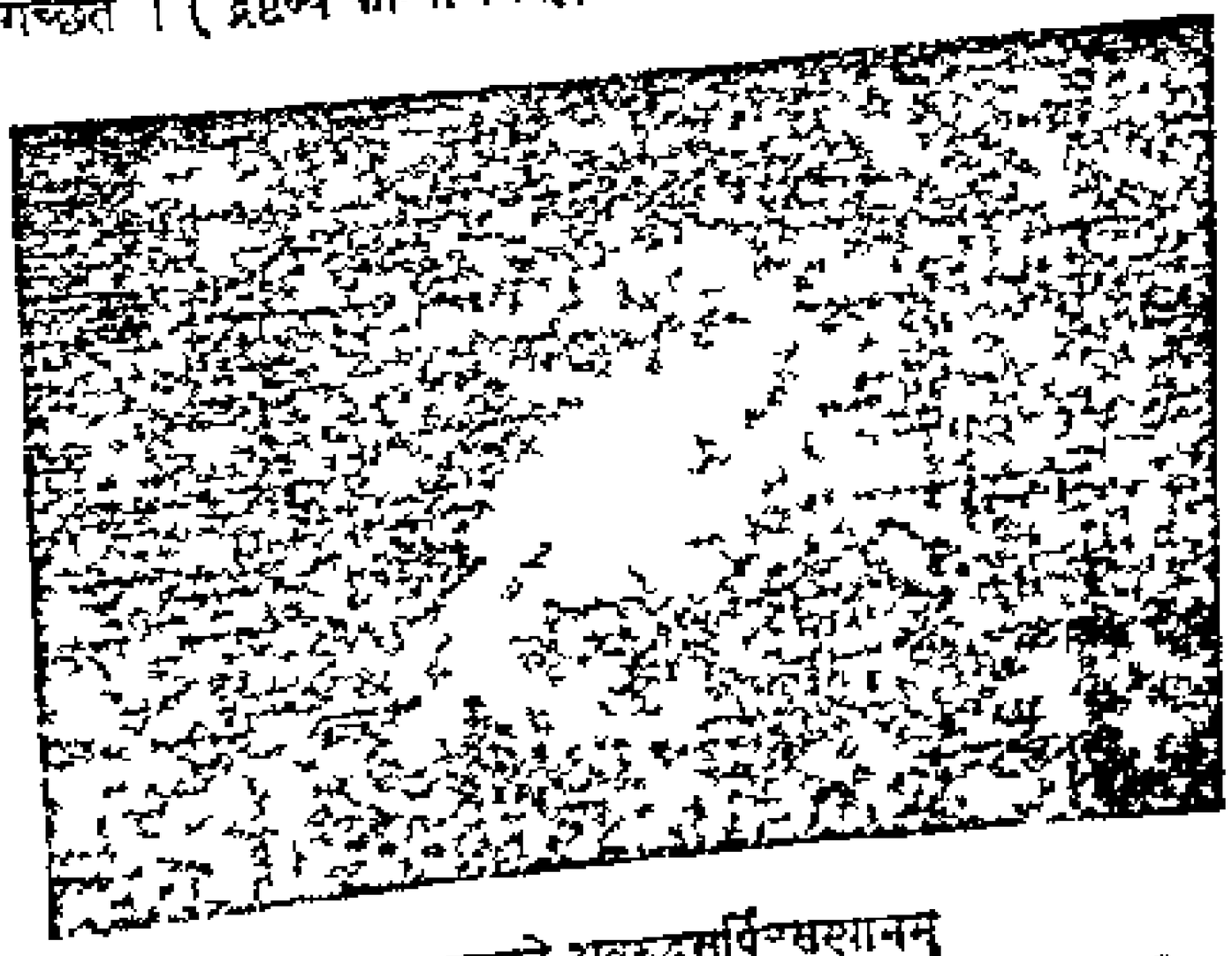
सस्थानम् (आकाशगङ्गाख्यम्) अपि ज्योतिर्विन्दिरसिन्नेव वर्गे स्थापितम्। Sc-वर्गे च बीजकेन्द्रमतिलघु नातिस्पष्टञ्च, बाहू च पृथुतया विततौ। २७५ पृष्ठदत्तकोणोचित्रे दृश्यमान सस्थान-मुत्तरत्रिकोणनक्षत्रमण्डलस्थ 'मेसिये २३' नामकमिदवर्गीयम्। सस्थानादिदमाकाशगङ्गेतरसस्थानान समीपतम भासुरतमञ्च। इद सस्थानमस्मत्तारासस्थानाद् लघु। नेत्राभ्यामपि बीजकेन्द्रमस्य धूमिलचिह्नमिव दृश्यता याति।



सर्पिलसस्थानम् ['गाउण्ड विल्सन' वेधशाला]

१५ २४ नियतरूपावरुद्धसर्पिलानि संस्थानानि

प्रायेण ७० प्रतिशत सर्पिलसस्थानानि प्रकृतसर्पिलानि, परन्तु सन्ति कानिचन यानि सर्पिलसस्थान दीर्घवृत्तसस्थान मध्यवर्तीनि। एषा बाहू बीजकेन्द्रादनुद्गम्य एकस्मात् मध्यबीज प्रोतदण्डाद् निर्गच्छत। (द्रष्टव्य फोनोचित्रम्)

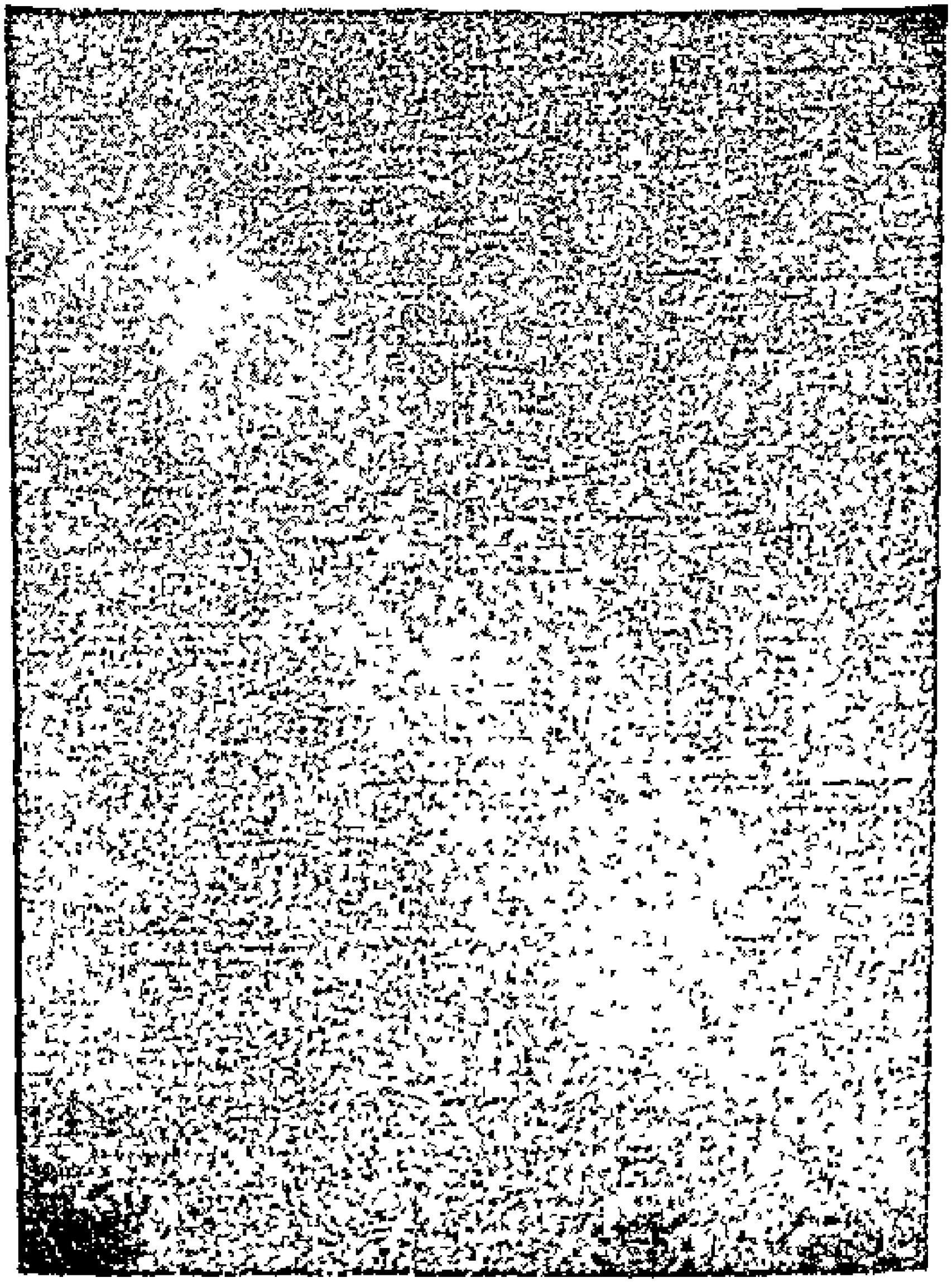


केशनधनमण्डले अवरुद्धसर्पिलसस्थानम्
['माउण्ड विल्सन' वेधशाला]

बीजकेन्द्रस्य पार्श्वद्वयाद् द्वौ सर्पिलौ बाहू उद्गच्छतः, समदिशायाञ्च मण्डलाकारौ भवतः। बीजकेन्द्रं बाहुभ्यां भासुरतरं दूरदर्शकेन दर्शनीयम्।

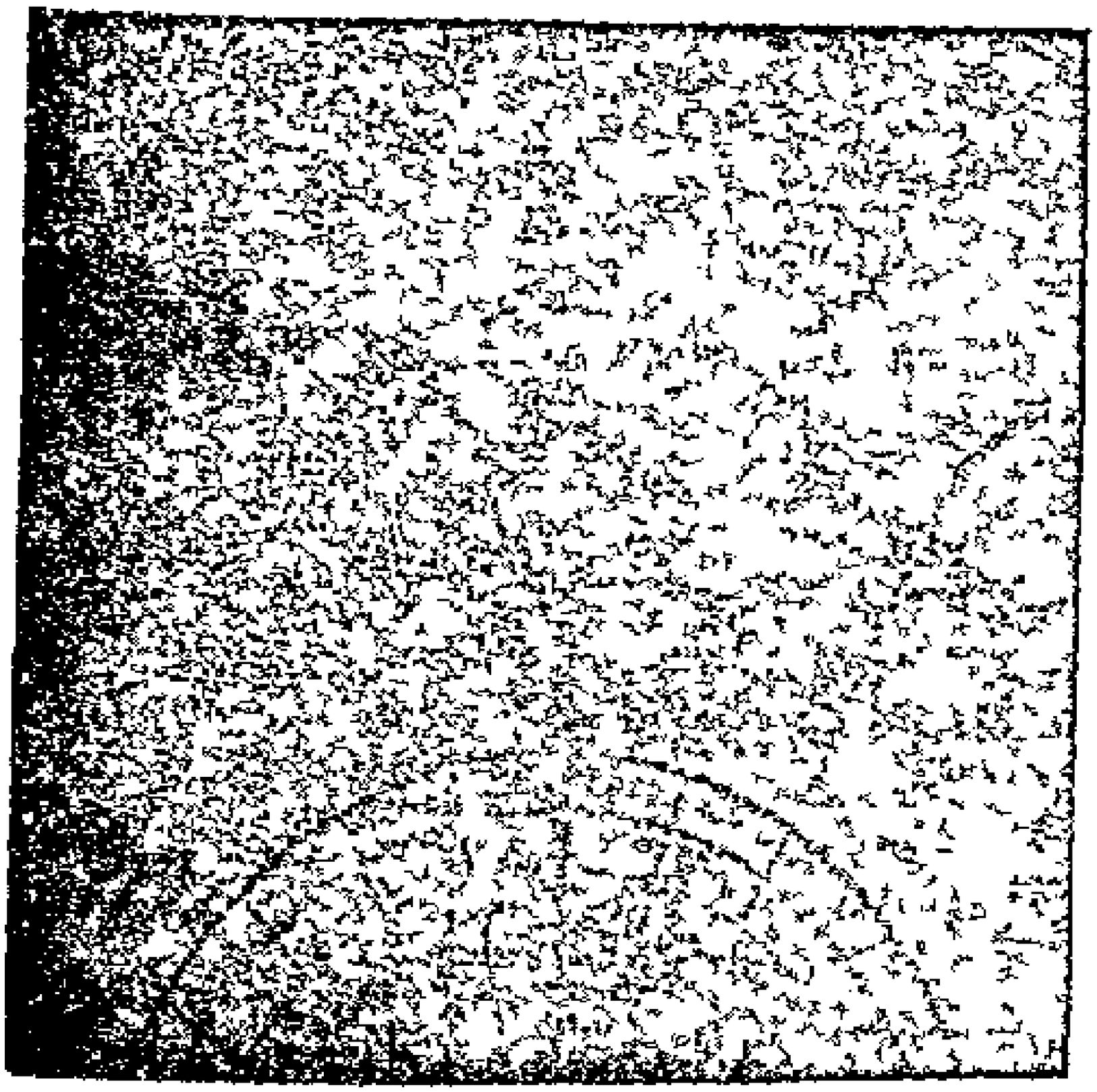
१५·२३ प्रकृतसर्पिलानां वर्गाः

एषां त्रयो वर्गाः—Sa, Sb, Sc। Sa-वर्गे संस्थानानां बीजकेन्द्रं पर्याप्तं महत्, बाहू गाढं संश्लिष्टौ (द्रष्टव्यं फोटोचित्रे NGC-४५१४ इत्याख्यं संस्थानम्)। Sb-वर्गे बीजकेन्द्रं



मेखिये·३१—(देवयानी नाम) सर्पिलसंस्थानम्। ['लिक'-वेधशाला]

लघुतरम्, बाहू च विततौ। फोटोचित्रे देवयानीनाम्नमण्डलस्थमिदंवर्गीयं संस्थानम्। अस्मत्सौर·



बृहद् मैगलानिक मेघ

[जोहान्सबर्ग वेधशाला]

एते विहाय सन्त्यन्यान्यप्यनियतरूपाणि सस्थानानि। आकाशगङ्गेतरसस्थानाना २५ सस्थानान्यनियतरूपाणि। तानि वस्तुतो बहुसख्यानानि, तथापि ल्पतारकत्वाद् मन्दभासुरत्वाच्च न दृश्यन्ते।

१५ ३१ आकाशगङ्गेतरसंस्थानेषु दृश्यमाननक्षत्राणि

आकाशगङ्गेतरसस्थानेषु प्रायेण वार्पपर्विकारिनक्षत्राणि लभ्यन्ते। तत्र नव्यनक्षत्राणि गोलीयनक्षत्रसङ्घका अपि दृश्यन्ते।

१५ ३२ आकाशगङ्गेतरसंस्थानाना परिमाणानि

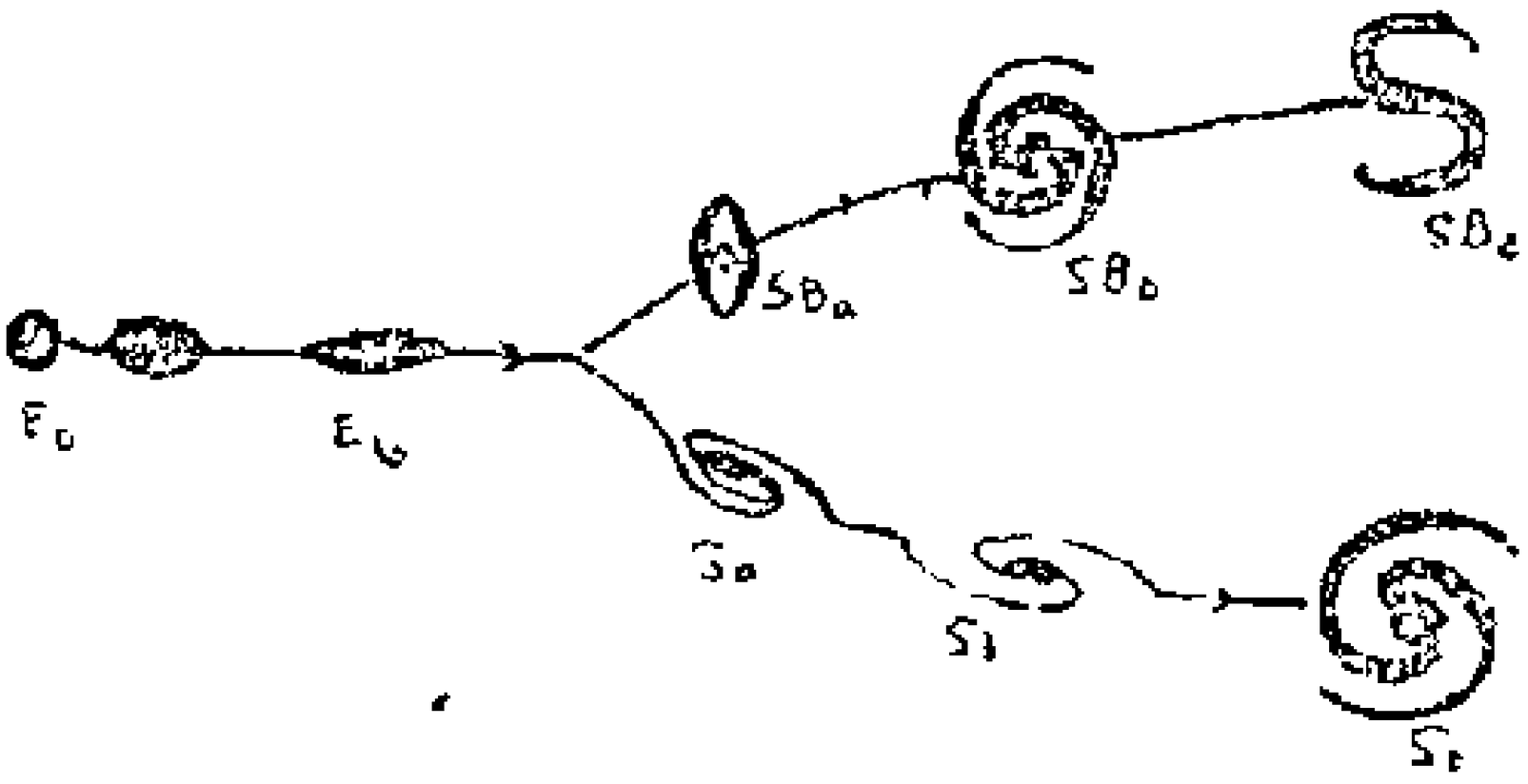
F_0-वर्गस्य व्यास ६०० पारसेकानि, D_0-वर्गस्य व्यास १५०० पारसेकानि, S_a वर्गस्य २००० पारसेकानि, S_b वर्गस्य २४०० पारसेकानि, S_c वर्गस्य च ३००० पारसेकानि। अवदद्धसर्पिलानि तन्नुरूपप्रकृतसर्पिलापेक्षया लघूनि सन्ति। अस्मत्तारासंसान (आकाश

अवरुद्धसर्पिलानां वर्गाः

एषां त्रयो वर्गाः—SBa, SBb, SBc च। SBa वर्गीयस्य सस्थानस्य बाहू नातिवितती। SBb वर्गीयस्य सस्थानस्य बाहू पर्याप्तं वितती। SBc-वर्गीयस्य सस्थानस्य बाहू इयन्मात्रं वितती यद् आकार S वद् भवति। अधः स्थापिते चित्रे सर्वेषामाकारा द्रष्टव्याः।

१५·२५ नियतरूपसंस्थानानां क्रमः

प्रारम्भे ज्योतिःसंस्थानं वृत्ताकारमासीत्। ततः पिण्डः किञ्चिद् दीर्घवृत्ताकारः, ततः पर्याप्त दीर्घवृत्ताकारश्चाभवत्। अस्मात् पर द्वे शाखे अभवताम्—सर्पिलाना शाखा, अवरुद्धानाञ्च शाखा। ततः सर्पिलानि शनैः शनैः ग्रथनबन्धनान्यभवन्, अवरुद्धान्यपि शनैः शनैः ग्रथबन्धान्यभवन्। एवं नैकभेदाः प्रादुरभवन्।



नियतरूपसंस्थानानां क्रमः

१५·२६ अनियतरूपाणि आकाशगङ्गेतरसंस्थानानि

अस्माकं समीपतमेष्वाकाशगङ्गेतरसंस्थानेषु द्वे अनियतरूपे प्रसिद्धे। ते दक्षिणगोलार्धस्थे वर्तेते, उत्तरीयगोलार्धवासिना दृष्टिपथे न पतत। दक्षिणगोलार्धे यदा सर्वप्रथम नाविका गताः तदा ततः प्रत्यागत्य ते आकाशे इमेमेघदर्शनमवर्णयन्। 'मैगेल्लन'-महोदयेन सर्वप्रथममेषयोर्वर्णनं कृतम्, अत एवैते 'मैगेल्लानिक'मेघनाम्ना प्रसिद्धे। (२७९ पृष्ठस्थं चित्रं द्रष्टव्यम्)

द्वयोर्मेघयोरेको विशालः, द्वितीयश्च लघुः। विशालमेघोऽस्मिन्नक्षत्रमण्डले, लघुमेघश्च वारण्डव(चक्रवाक)नक्षत्रमण्डले वर्तेते। प्रथमो भुवः ७२,००० प्रकाशवर्षदूरतमे, द्वितीयश्च ८०,००० प्रकाशवर्षदूरतमे स्थितः। तयोः परिमाणं क्रमशः १०,००० प्रकाशवर्षाणि, ६००० प्रकाशवर्षाणि च।

१५·४ स्थानीयसंस्थानसमूहः

यथा नक्षत्राणि समूहे भ्रमन्ति, तथैव संस्थानान्यपि समूहबद्धानि दृश्यन्ते। अस्मत्तारा-संस्थानं यस्मिन् समूहे वर्तते, तत्रास्मत्तारासंस्थानव्यतिरिक्तानि द्वादशसंस्थानानि वर्तन्ते। समूहोऽयं स्थानीयसंस्थानसमूह-नाम्ना प्रसिद्धः। समूहोऽण्डवन्महाकारो स्थितोऽस्ति। समूहस्य दीर्घतमो व्यासश्च १०,००,००० प्रकाशवर्षमितः। अस्मत्तारासंस्थानमस्यैकस्यां कोट्यां वर्तते, देवयानी-नक्षत्रमण्डलस्थसंस्थानं च द्वितीयकोट्यां वर्तते। निम्नलिखितसारिण्या स्थानीयसंस्थानसमूहस्य संस्थानानां विवरणानि दीयन्ते—

नाम	वर्गः	दूरत्वं (पारसेकमाने)	प्रतीयमानबिम्बव्यासः	व्यासमानम् (पारसेकमाने)
अकाशगङ्गा	Sb	———	———	२४,०००
विशालमैगेलानिकमेघः	अनि०	२२,०००	१२°	४,६००
लघुमैगेलानिकमेघः	अनि०	२५,०००	८°	३,७००
गिल्पिफलक संस्थानं	E	६९,०००	४५′	९००

नाम	वर्गः	दूरत्वं (पारसेकमाने)	प्रतीयमान-बिम्बव्यासः	व्यासमानम् (पारसेकमाने)
'फार्नेक्स' संस्थानं	E	१४२,०००	५०′	२,१००
NGC-६८२२	अनि	१६१,०००	२०′	१४०
NGC-१८५	E	२०४,०००	१४·५′	८६०
NGC-१४७	E	२०४,०००	१४·१′	८२०
IC-१६१३	अनि	२२५,०००	१७′	१,१००
M-३१	Sb	२३१,०००	३°·२	१२,१००
M-३२	E_2	२३१,०००	———	———
NGC-२०५	E_5	२३१,०००	१५′·८	१,०००
M-३३	So	२३९,०००	६२′	४,३००

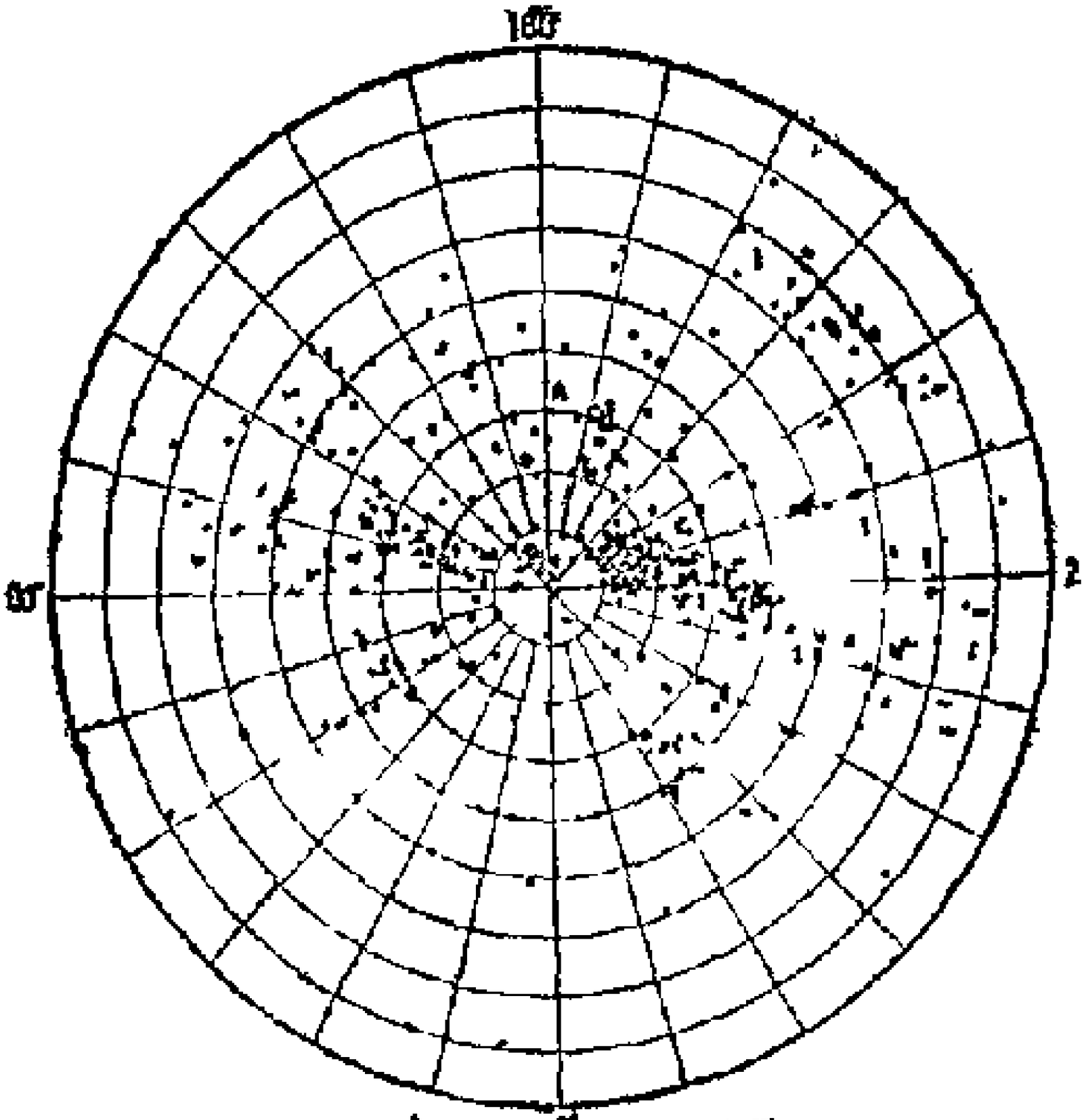
१५·५ संस्थानसंचयकाः

नक्षत्रसंचयका इव संस्थानसंचयका अपि विद्यन्ते। सर्वे नैकशतसंख्यानि संस्थानानि दृश्यन्ते। उत्तरकिरीटनक्षत्रपुञ्जे प्रायेण ४००-संस्थानानि दृश्यन्ते, मेषनक्षत्रमण्डले ८०० संस्थानानि, सप्तर्षिनक्षत्रमण्डले च ३०० संस्थानानि दृश्यन्ते। २८२ तुरुथे चित्र उत्तरकिरीटनक्षत्र मण्डलवर्तिसंस्थानसंचयको दृश्यते—

गङ्गासस्थानं) यद्यपि Sb वर्गीयम्, तथापि व्यासोऽस्य २४,००० पारसेकानि। विशालत्वाय १२९०० पारसेकव्यासक देवयानिन्नमण्डलस्थ विशालतम सर्पिलसंस्थानमप्याकाशगङ्गा संस्थानात् पर्याप्त लघु।

१५ ३२ खगोले संस्थानानां स्थितिविभाग

ज्योतिर्विद्भि 'हार्वर्ड'वेधशालाया त्रयोदशनाक्षत्रकोटिपर्यन्त दृश्यमानानां संस्थानाना गणना कृता, खगोले तेषा स्थितिविभागश्चाधीत। निम्नचित्रे १०२५ संस्थानाना[1] स्थितय सूचिता सन्ति श्यामबिन्दुभि। तानि १,००,००,००० प्रकाशवर्षदूरत्वान्तर एव वर्तन्ते। अनेन चित्रेण स्पष्टीभविष्यति यत्तान्याकाशगङ्गीयध्रुवे निबिडतया विद्यन्ते। आकाशगङ्गीयविषुवरेखाया तानि कदाचित् श्यामनीहारिकाभिरावृतानि सन्ति न दृश्यन्ते।



उपरिपातात् पार्श्वे गङ्गार्जीनां स्थितिविभाग।

---

१. यावत्पर्यन्तं प्राय १०,००,००,००० नक्षत्रसंस्थानानि ज्ञातानि सन्ति। तत्राणुपरिष्कारार्थं हून्यन्यानि दृश्यन्ते।

शालाया यत इच्छयादूरदर्शकेन १५०-नूतनसस्यानाना केन्द्रीयगतिर्गणिता। पश्चात्ते सप्तर्षि सख्या २-सस्यानस्य केन्द्रीया गतिर्गणिता। सा तपर्यन्तलब्धगतिषु सर्वाधिका प्रतिसेकिण्ड २६,००० क्रोशार्धमिताऽऽीत्। इय प्रकाशगते सप्तषभागतुल्या। एता सर्वा गनयो वर्णच्छत्रीय रेखाणा विचलनस्य गणनया लभ्यन्त इति पूर्वं व्याख्यानमेव (द्रष्टव्य § ११४१२)। विनम्र भिद् सस्थानाना सर्वेदा रक्त प्रति दृश्यते, अत एवैतानि सस्थानानि सर्वाणि सर्वदा स्वमदूरं गच्छन्तीति लभ्यते। सस्थानाना वर्णच्छत्रे यद् रेखाणां रक्त प्रति विचलन दृश्यते तद् 'रक्त विचलन' नाम्नाभ्र सिद्धम्।

परन्तु 'किमियती महती गति सम्भवा?' इति प्रश्न स्वाभाविक। महती खाधिका गतिर्युगपत् २१ क्रोशार्धमिता प्रति सेकिण्डमस्ति। पृथिव्या गति कक्ष प्रतिसेकिण्ड १८½ क्रोशार्धान्यस्ति। नक्षत्राणामपि गति' प्रतिसेकिण्ड ५० क्रोशार्धेभ्यो नाधिका। अत एव 'डाप्लर' सिद्धान्तस्य शुद्धताया सन्देहो जायते। परन्तु सन्दहोऽत्र व्यर्थ, यतो महती केन्द्रीया गति डाप्लरसिद्धान्तेन यावती लभ्यते तावत्येवोपायान्तरेण। एव २०,००,००,००० प्रकाशवर्षदूरवर्ति सस्थानस्य, प्रतिसेकिण्ड २६,००० क्रोशार्धमिता गतौ रहस्यपूर्णेव।

ज्योतिर्विद्विस्तुलनात्मकाध्ययनेन दृष्टं यत् सस्थानाना दूरत्व गतिवेगाधीनम्, अथाद् यतते निश्चितो दूरत्व गतिवेग सम्बध। यथा यथा सस्थानाना दूरत्व वर्धते, तथा तथा वेगा गतिर्वर्धते।

सस्थानसमूहनाम	विषुवांशा (घ.मि.)	क्रान्त्यशा	दूरत्वम् वेगमाने (नियुतानि)	गतिवेग प्रतिसेकिण्ड (क्रोशार्धानि)
— कचा	१२ २५	+१२	२	७८
वेश	१२ ५६	+२८	१४	४६६०
सिद	१० २४	+११	३२	१४४२०
भूग	१४ ७०	+३०	७०	२१७३
सप्तर्षि २	१० ८०	+५८	७८	२६१००



उत्तरकिरीटमण्डले मन्दानस्तवः

['माउण्टविल्सन' वेधशाला]

१५६ अत्याकाशगङ्गासंस्थानानां केन्द्रीया गतिः

सर्वप्रथमं १९१२-तमे त्रिमानद 'ऑव' वेधशालाया 'स्लिफ' महोदयया आकाशगङ्गासंस्थानस्य वर्णच्छत्रीयरेखाविच्छेदनगणनया केन्द्रीया गतिर्लब्धा। १९२०-तमाब्दपर्यन्तं तेन गणितासु ४१-संस्थानानां गतिषु NGC-७८०-संस्थानस्य गतिः सर्वाधिका प्रतिसेकण्ड ११२१ क्रोशा गमिताऽभवत्। १९३०-तमाब्दपर्यन्तं ज्ञातिर्विद्वद् 'माउण्टविल्सन' वेध

षोडशोऽध्यायः

सृष्टिः

[पूर्वाध्यायवर्णितज्योति पिण्डा कथ का चालिते समागता इति विषये चिन्तनकल्पन सम्पृक्तवैज्ञानिकसिद्धान्ता सक्षेपेणात्र दीयन्ते ।]

१६.१ सौरमण्डलस्योत्पत्ति

सौरमण्डलस्योत्पत्तिविषये विविधा सिद्धान्ता वर्तन्ते, परन्तूत्पत्तिविवरणमधुनापि धूमिल मेव। एते सिद्धान्ता द्विप्रकारका । प्रथमप्रकारके वर्तमानग्रहा नीहारिकाया रज कणरूपेण बाष्परूपेण वा प्रारम्भ एव सूर्यमभित आसन्। द्वितीयप्रकारक एते ग्रहा प्रारम्भे सूर्यस्य भागा एवासन्, परचात् समीपागतनक्षत्रान्तरजनिताल्पावैरतिसमीपागतनक्षत्रान्तरसघर्षणेन वा सूर्यात् च्युता अभवन्।

१६.११ नीहारिकासिद्धान्त.

नीहारिकासिद्धान्त सर्वप्रथम प्रसिद्धेन दार्शनिकेन 'कान्ट'महोदयेन प्रस्तुत । परचात् 'लाप्लास'महोदयेनाष्टादशतस्त्रिसप्तीयशतके (१७९६ खिस्ताब्दे) विस्तरेण प्रतिपादित । लाप्लास. महोदयस्य मत सक्षेपेणात्र दीयते।

पुरा सुदूरभूतकाले सौरमण्डलस्य भ्रमन पूर्वमनेकलक्षो नायव्यो (वाष्पपूर्णा) महापिण्ड आकाशे वेगेन भ्रमन् आसीत्। पिण्डोऽयमतिदीर्घ आसीत्। अय कुबेरमहाशापर्यन्त



नीहारिकासिद्धान्त

जगतो विसृत्यरत्वमवलोक्य 'लिमेतर'महोदयेन विश्वसृष्टिसम्बन्ध एको नूतनः सिद्धान्तः प्रस्तुतः। यतः सस्थानानि प्रतिदिनमस्मद्दूरं गच्छन्ति, तानि पुरास्माकं समीप आसन्। पुरा प्रायेण २,००,००,००,०००-वर्षपूर्वं सर्वाणि संस्थानानि परस्परसम्बद्धान्येवासन्। अर्थाद् जगद् अतिलघ्वाकारकमासीत्। तदा केवलमेकोऽण्डाकारः पिण्ड आसीत्। अकस्मात् स विस्फुटितोऽभवत्, तस्याश्चाश्च इतस्ततोऽधावन्। यतः पृथिव्या आयुरपि प्रायेण २,००,००,००,००० वर्षाणि। अत एव पृथिवी, ग्रहाः, सूर्यः, नक्षत्राणि, नक्षत्रमण्डलकाः, नीहारिका, अत्यासन्नगङ्गा[1] संस्थानानि च सर्वाणि समकालिकान्येव।



---

१. द्रष्टव्योऽत्र ऋग्वेदीयमिदान्तो विश्वोत्पत्तिविषये—
"हिरण्यगर्भः समवर्तताग्रे भूतस्य जातः पतिरेक आसीत्" (ऋग् १०।१२१)
माध्यन्दिनशतपथेऽपि—"असद्वा इदमग्र आसीत्, तत आपः समभवन्, तासु हिरण्मयोऽण्डो जज्ञे, तस्मिन्नयं प्रजापतिः संवत्सरमुषित्वा व्याहरत्, तस्मात्स आत्मनो निरमिमीत, तस्मादात्मन्या निर्मिता, तस्मादु हैवेदमाहुर्यदिदं सृजति।" इति श्रूयते।

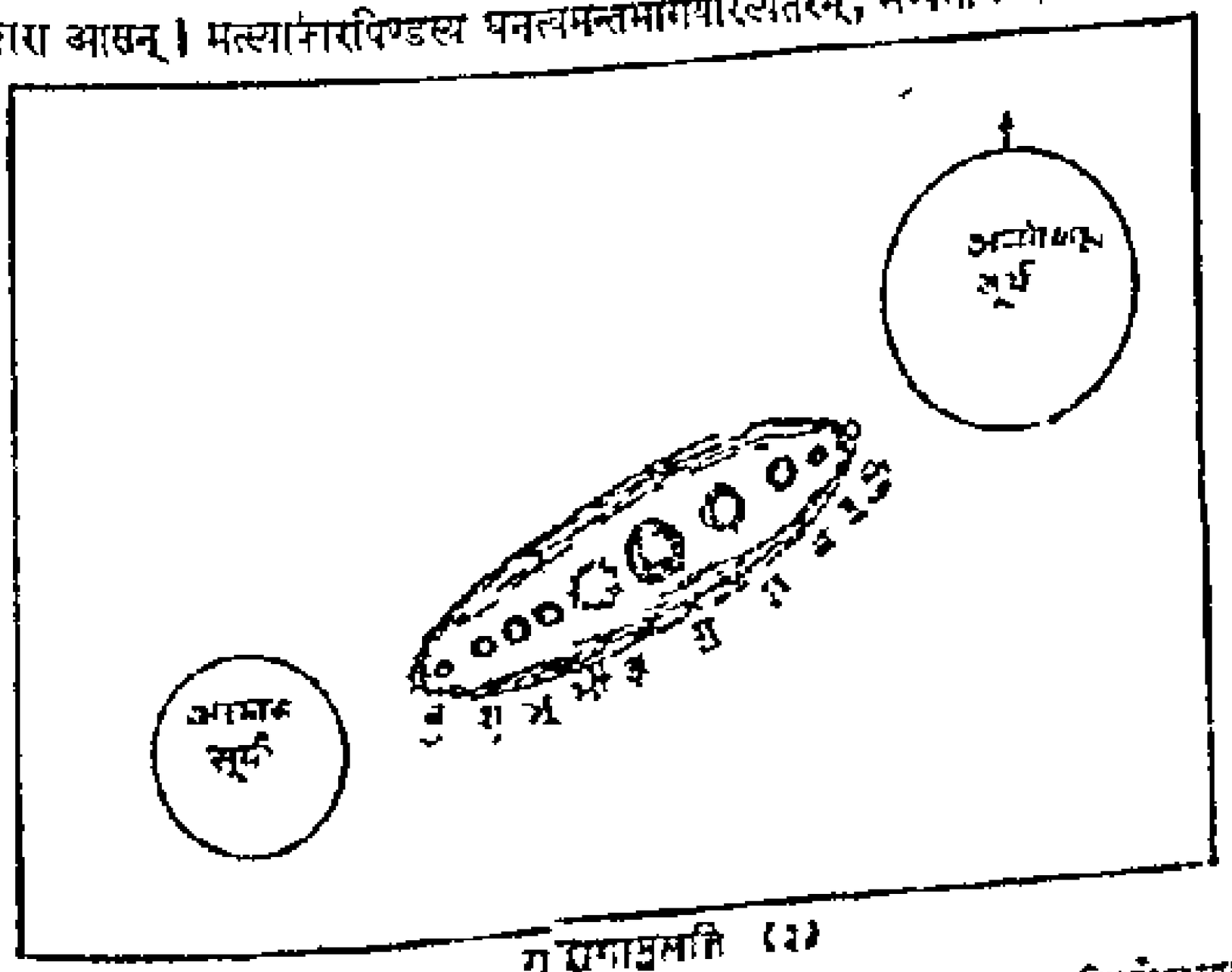
सूर्यं स्पृशन्, अस्पृशन्, सम्मुखं वा अगच्छत्। ('जेफरीज'महोदयस्य मते नक्षत्रं तद् वस्तुतः सूर्यस्योपर्यपतत्। अन्येषां मतेषु तत् केवलमतिशयेनासन्नमागत्यास्पृशन् निरगच्छत्)।

गणितशास्त्रानुसारं यदि कोऽपि बाह्यः सूर्योऽस्माकं सूर्यस्यात्यन्तं समीपमागच्छेत् तर्हि तस्मात् सूर्यो लम्बोदरो भवेत्, यतः सूर्यपृष्ठे तस्य नक्षत्रस्यालधिकमाकर्षणम्, सूर्यकेन्द्रे चाल्पम्। बाह्यसूर्योऽपि लम्बोदरो भविष्यति। अधिकमात्रया यदि समीपमागच्छेत् (यदि चतुर्गुणितसूर्यव्यासाल्पदूरत्वे आगच्छेत्), तर्हि बाह्यसूर्यस्य बहिर्लम्बभागात्, अस्माकं सूर्यस्य च बहिर्लम्बभागात् केचित्पदार्थाः (भागाः) पृथग् भविष्यन्ति, द्वयोः सूर्ययोर्मध्ये सेतुरूपेण स्थास्यन्ति। अन्ततो बाह्यः सूर्यः स्वमार्गेण दूरं गमिष्यति। सूर्ययोर्मिलच्छिन्नभागानां केचिद् भागा अस्माकं सूर्यस्य समीपं वर्तियन्ते, केचित् च बाह्यसूर्यस्य समीपम्। ये भागा अस्माकं सूर्यस्य समीपे स्थितास्तेषां सूर्यसमीपतरवर्तिभागाश्चाः सूर्यं पुनः पतिष्यन्ति, दूरवर्तिभागाश्च बाह्यसूर्यं कर्षणात् सूर्यात् पर्याप्तं दूरत्वं भजमाना वेगेन सूर्यं परितो भ्रमिष्यन्ति।

अस्माकं सौरमण्डलमुपर्युक्तविधिना नोत्पन्नमासीत्। सर्वप्रथमं सूर्यस्य परिभ्रमणं कुर्वन्तः पदार्थाः अनियताकाराः प्रचण्डतप्तवाष्पाणां समूहा आसन्। शनैः शनैः शीतत्वं भजमानाः केन्द्रः तरलरूपोऽभवत्। बाह्यान्तरे तरलपदार्थानामुपरि घनपदार्थाः अभवन्। एवं तत्र महाज्वालाः।

१६.१३ 'जीन्स'महोदयस्य आप्लावसिद्धान्तः

जीन्समहोदयस्य मते सूर्यनक्षत्रयोः स्वापेक्षगतिरत्यल्पासीत्। अत एव तयोर्निर्गताः पदार्थाः मत्स्याकाराः आसन्। मत्स्याकारपिण्डस्य घनत्वमन्तभागयोरल्पतरम्, मध्यभागे च घनतरमासीत्।



गुरुत्वाकर्षणेन पिण्डस्यान्तभागयोर्जलापनम्, शीघ्रगत्या मध्यभागस्य मत्स्याया निर्गमनम्।

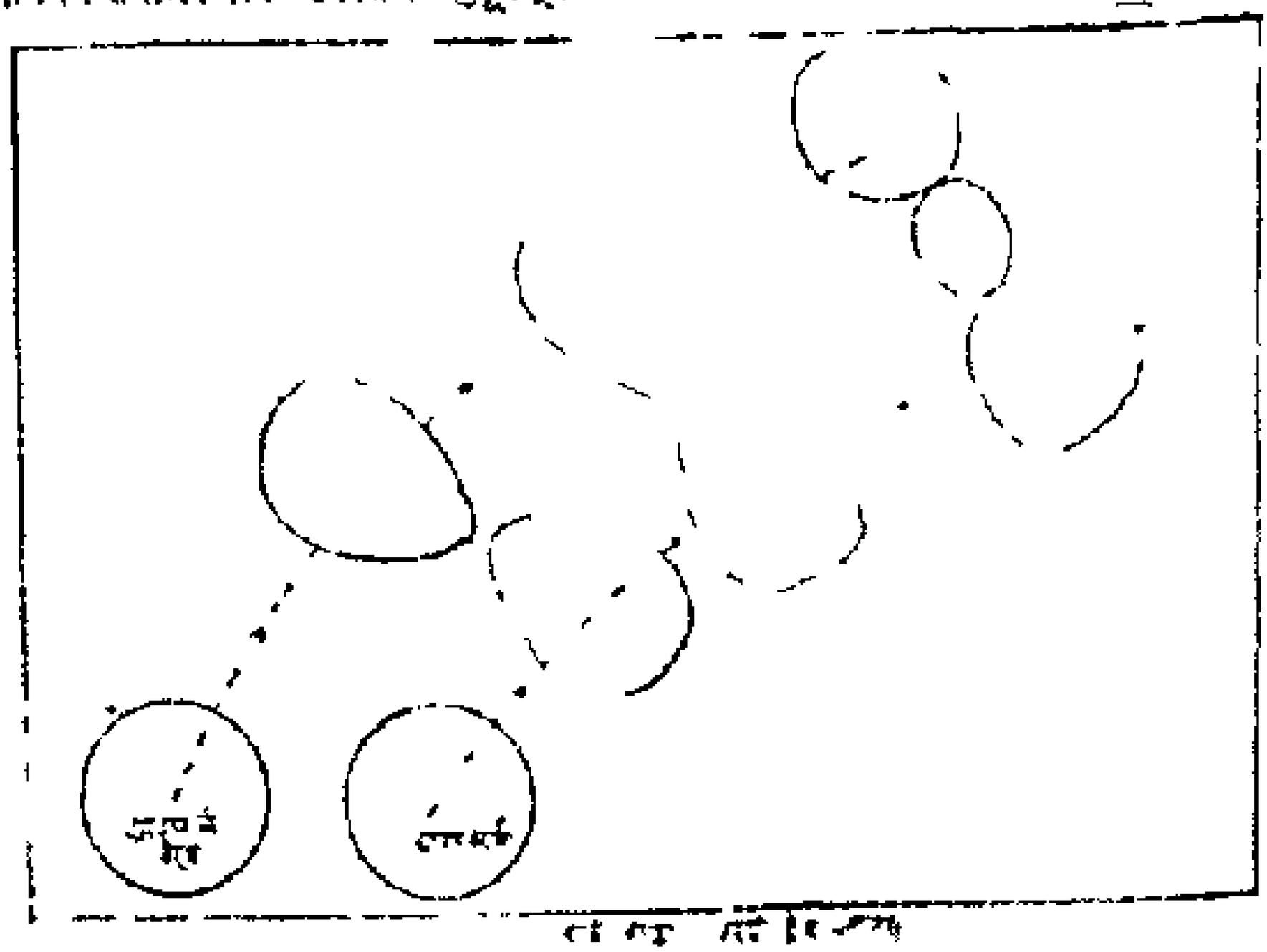
वितत आसीत् । स पिण्डोऽतिवेगेनाक्षभ्रमणं कुर्वन् आसीत् । अतिजवेनाक्षभ्रमणात् पिण्डस्य औष्ण्यं (तापः) शनैः शनैर्महाकाशे विलीनमभवत् । शीतलतां भजमानस्य पिण्डस्य बहिर्वर्तिबाष्पाणां क्रमेण घनीभवनं प्रारभत, परन्त्वान्तरिकबाष्पीयपदार्थास्तत्तावस्थायामेवाऽऽसन् । बाह्यघनीभूतपदार्था अक्षभ्रमणवेगात् क्रमशः केन्द्रीयभागस्य पश्चभागे तिष्ठन्तः पृथगभवन् । कालान्तरे बाह्या वलयाकारपदार्थाः पिण्डरूपेण केन्द्रवर्तिमहापिण्डं परितोऽभ्रमन्त । एव क्रमशो नवसंख्याकाः पिण्डाः पृथगभवन् । सूर्यस्चाद्यापि केन्द्रे वर्तते ।

पृथिवी घनीभूतबाष्पीयपिण्डरूपाद्यापि दृश्यते । सा पूर्णतया शीतला न । तस्या बाह्यः स्तर एव शीतलः कठोरश्च, अन्तःस्तरस्तत्तद्रवीभूतः । पृथिवी पुरा विशालतमाऽऽसीत् ।

सिद्धान्तोऽयमतिसुन्दरः प्रतीयते, परन्तु गणितशास्त्रनिकषे परीक्षणेनात्र दोषा नैके दृश्यन्ते । सूर्यस्य नूनं नीहारिकाया उत्पत्तिः सम्भवा, परन्तु नेय कथा ग्रहाणामुत्पत्तिविषये । पृथिव्या अन्येषां ग्रहाणा चाक्षभ्रमणवेगोऽत्यधिकः । अस्य वेगस्य प्रमापकमावेगघूर्णप्रमापकमस्ति । सौरमण्डले दृश्यते यद् ग्रहेष्ववेगघूर्णप्रमापकस्य मात्रा ऽधिका, सूर्ये चाल्पा । सूर्यस्य पिण्डमात्रा तु सर्वाधिका, परन्तु सम्पूर्णसौरमण्डलस्यावेगघूर्णस्य केवल २ प्रतिशतभागस्तत्र सूर्ये वर्तते । तथ्यमिदं परीक्ष्यसिद्धान्तस्य प्रतिकूलम् । यदि प्रारम्भे महापिण्डेऽत्यधिकोऽक्षभ्रमणवेग आसीत्, तर्हि तस्याङ्गेषु समरूपेणावेगघूर्णमात्रा स्यात । यतैवं न, अत एव निश्चितमिदं यत् सौरमण्डलस्य जन्म नीहारिकाया न ।

१६.१२ 'सूर्यादेव सर्वं ग्रहा जाता' इति यादिनां सिद्धान्तः

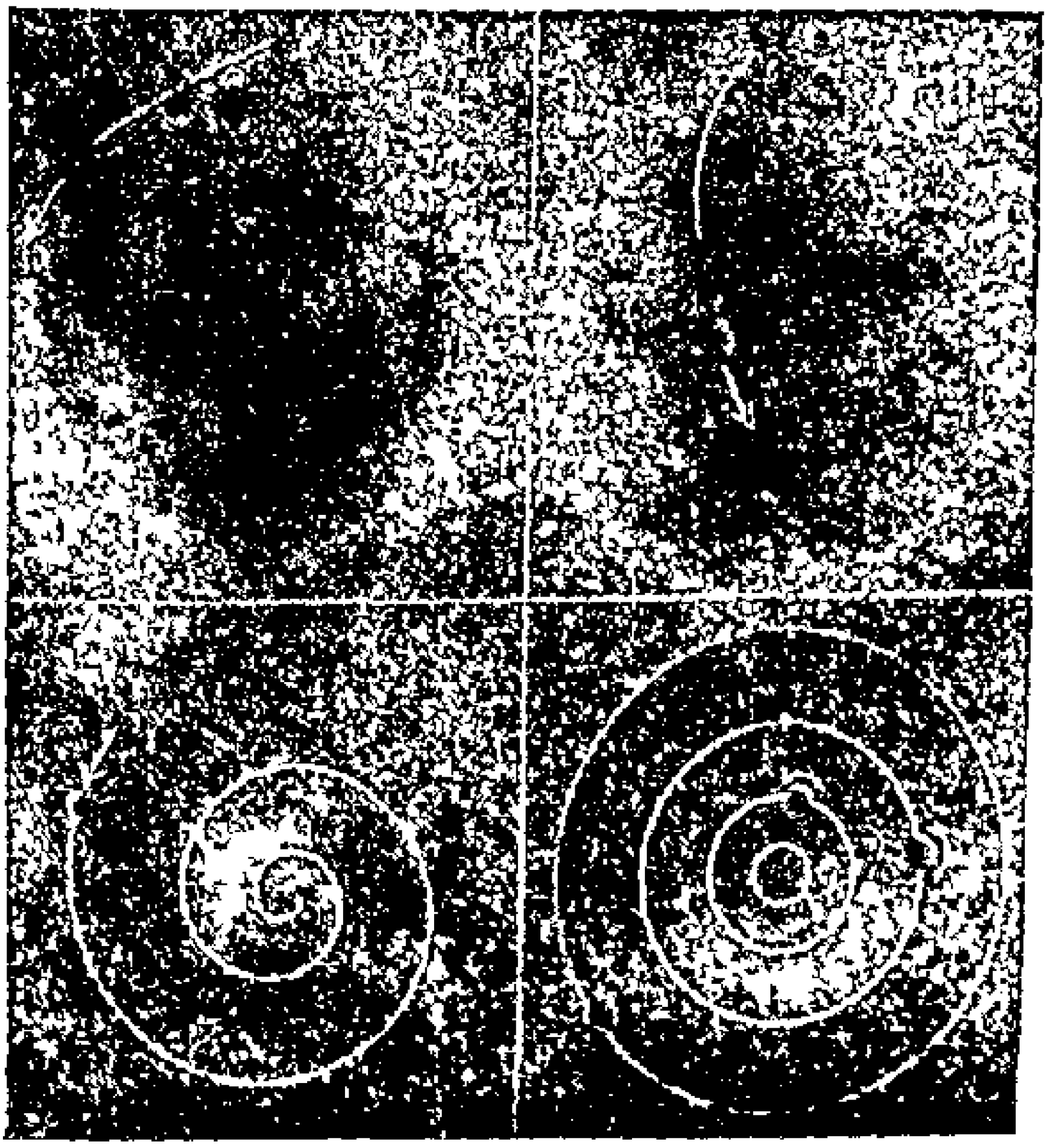
'जीन्स' 'जेरीज' 'चैम्बरलेन' 'मूल्टन'महोदयाना पृथक् पृथक् सिद्धान्ताः सन्ति, परन्तु निम्नविषये तेषामैकमत्यं दृश्यते । सुदूरभूतकाले कोऽप्यन्यः सूर्यः (नक्षत्रम्) पार्श्वादतिसमीपं



जातानि । तानि बीजान्युपचय प्राप्य महा अभवन् । सूर्यसमीपे बीजानि घनतराणि, सूर्यदूरतोऽल्पघनत्वयन्ति सन्ति ।

१६ १७ नाक्षत्ररजोमेघसिद्धान्त (२)

अचिरात्पूर्वं १९४७ तमे खिस्ताब्दे 'ब्हिपिल'महोदयेनाप्येको नाक्षत्ररजोमेघसिद्धान्त प्रस्तुत । अस्य मतेन प्रथममेको विशालनाक्षत्ररजोमेघ आसीत् । स घनीभूय सूर्यीभवनप्रक्रियामासीत् (नक्षत्राणि नाक्षत्ररजोमेघाज्जायन्ते, द्रष्टव्य §) । मेघे द्रव्यभ्रमण नासीत्, परन्तु यत्र तत्र लघुराशीभा आसन् । घनीभवन मेघे स्वयमुत्पन्नममवत्, अथवा महाकायस्य कस्यचिद् भागा



नाक्षत्ररजोमेघसिद्धान्त

दागच्छत् । घनीभवन आद्यभागात् प्रारभ्य सर्पिलाकारमार्गेण केन्द्र प्रयागच्छत् । सर्पिलाकारमार्गे स्थाने स्थाने सूक्ष्मद्रव्य घनीभवनादभवत् । अवशारे सर्वत्रो मेघ भवत् । घनीकरणे सर्पिलाकारमार्गे सूक्ष्मद्रव्य मंदरेखाभिः । एकोऽग्निनक्षत्रस्य सूर्यस्य, सूक्ष्मद्रव्यस्य अल्प मात्रा । सिद्धान्तोऽस्मायेकपूर्णविवरो सुरु भवन्ती ।

गच्छत्। मत्स्याकारपिण्डस्य भिन्ना नैके लघ्वाकारकाः पिण्डा जाताः। मत्स्याकारत्वाद् मध्यवर्तिपिण्डा बृहदाकारका गुरुभारकाः, यथा गुरु. शनिश्च। तावद्यापि घण्टिमयावेव। अन्तर्वर्तिपिण्डाश्च लघुभारका अल्पाकारका.। ते च तरलीभूय घनत्वमापन्नाः। सूर्यजनिताम्लवैर्ग्रहेभ्य उपग्रहा जाताः।

१६·१४ ग्रहलवसिद्धान्तः 'चेम्बरलेन'-'मूलटन'योः

१९०० खिस्ताब्दे 'शिकागो'विश्वविद्यालयस्य 'चेम्बरलेन'-'मूलटन'महोदयाभ्यां ग्रहलव सिद्धान्तः प्रस्तुतः। यदा बाल. सूर्योऽस्माक सूर्यस्य पार्श्वादगच्छत् तदास्माक सूर्याद् नैकसार सूर्यांशा निर्गताः। कदाचिद् विशालपिण्डरूपेण, कदाचिच्चाल्पपिण्डरूपेण। लघुपिण्डाः प्रायेण शीघ्रमिति शीतला अत एव तरला अभवन्। सूर्यकर्षणेन परस्परसघर्षेण चैते लघुतरलपिण्डाश्चूर्णं विचूर्णां अभवन्। एतेषा चूर्णविचूर्णतरलपदार्थाना कतिपया भागाः पुनः सूर्यं प्राविशन्, कतिपयाश्च भागा वेगाधिक्यात् सूर्याकर्षणरज्जुबद्धाः सूर्यं परित. पर्यक्रामन्। एते चूर्णविचूर्णा. सूर्यं परितो भ्रमन्तः पदार्था ग्रहलवा. कथ्यन्ते। विशालपिण्डाश्च ग्रहबीजनाम्ना प्रसिद्धाः। ग्रहबीजानि प्रारम्भे तिविशालाकाराणि नासन्, परन्तु कालेन तेषामाकर्षणेनासंख्या ग्रहलवा अपतन्। एव तेषामायतनानि द्रव्यमानञ्च वृद्धिं प्राप्नुवन्। अधुना ग्रहबीजानि ग्रहरूपेण दृश्यन्ते। ग्रहाणा मुपग्रहा लघ्वाकारका ग्रहबीजरूपा आसन्।

अस्मिन् सिद्धान्ते दूषणमिद दृश्यते—यदि ग्रहलवा ग्रहबीज प्राविशन् तर्हि ग्रहबीजेषु हाइड्रोजन वाष्पस्य प्राचुर्यं स्यात्। तदेव न। पुनश्च पृथिव्या' पिण्डमात्रा प्रारम्भादेवैव भवति, न दृश्यते तस्या वृद्धिसम्भावना।

१६·१५ 'जेफरीज'महोदयस्य संघात सिद्धान्तः

१९२१—तमे खिस्ताब्दे जेफरीजमहोदयेन सघातसिद्धान्त पुरस्कृत। ग्रहाणामक्षभ्रमण वेगस्याधिक्य न सुष्ठु व्याख्यायते पूर्वमते। अत एव तेन वास्तविकसघातस्य कल्पना कृता। पुरा चैको बाल. सूर्यं आगत्यास्माक सूर्यं सङ्घत्य परावर्त्य निरगच्छत्। परन्तु मतमिदमावेगघूर्णं मानायाः सुष्ठु व्याख्यानेऽसफलमेव।

'रसेल'महोदयेन ततः संघातसिद्धान्तस्य रूपान्तर प्रस्तुतम्। तस्य मतेन सूर्योऽस्माक प्रथम द्विकनक्षत्रमासीत्। पुरा चैको बाल. सूर्यं आगत्य सूर्यस्य सहचारिनक्षत्र जघान। सहचारिनक्षत्रस्य चूर्णांशै. सर्वे ग्रहा अभवन्। परन्तु मतमिद स्वय 'रसेल'महोदयेन कालान्तरे तिरस्कृतम्।

१६·१६ नाक्षत्ररजोमेघसिद्धान्तः (१)

अचिरात्पूर्वं (१९४९ खिस्ताब्दे) 'बीजलाल'महोदयेनैको नूतन. सिद्धान्तो व्यधायी कृत। 'हार'महोदयेन तस्य मत परिष्कृत्य १९४८—तमे खिस्ताब्दे यद् रूप दत्त तदधो दीयते।

पुरा सूर्यो महाकाशे भ्रमन् एकमनु-नक्षत्रकाकार घननक्षत्ररजोमेघमुदलक्षयत्। उल्लङ्घनानन्तर तमभित एकमतिविस्तृत (मुदूरदुर्वीक्षाया अपि विस्तृतम्) आवेष्टन जातम्। आवेष्टने 'केप्लर'तृतीयनियमेनाक्षभ्रमण वरीति। शनै. शनैस्तस्मिन् ग्रहत्वा इव बीजानि

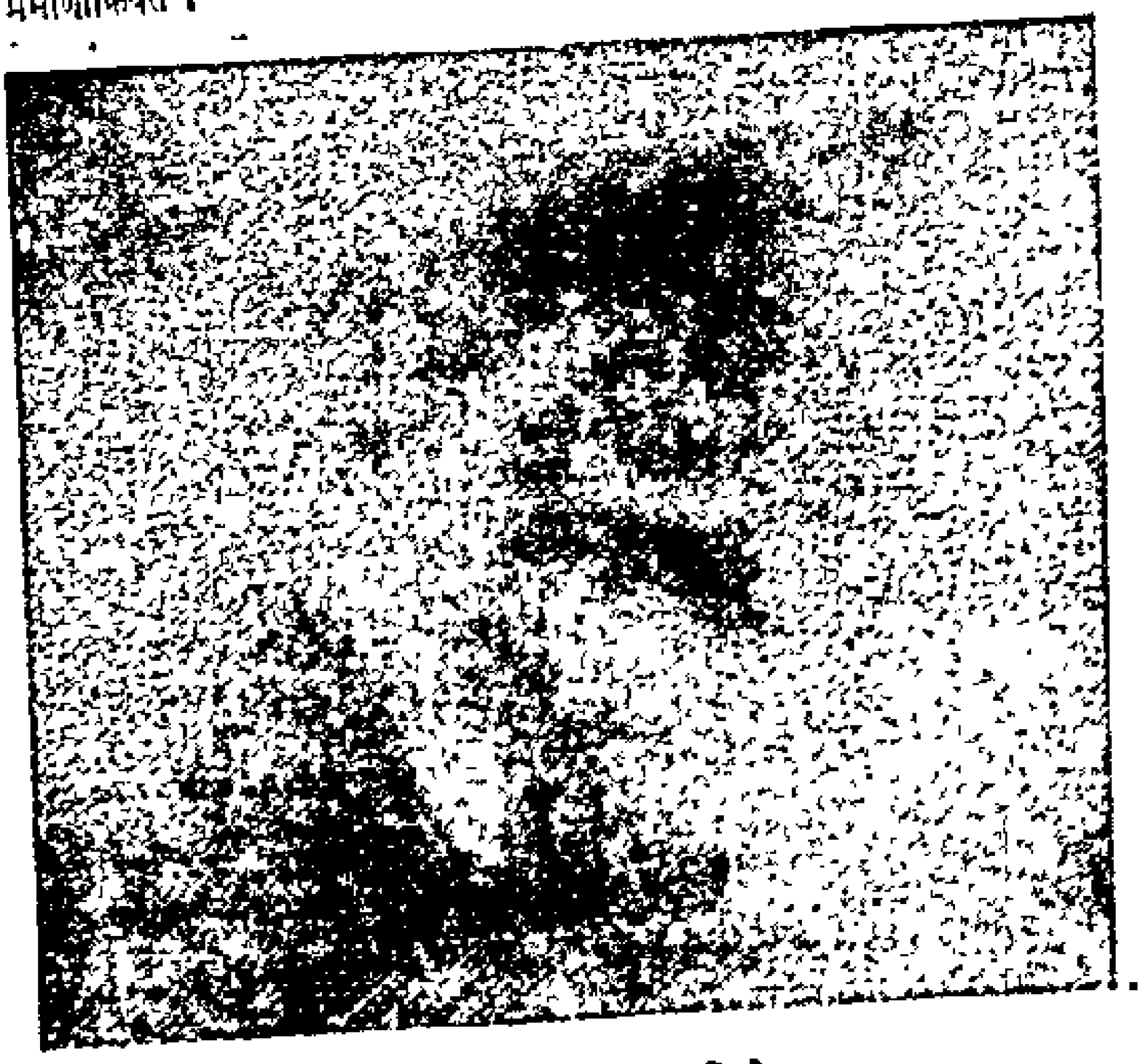
अत्याकाशगङ्गासंस्थानस्य विकास एवमेवाभवत् (अत्रावश्यं द्रष्टव्यं १२.२५ तमे दृत्तं चित्रम्) । अत्युन्नतचक्राकारपिण्डस्य कालेन मुखश्चदूरतमभागयोर्मुंजावजायेताम् ।

१६.२२ नक्षत्रस्तबकानामुत्पत्तिः

अत्यधिकघनीभूतसर्पिलसंस्थानानां द्रव्यं स्थाने स्थाने ग्रन्थिरूपेण तिष्ठति । यदाऽतस्तत्र द्रव्यग्रन्थेः समीपं बहूनि नक्षत्राणि न सन्ति, तर्हि परस्परार्कर्षणेन नक्षत्रस्तबकानां नक्षत्राणि केन्द्रस्य समीपे निबिडतया तिष्ठन्ति; गोलस्तबकस्य जन्म भवति । यत्र द्रव्यग्रन्थेः समीपं बहूनि नक्षत्राणि सन्ति, तत्र ग्रन्थिर्तिनक्षत्राणि विरलानि भवन्ति; अवृत्तनक्षत्रस्तबकस्य जन्म भवति । अवृत्तनक्षत्रस्तबकस्य नक्षत्राणि क्रमेः शनैः दृत्तबन्धानि भूत्वा नक्षत्रकुलं सृजन्ति ।

१६.२३ नक्षत्राणामुत्पत्तिः

नक्षत्राणि सर्पिलसंस्थानस्य भङ्गाज्जायन्ते । सर्पिलसंस्थानभङ्गात् तेषां जन्म निम्न-चित्रेण प्रमाणीक्रियते ।



देवयानी संस्थाने नक्षत्राणामुत्पत्तिः

[माध्यमिकान देवताः]

द्विकानामुत्पत्तिः—द्विकनाम्नस्तबकेभ्यो यदा भिन्नाकाः प्रक्षिप्ताः । (१) चित्रे द्विकस्य स्थाने त्रिकं दृश्यते । तत्र कथं भिन्नाकारे भिन्ने भूत्वा द्वे नक्षत्रे अभवत् । यदि कोऽपि-

१६.२ विश्वस्य उत्पत्तिः

प्रारम्भे सौरमण्डलपर्यन्तं ज्योतिर्विदां सविवरणज्ञानमासीत्, अत एव पूर्वकालिकज्योतिर्विद्भिः सौरमण्डलस्योत्पत्तिरेवान्विष्टासीत्। अधुना नक्षत्राणां द्विकनक्षत्राणां नक्षत्रसमूहानां गत्यावाशगङ्गासंस्थानानाञ्च सुष्ठु ज्ञानं वर्तते, एषामुत्पत्तिविषयेऽपि सिद्धान्ता प्रस्तूयन्ते। ते संक्षेपेणात्र दीयन्ते।

१६.२१ नीहारिकाणां (सर्पिलसंस्थानानां) उत्पत्तिः

'जीन्स'महोदयेन गणितपद्धत्या नीहारिकाणामुत्पत्तिसम्बन्धे सिद्धान्तः आविष्कृतः। तस्य मतेन सृष्टयारम्भे महाकाशे अतिविरलाः वाष्पकणाः आसन्। कदाचित्तेषां प्रतिघनसेण्टीमीटरे[1] १०⁻३० (अर्थात् $\frac{१}{१०००\ldots०}$ भागः) ग्रामभागतुल्या पिण्डमात्रा आसीत् (ऐडिंगटनमहोदयस्य मतेनेदं १०⁻२७ अस्ति) ततो घने पिण्डमात्रायां घनीभवनस्य प्रक्रियाजायत। पिण्डस्य पिण्डमात्रायां पिण्डान्तराकर्षणेन गतिर्जाता। यथा यथा च पिण्डः संकुचितोऽभवत्, तथा तथा तस्याक्षभ्रमणवेगोऽवर्धत, यत आवेगघूर्णयिराङ्गं सदैव स्थिरो वर्तते। गुरुतरभारकाणि तत्त्वानि पिण्डस्य केन्द्रसमीपवर्तिभागे सम्मिलितान्यभवन्,

चित्रम् १६.२१ नीहारिकाणामुत्पत्तिः

लघुतरभारकाणि तत्त्वानि परिवेष्टनरूपेणायुमण्डलमभवन्। एवमक्षभ्रमणवेगान्निरेत्य पिण्डस्य पार्श्वे वृत्ताकारश्चाभवत्।

---

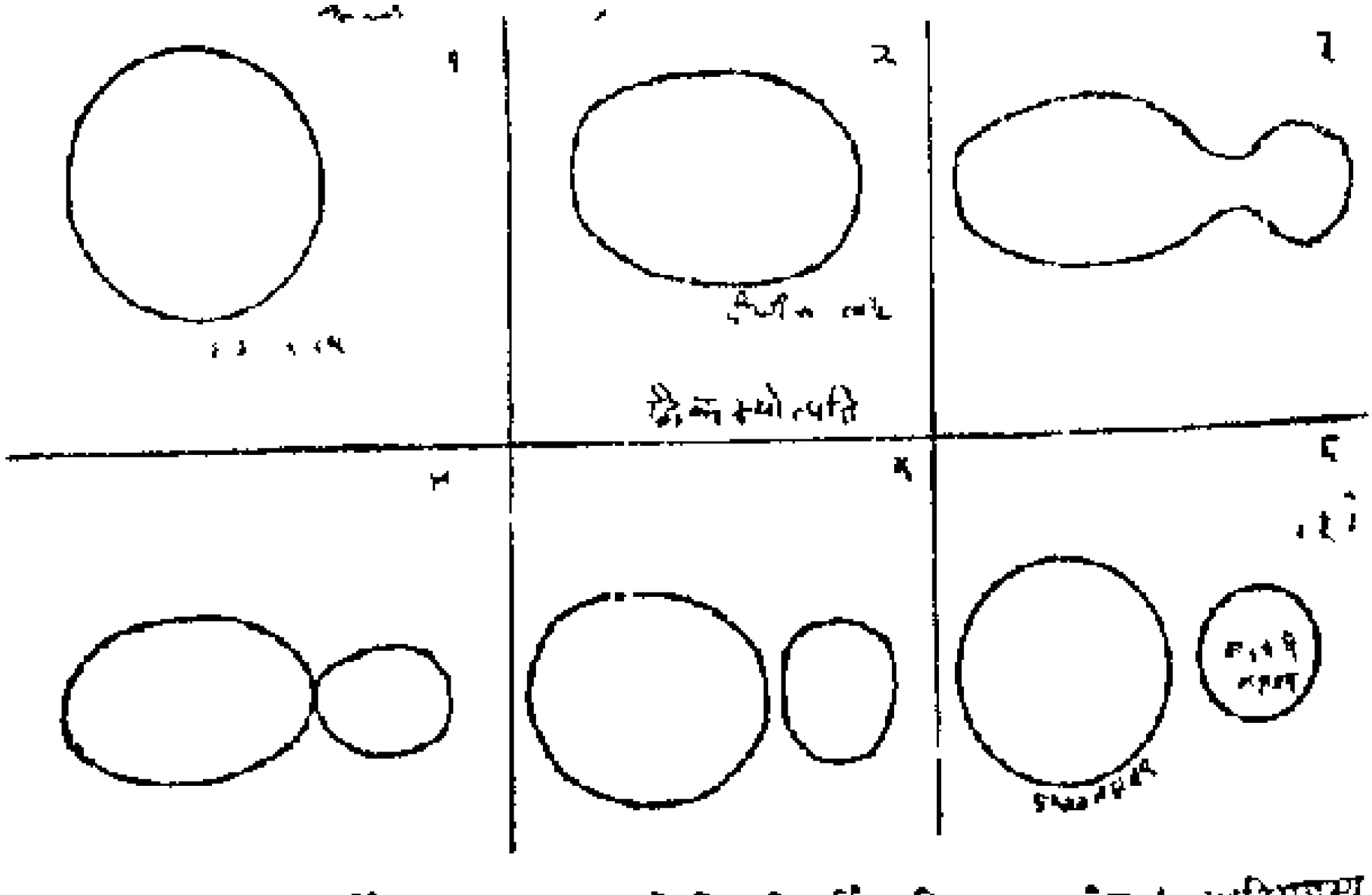
1. घनसेण्टीमीटरस्य ज्ञानाय वर्गसेण्टीमीटरस्य रूपं दीयते □

कतिपयेष्वेव वर्षेषु दशकेषु विश्वस्यास्य स्वरूपमुत्तरोत्तरं स्पष्टं सञ्जातम्। अस्माकं साम्मुख्येऽस्त्याकाशगङ्गा, न वा सूर्यकेन्द्रका। पूर्वं रहस्यमयधूमिलस्थानि साम्प्रतमत्याकाशगङ्गासस्यानानि सिद्धानि। कथं नक्षत्राणि भास्वन्ति? कथं तानि तत्कुलानि चाक्षित्व भजन्ते? केनत्वै. कया च रासायनिकप्रक्रियया विश्वमिदं सृष्टम्? कस्माच्च कालादारभ्यावस्थायामस्यामिदं वर्तते? इत्यादिका नैके प्रश्नाः समाधानं याञ्चन्ति।

स्वापरिमितसौन्दर्येणोल्लसत्तारापरिखचित आकाश आदिमानवमाकृष्टवान्। ज्योतिर्विद्या नून मानवस्य सौन्दर्यजिज्ञासां तर्पयति। अहंभावेन प्रतारितो मानव. 'किन्विदं वस्तुजातं महायोन सृष्टम्' इति सम्प्रधार्य 'अस्मज्जीवनवृत्तसूचनादन्यन्न किमपि प्रयोजनं नक्षत्रस्थितिगत्यादीनाम्' इत्यमन्यत। पर यदा तेन ज्ञाता क्षुद्रताऽस्याहरहर्यनक्षत्रमण्डलानां मध्ये स्वाकाशगङ्गायाः, तस्याश्च सौरपरिवारस्य, तस्मिंश्च पृथिव्यास्तदा तेन स्वीकृता स्वक्षुद्रता। कीदृशो भास्करस्य भासमानः प्रचण्डतापः, कोटिकोटिक्रोशविस्तृतानां कोटिकोटिक्रोशदूरस्थानामसंख्येयानां नक्षत्राणामेकैकस्य मिलितानाञ्च कीदृश.? नैष मानवस्य कल्पनाया अपि विषय, दूरे कथा तस्य बुद्धेः। कुतोऽस्य प्रकाशः? कुतोऽस्य तापः? किं ततः? यस्य विषये वर्णितम्—

न तत्र सूर्यो भाति न चन्द्रतारकं
नेमा विद्युतो भान्ति कुतोऽयमग्निः।
किमत्र कश्चिद्रहत्परत्वो विराट् यत्रेदं सकलं जगद्भाति। किम्!
तमेव भान्तमनुभाति सर्वं तस्य भासा सर्वमिदं विभाति॥

वदन्नपि घनीभवनातिरेकेण महाक्षभ्रमणवेगस्य वृद्धिरभवत्। पिण्डश्च क्रमशो दीर्घवृत्ताकारो ऽनुन्नताकारश्चाभवत्। अन्ततो यथा सर्षिलस्थाने द्वौ भुजौ पृथग्भूतौ तथैवास्य द्वौ भागावभवताम्। निम्नचित्रेण क्रमः स्पष्टीभविष्यति।



(२) पुरा सर्षि-संस्थानस्य भुजयोरतिवर्धनेन पिण्डद्वयमासीत्। महतिवेगस्य परस्तात् तौ द्वौ पिण्डौ परस्परसंलग्नौ द्विकूपेन तिष्ठतः।

(३) तस्मिन् नक्षत्र प्रथमनक्षत्रस्थानमागच्छत् यत् आदर्शगतेना यद्भ्रमति।

एष विश्वस्योत्पत्तिविषये नैके सिद्धान्ता. सन्ति, परन्तु सर्वमूलमात्र एतत्।

उपसंहार.

पूर्वं तावद्भौतिकानामणूनां विसृष्टया सर्वेषु प्राणिनं मन्यमानो मानव एवमपि पृथिव्याः केन्द्रं तत्र परिभ्रमणशीलग्रहगोलस्य केन्द्रमगन्यत। एतच्च मध्ययुगपर्यन्तं ज्योतिर्विज्ञानस्यापि विषय पृथिवीकेन्द्रकमासीत्। अनन्तरञ्च सूर्यकेन्द्रकं विश्वमिति निश्चितं ज्योतिर्विद्भिः। तथा सूर्योऽप्यनेकनक्षत्राणां सामान्यनक्षत्रस्येवास्तित्ववानिति तै। कालान्तरे च नक्षत्रनिचयानां सूर्यस्य चलनम्, द्विसप्तिसंख्यानां नक्षत्रसमूहानां नीहारिकाणां चाविष्कृतम्। ज्योतिर्विदश्च नक्षत्रसमूहानां सौरपरिवारवैलक्षण्यस्य ज्ञाने यत्नवन्तः। अन्धमांध्ये तदानीं समुत्पन्नानि नीहारिकाभेदादिदुर्भाग्यवशात्। दूरदर्शकस्यापि न मानवेन नक्षत्रोर्ध्वं समीक्षितत्वात् किन्तु सम्प्रतिमिति दृष्ट्वा ते यस्मिन्नेवकस्मिन्नेवैलक्षण्यं सौरपरिवारवैलक्षण्यादेव सम्भाव्यवचनमकुर्वन्।

---

१. नवीनतम सिद्धान्त §१२-७ तमे व्याख्यातः पूर्वम्।

परिशिष्टम्-१

(अ) पारिभाषिकशब्दानाम्

आङ्गल-संस्कृतशब्दसूची

Aberration	मार्गच्युति (भूचलनग्)
Absolute magnitude	यथार्थभास्वरत्वकोटि
Advance of Mercury Perihelion	बुधनीचच्युति
Albeds	परिक्षेपणशक्ति
Altitude	उन्नतांश
Angular distance	कोणीयान्तरम्
Annual equation	वार्षिकसमीकरणम्
Annual variation	वार्षिकपरिवर्तनम्
Annular eclipse	वलयाकारग्रहणम्
Antapex	अपसर्पबिन्दु
Aperture (of Camera)	मुखविवरम्
Apex	उपसर्पबिन्दु
Aphelion	उच्चबिन्दु
Apparent	प्रतीयमान-
Apparent Solar Time	स्पष्टसौरकाल
Approach (, Velocity of)	उपसर्पणवेग
Arithmetical Progression	समान्तरश्रेढी
Ascending node of moon	राहु
Aspects (of Planets)	दृष्टि
Asteroids	अणुग्रह
Astronomical Unit	ज्योति प्रमाणकम्
Atmosphere	वायुमण्डलम्
Atom	परमाणु
Attraction	आकर्षणम्
Aurora	ध्रुवप्रभा
Autumn equinoss	शरत्सम्पात , तुलासंपात
Axis of rotation	घूर्णाक्ष
Azimuth	दिगंश

परिशिष्टम्-१

(अ) पारिभाषिकशब्दानाम्

आङ्ग्ल-संस्कृतशब्दसूची

Aberration	मार्गच्युतिः (भूचलनम्)
Absolute magnitude	यथार्थभास्वरत्वकोटिः
Advance of Mercury Perihelion	बुधनीचच्युतिः
Albeds	परिक्षेपणशक्तिः
Altitude	उन्नतांशाः
Angular distance	कोणीयान्तरम्
Annual equation	वार्षिकसमीकरणम्
Annual variation	वार्षिकपरिवर्तनम्
Annular eclipse	वलयाकारग्रहणम्
Antapex	अपसर्पणबिन्दुः
Aperture (of Camera)	मुखविवरम्
Apex	उपसर्पणबिन्दुः
Aphelion	उच्चबिन्दुः
Apparent	प्रतीयमान-
Apparent Solar Time	स्पष्टसौरकालः
Approach (, Velocity of)	उपसर्पणवेगः
Arithmetical Progression	समान्तरश्रेढी
Ascending node of moon	राहुः
Aspects (of Planets)	दृष्टिः
Asteroids	अल्पान्तरग्रहाः
Astronomical Unit	ज्योतिःप्रमापकम्
Atmosphere	वायुमण्डलम्
Atom	परमाणुः
Attraction	आकर्षणम्
Aurora	ध्रुवप्रभाः
Autumn equinose	शरत्सम्पातः, तुलार्कपातः
Axis of rotation	भूमिनाभ्यः
Azimuth	दिगंशाः

Barred Spirals	अवरुद्धसर्पिलानि
Base line	आधाररेखा
Binary stars	द्विकनक्षत्राणि
Blink microscope	'ब्लिंक'सूक्ष्मदर्शकम्
Bright eclipsing binary	प्रकाशमानग्रहणशीलद्विकानि
Brightness (of stars)	भास्वरत्वम्
Cassegranian form	कैसेग्रेनियन विधि
Cepheid Variables	वार्षपर्वविकारिनक्षत्राणि
Celestial equator	खगोलीयविषुवृत्तम्
Celestial horizon	खगोलीयक्षितिजम्
Celestial latitude	खगोलीयाक्षांश
Celestial longitude	खगोलीयरेखांश
Celestial sphere	खगोल
Centrifugal force	मध्यो सर्पिणी शक्ति (मध्योसारिणी शक्ति)
Chromospliere	वर्णमण्डलम्
Chronograph	कालाङ्कक(यन्त्र)म्
Circumpolar stars	सदैवोदितनक्षत्राणि
Clash Theory	संघातसिद्धान्त
Clock	घटिका(यन्त्रम्)
Cluster Variable	स्तबकीयविकारिनक्षत्राणि
Colour Index	वर्णसूचकम्
Coma (of Comet)	नाभ्यावरणम्, शीर्षम्
Comet	धूमकेतु
Companion star (of Binary)	सहचारिनक्षत्रम्
Concave Lense	नतोदरतालम्
Condensation	घनीभवनम्
Condition of Eclipse	ग्रहणसम्भव
Conjugate focus	अनुबद्धनाभि
Conjunction	युति
Constants	स्थिराङ्का
Convergent Rays	सङ्गतकिरणपुञ्ज
Convex Lense	उन्नतोदरतालम्

Coordinate	नियामकाः
Corona	प्रभामण्डलम्
Constellation	नक्षत्रमण्डलम्
Craters	ज्वालागिरिमुखानि
Crosswire	स्वस्तिकासूत्रम्
Crystal Clock	स्फटिकघटिका
Dark Nebulae	श्यामा नीहारिका
Declination	क्रान्तिः, क्रान्त्यंशाः
Declinational axis	क्रान्त्यक्षः
Descending node of moon	केतुः
Diffuse Nebulae	प्रसृतनीहारिका
Direct motion (of Planet)	ऋजुगतिः
Displacement	स्थानच्युतिः
Distance	दूरत्वम्
Diurnal circle	अहोरात्रवृत्तानि
Divergent	अपसृतकिरणपुञ्जः
Dome	शिरोगोलार्धः
Doppler's Principle	'डाप्लर'-सिद्धान्तः
Earth's shadow	भूमा
Eccentricity	उत्केन्द्रिता
Ecliptic	क्रान्तिवृत्तम्
Eclipse	ग्रहणम्
Ellipse	दीर्घवृत्तम्
Elliptical Extra-galactic systems	दीर्घवृत्ताकारनिपतरूपेऽयनानि
Ellipticity	भुवनिम्नता
Envelope	आवरणम्, आवेष्टनम्
Equation of Time	कालसमीकरणम्
Equation of Centre	मन्दफलसंस्कारः
Equator	विषुवद्वृत्तम्, विषुवरेखा
Equatorial Telescope	विषुवदीक्षणदूरदर्शकम्
Erection	ऋजुत्वसंस्कारः
Expanding Universe	विस्तरं जगत्
Explosive stars (Variable)	विस्फोटशीलविकारिनक्षत्राणि

Exposure (in Camera)	उद्घाटनम्
Extragalactic systems	अन्याकाशगङ्गास्थानानि
Eye piece	चक्षुराल्म्
Family of Comets	धूमकेतुपरिवार
Filar Micrometer	'फिल्र' सूक्ष्ममापकम्
Focal length	नाभ्यन्तरम्
Galactic	आकाशगङ्गीयम्
Galactic equator	आकाशगङ्गीयविषुवरेखा
Galactic Poles	आकाशगङ्गीयध्रुवौ
Galaxy	आकाशगङ्गा
Geocentric	भूमध्यीय
Geometrical Progression	गुणोत्तरश्रेणी
Globular	गोलीय
Granulation (Solar)	कणचिह्नानि
Gravitation	गुरुत्वाकर्षणम्
Great Red Spot	विशालरक्तचिह्नम्
Group of Comets	धूमकेतुवर्ग
Heliocentre	सूर्यमध्यीय
Horizontal Parallax	क्षैतिजलम्बनम्
Hour Angle	होराकोण
Hour Circle	होरावृत्तम्
Inclination	प्रवणता
Inclination of Orbits	कक्षागमनम्
Infra Red	उपरक्तवर्ण
Inferior conjunction	लघुयुति
Inferior Planets	लघुग्रहा
Inner Planets	अन्तर्ग्रहा
International Date Line	अन्तर्राष्ट्रियदिनाङ्करेखा
Ionosphere	आयनमण्डलम्
Irregular extra galactic systems	अनियतरूपा याकाशगङ्गास्थानानि
Latitude	रेखांश
Lense	लेन्सु

Lenticular	अनुन्नतचक्राकारम्
Libration	दृश्यतामेदः
Light Curve	प्रकाशरेखाचित्रम्
Light gathering Power	प्रकाशग्राहिता शक्तिः
Light variation	प्रकाशपरिवर्तनम्
Light Year	प्रकाशवर्षः
Line of Reference (in Time)	प्रमाणरेखा
Local group	स्थानीयसंस्थानसमूहः
Local Time	स्थानीयकालः
Longitude	अक्षांशाः
Long Period Variable	दीर्घकालिकविकारिनक्षत्राणि
Luminosity	औज्ज्वल्यम्
Lunar	चान्द्र
Lunar Eclipse	चन्द्रग्रहणम्
Magellanic	'मैगेल्यनिक'-
Magnetic field	चुम्बकीयक्षेत्रम्
Magnifying power	अभिवर्धनशक्तिः
Magnitude (Stellar)	भास्वरत्वकोटिः
Main axis	मुख्याक्षः
Major axis	बृहदक्षः
Major Ecliptic Limit	प्रधाना ग्रहणविषयसीमा
Major Planets	मुख्यग्रहाः
Mass	पिण्डमात्रा
Master Clock	स्वामिनी घटिका
Mean Distance	मध्यमदूरत्वम्
Mean Solar Time	मध्यमसौरकालः
Meridian	याम्योत्तरम्
Meridian circle	याम्योत्तरवृक्ष(वृत्त)म्
Meteor	उल्का
Meteorite	उल्कापिण्डाः
Meteor Shower	उल्कावृष्टिः
Micrometer	सूक्ष्ममापक(यन्त्र)म्
Minor Ecliptic Limit	गौणी ग्रहणविषयसीमा

Molecule	व्यूहाणुः
Momentum of Angular Velocity	आवेगघूर्णसिदङ्कः
Motion	गतिः
Mounting	आरोहणम्
Moving cluster	चलनक्षत्रकुलम्
Multiple Star	बहुकनक्षत्राणि
Nadir	पातालस्वस्तिकम्
Nebula	नीहारिका
Negative Magnitude	ऋणभास्वरत्वकोटिः
Newtonian form	न्यूटोनियनविधिः
Normal	अभिलम्बः
Normal Spiral Extragalactic system	प्रकृतसर्पिलसंस्थानानि
Noval-stars	नव्यनक्षत्राणि
Nova-like stars	नव्याभासनक्षत्राणि
Nucleus	बीजकेन्द्रम्, नाभिः (धूमकेतूनाम्)
Numbra	प्रच्छाया
Nutation	अक्षविचलनम्
Objective	अभिदृश्यपटलम्
Observer	द्रष्टा, दर्शकः
Observatory	वेधशाला
Occultation	आच्छादनम्
Open Clusters	अबद्धनक्षत्रसमूहाः
Opposition	प्रतियोगः, षड्भान्तरम्
Optical Doubles	द्वितयनक्षत्राणि
Orbit	कक्षावृत्तम्
Outer Planets	बहिर्ग्रहाः
Parallax	लम्बनम्
Partial Eclipse	खण्डग्रहणम्
Parsec	पारसेकम्
Pendulum	दोलकम् (दोलकः)
Penumbra	अर्धच्छाया

Shadow	छाया
Shortt clock	'शार्ट'-घटिका
Sidereal Time	नाक्षत्रकालः
Slave Clock	दासी घटिका
Solar Constant	सौरस्थिराङ्कः
Solar Eclipse	सूर्यग्रहणम्
Space Velocity	खगतिः
Spectro-bolometer	'स्पेक्ट्रोबोलोमीटरम्'
Spectroscope	रश्मिविश्लेषकयन्त्रम्
Spectroscopic Binaries	वर्णच्छत्रीयद्विकानि
Spiral System	सर्पिलसंस्थानानि
Standard Time	प्रामाणिककालः
Stars	नक्षत्राणि
Star-cluster	नक्षत्रसङ्घाः
Stationary Points	स्थिरबिन्दवः
Stellar Dust-cloud	नाक्षत्ररजोमेघः
Strata method	स्तरोच्छ्रयविधिः
Stratosphere	स्थिरमण्डलम्
Summer Solstices	उत्तरायणम्, कर्कसंक्रान्तिः
Sunspots	सूर्यलाञ्छनानि
Sunspots cycle	सूर्यलाञ्छनचक्रम्
Superior junctions	प्रधानयुतिः
Superior Planets	प्रधानग्रहाः
Surface marking	पृष्ठचिह्नानि
Synodic Period	युतिकालः
Tail (of Comet)	पुच्छम्
Telescope	दूरदर्शक(यन्त्र)म्
Terrestrial	पार्थिव-
Tides	आप्लवाः
Tides (neap)	उच्चाप्लवाः
Tides (Spring)	अनुच्चाप्लवाः
Tide Theory	आप्लवसिद्धान्तः
Time Reckoner	समयगणकः, कालगणकः

Quadrature	वृत्तपाद, त्रिभान्तरम
Radar	'रडारम्'
Radian	'रेडियनम्'
Radiant (of a meteor)	उल्कापातबिन्दु
Radiation	तापविकिरणम्
Radical Velocity	केन्द्रीया गति
Radio activity	'रेडिओ एक्टीविटी'
Rays (on moon)	गर्ता
Recession	अपसर्पणम्
Recurring Nova Star	प्रत्यावर्तिनव्यानि नक्षत्राणि
Red Shift	रक्तविचलनम्
Refracting Telescope	वर्तनात्मकदूरदर्शक(यन्त्र)म्
Refraction	वर्तनम्
Regular extragalactic	नियतरूपात्याकाशगङ्गासस्थानानि
Relative	सापेक्षिक
Relativity	सापेक्षवाद
Resolving power	विश्लेषिणी शक्ति
Retrograde motion	वक्रगति
Reversing Strata	प्रत्यावर्तकस्तर
Revolution	परिक्रामणम्, परिभ्रमणम्
Right ascension	विषुवांश
Rill	धूलि
Ring Nebula	वलयाकारनीहारिका
Rings of Saturn	शनिवलयानि
Rotation	अक्षभ्रमणम्
Saros	'सैरोस', ग्रहणावृत्तिचक्रम्
Satellites	उपग्रह
Schwassmann Wachmann Comet	स्वासमन वाखमनधूमकेतु
Secondary circle of Reference	प्रमुखगोलवृत्तम्
Secondary Circles	गौणवृत्तानि
Secondary minimum	गौणी निम्नता
Semi regular Variables	अर्धनियमितविकल्पितारा:

परिशिष्टम्-२

संस्कृत-आङ्गलशब्दसूची

(आ) पारिभाषिकशब्दानाम्

	Rotation
अक्षभ्रमणम्	Nutation
अक्षविचलनम्	Longitude
अक्षांशाः	Tower Telescope
अट्टालिकादूरदर्शकम्	Extragalactic systems
अत्यावश्यगङ्गासंस्थानानि	Tides (Spring)
अत्युच्चाब्धयः	Irregular extragalactic systems
अनियतरूपात्याकाशगङ्गासंस्थानानि	Lenticular
अनुन्नतचक्राकारम्	Conjugate focus
अनुबद्धनाभिः	Inner planets
अन्तर्महाः	Recession
अपसर्पणम्	Antapex
अपसर्प्यबिन्दुः	Divergent
अपसृतविरणपुञ्जाः	Open clusters
अबद्धनक्षत्रस्तबकः	Objective
अभिदृश्यतालम्	Normal
अभिलम्बः	Magnifying power
अभिवर्धनशक्तिः	Precession of Equinox
अयनचलनम्	Semi-regular Variable
अर्धनियमितविकारिनक्षत्राणि	Barred Spirals
अवदृश्यर्षिपानि	Asteroids
अवान्तरमहाः	Diurnal Circle
अहोरात्रवृत्तानि	Attraction
आकर्षणम्	Galaxy
आकाशगङ्गा	Galactic
आकाशगङ्गीय	Galactic Poles
आकाशगङ्गीयध्रुवौ	Galactic Equator
आकाशगङ्गीयविषुवरेखा	Occultation
आच्छादनम्	

Total Eclipse	पूर्णग्रहणम्
Tower Telescope	अट्टालिकादूरदर्शकम्
Transit	संक्रमणम्
Transit Circle	याम्योत्तरवृत्तम्
Transit of Shadow	छायासंक्रमणम्
Triple Star	त्रिकनक्षत्राणि
Troposphere	उष्णमण्डलम्
Twilight	सान्ध्यप्रकाशः
Twinkling	कम्पप्रमाणम्
Ultra Violet	नीललोहितोत्तरवर्णः
Unit	प्रमापकम्
Upper Transit	याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनम्
Variable star	विकारिनक्षत्राणि
Velocity curve	वेगरेखाचित्रम्
Velocity of Escape	विमोचनवेगः
Vernal equinox	मेषसंपातः; वसन्तसंपातः
Vertical circles	ऊर्ध्वाधरवृत्तवृत्तानि
Vertical circle (through celestial body)	दृङ्मण्डलम्
Viewfield	दृश्यक्षेत्रम्
Visibility	दृश्यता
Visual	चाक्षुष·
Visual Binaries	चाक्षुषद्वितानि
Visual magnitudes	चाक्षुषभास्वरत्वकोटिः
Wintersolstice	दक्षिणायनमकरसंक्रान्तिः
Zenith	खस्वस्तिकम्
Zenith distance	नतांशाः
Zenith Telescope	नतांशदूरदर्शकम्
Zero maguitude	शून्या भास्वरत्वकोटिः
Zodiacal Light	राशिचक्रप्रकाशः

—:❀:—

कक्षावृत्तम्	Orbit
कणचिह्नानि	Granulation (Solar)
कदम्बस्थानम्	Pole of Ecliptics
कम्प्रप्रभात्वम्	Twinkling
कर्कसंक्रान्तिः	Summer Solstices
कलाः	Phases
कालसमीकरणम्	Equation of Time
कालाङ्कक(यन्त्र)म्	Chronograph
कुमेरुः	Poles (Terrestrial)
केतुः	Descending node of moon
केन्द्रीया गतिः	Radical Velocity
कैसेग्रेनियन विधिः	Cassegrainian form
कोणीयान्तरम्	Angular Distance
क्रान्तिः	Declination
क्रान्तिवृत्तम्	Ecliptic
क्रान्त्यक्षः	Declinational axis
क्रान्त्यंशाः	Declination
क्षैतिजलम्बनम्	Horizontal Parallax
खगतिः	Space Velocity
खगोलः	Celestial Sphere
खगोलीयक्षितिजम्	Celestial Horizon
खगोलीयरेखांशाः	Celestial Longitude
खगोलीयविषुवद्वृत्तम्	Celestial Equator
खगोलीयाक्षांशाः	Celestial Latitude
खग्रहणम्	Partial Eclipse
खस्थलिकम्	Zenith
गतिः	Motion
गर्ताः	Rays (on the moon)
गुणोत्तरश्रेढी	Geometrical Progression
गुरुत्वाकर्षणम्	Gravitation
गोलीय-	Globular
गौणवृद्वृत्तानि	Secondary Circles
गौणी ग्रहणविरमकोटिमा	Minor Ecliptic Limit

आधाररेखा	Base Line
आन्तराष्ट्रिकदिनाङ्करेखा	International Date Line
आप्लावः	Tides
आप्लावसिद्धान्तः	Tide Theory
आयनमण्डलम्	Ionosphere
आरोहणम्	Mounting
आवरणम्	Envelope
आवेष्टनम्	Envelope
आवृत्तिकालः	Period
आवेगघूर्णशिराङ्कः	Momentum of Angular Velocity
उच्चबिन्दुः	Aphelion
उच्चाप्लावाः	Tides (neap)
उष्णमण्डलम्	Troposphere
उत्केन्द्रिता	Eccentricity
उत्तरायणम्	Summer Solstices
उद्घाटनम्	Exposure (in Camera)
उन्नतोदरताल्म्	Convex Lense
उन्नतांशाः	Altitude
उपग्रहाः	Satellites
उपच्छाया	Penumbra
उपरक्तवर्णः	Infra Red
उपसर्पणवेगः	Velocity of approach
उपसर्पबिन्दुः	Apex
उल्काः	Meteor
उल्कापिण्डाः	Meteorite
उल्कावृष्टिः	Meteor Shower
उल्कासंपातबिन्दुः	Radiant (of a meteor)
ऊर्ध्वांशवृहद्वृत्तानि	Vertical circles
ऋजुगतिः	Direct motion (of Planets)
ऋणमास्वरत्वकोटिः	Negative Magnitude
औज्ज्वल्यम्	Luminosity
कक्षानमनम्	Inclination of Orbits

दीर्घकालिकविकारिनक्षत्राणि	Long period Variable
दीर्घवृत्तम्	Ellipse
दीर्घवृत्ताकारनियतरूपसंस्थानानि	Elliptical Extragalactic systems
दूरत्वम्	Distance
दूरदर्शक(यन्त्र)म्	Telescope
दृङ्मण्डलम्	Vertical circle (through Celestial body)
दृश्यक्षेत्रम्	Viewfield
दृश्यता	Visibility
दृश्यताभेदः	Libration
दृष्टिः	Aspects (of Planets)
दोलकम् (लोलकम्)	Pendulum
द्रष्टा	Observer
द्विकानि नक्षत्राणि	Binary stars
द्वितयनक्षत्राणि	Optical Doubles
धूमकेतुः	Comets
धूमकेतुपरिवारः	Family of Comets
धूमकेतुवर्गः	Group of Comets
ध्रुवः	Polaris
ध्रुवनिम्नता	Ellipticity
ध्रुवप्रकाशः	Aurora
ध्रुवश्रेणी	Polar Sequence
ध्रुवस्थानम्	Pole Celestial
ध्रुवीयाक्षः	Polar Axis
नक्षत्रमण्डलम्	Constellation
नक्षत्रस्तबकाः	Star-cluster
नक्षत्राणि	Stars
नतांशदूरदर्शकम्	Zenith Telescope
नतांशाः	Zenith Distance
नतोदरलोलम्	Concave Lense
नव्यनक्षत्राणि	Noval-stars
नव्याभनक्षत्राणि	Nova-like stars
नाक्षत्रकालः	Sidereal Time

गौणी निम्नता	Secondary minimum
ग्रहणम्	Eclipse
ग्रहणसम्भवः	Condition of Eclipse
ग्रहलवधिसिद्धान्तः	Planetesimal Theory
ग्रहाः	Planets
ग्रहीयनीहारिका	Planetary Nebula
घटिका(यन्त्रम्)	Clock
घनीभवनम्	Condensation
घूर्णनाक्षाः	Axis of Rotation
घृणिः	Rill
चक्षुस्तालम्	Eye-piece
चन्द्रग्रहणम्	Lunar Eclipse
चलनक्षत्रकुलम्	Moving cluster
चाक्षुष	Visual
चाक्षुषद्विकानि	Visual Binaries
चाक्षुषभास्वरत्वकोटिः	Visual magnitudes
चान्द्र-	Lunar
चुम्बकीयक्षेत्रम्	Magnetic Field
च्युतिसंस्कारः	Evection
छाया	Shadow
छायासंक्रमणम्	Transit of Shadow
ज्योतिःप्रमापकम्	Astronomical Unit
ज्वालागिरिगुलानि	Craters
डाप्लरसिद्धान्तः	Doppler's Principle
तापविकिरणम्	Radiation
तालम्	Lense
त्रिकनक्षत्राणि	Triple Star
त्रिपार्श्वम्	Prism
त्रिभान्तरम्	Quadrature
दक्षिणायनम्	Wintersolstice
दर्शकः	Observer
दासीघटिका	Slave Clock
दिगंशाः	Azimuth

	Number
प्रच्छाया	Opposition
प्रतियोगः	Apparent
प्रतीयमान	Reversing Strata
प्रत्यादर्शंकस्तर	Recurring Nova star
प्रत्यावर्तिनक्षत्राणि नक्षत्राणि	Major Ecliptic Limit
प्रधाना ग्रहणविषयक्षीमा	Superior Planets
प्रधानग्रहः	Primary star (of Binary)
प्रधाननक्षत्रम्	Primary circle
प्रधानवृहद्वृत्तम्	Superior Conjunctions
प्रधानयुतिः	Corona
प्रमामण्डलम्	Line of Reference (in Time)
प्रमाणरेखा	Unit
प्रमापत्रम्	Secondary circle of reference
प्रमुखगौणवृत्तम्	Inclination
प्रवणता	Diffuse Nebulae
प्रमतनीदारिका	Standard Time
प्रामाणिककालः	Filar Micrometer
'फिल्र' क्षुद्रमापकम्	Photo visual magnitude
फोटो चाक्षुष कोटिः	Photo plate
फोटोफलकम्	Photometer
'फोटोमीटर'	Photo electric magnitude
फोटोविद्युद्भास्वरत्वकोटिः	Photographic magnitude
फोटोवियकभास्वरत्वकोटिः	Outer planets
बहिर्ग्रहाः	Multiple Star
बहुकनक्षत्राणि	Pleiades
(बहुला)नक्षत्राणि	Nucleus
बीजकेन्द्रम्	Advance of Mercury Perihelion
बुधनीचच्युतिः	Major Axis
ब्लदेश	Blink microscope
'ब्लिंक'क्षुद्रमन्थकम्	Period of revolution
भगणकालः (भगणाम्)	Magnitude (Stellar)
भास्वरत्वकोटिः	Brightness (of Stars)
भास्वरत्वम्	

नाक्षत्रनीचम्	Periastron
नाक्षत्ररजोमेघ	Stellar Dust-cloud
नाभि (धूमकेतूनाम्)	Nucleus
नाभ्यन्तरम्	Focal Length
नाभ्यावरणम्	Coma (of Comet)
नियतरूपात्याकाशगङ्गाव्यूहानि	Regular extragalactic
नियामका	Coordinate
नीचबिन्दु	Perihelion
नीलल्लोहितोत्तरवर्ण	Ultra Violet
नीहारिका	Nebula
न्यूटोनियनविधि	Newtonian form
परमाणु	Atom
पातालस्वस्तिकम्	Nadir
'पारसेकम्'	Parsec
पार्थिव	Terrestrial
पिण्डमात्रा	Mass
पुच्छम्	Tail (of Comet)
पूर्णग्रहणम्	Total Eclipse
पूर्वापरवृत्तम्	Prime Vertical
पृष्ठचिह्नानि	Surface marking
'पेरिहेलियोमीटरम्'	Perihelometer
परिभ्रमणकाल	Period of Revolution
परिभ्रमणम्	Revolution
परिक्षेपिणी शक्ति	Albedo
परिभ्रमणम्	Revolution
प्रकाशग्राहिता शक्ति	Light gathering Power
प्रकाशपरिवर्तनम्	Light Variation
प्रकाशमण्डलम्	Photosphere
प्रकाशमानग्रहणशीलद्विकानि	Bright Eclipsing Binary
प्रकाशरेखाचित्रम्	Light curve
प्रकाशवर्ष	Light year
प्रकृतगति, (प्रकृता गतिः)	Proper motion
प्रकृतसर्पिलव्यूहानि	Normal Spiral Extragalactic systems

लम्बनम्	Parallax
वक्रगतिः	Retrogade Motion
वर्णच्छत्रीयदूरदर्शकानि	Spectroscopic Binaries
वर्णमण्डलम्	Chromosphere
वर्णसूचकम्	Colour Index
वर्तनम्	Refraction
वर्तनात्मकदूरदर्शक(यन्त्र)म्	Refracting Telescope
वलयाकारग्रहणम्	Annular eclipse
वलयाकारनीहारिका	Ring Nebula
वसन्तसंपातः	Vernal equinox
वायुमण्डलम्	Atmosphere
वार्षपर्वविकारिनक्षत्राणि	Cepheid Variables
वार्षिकपरिवर्तनम्	Annual variation
वार्षिकसमीकरणम्	Annual equation
विकारिनक्षत्राणि	Variable stars
विमोचनवेगः	Velocity of Escape
विशालरक्तचिह्नम्	Great Red Spot
विश्लेषिणी शक्तिः	Resolving Power
विषुवदीयदूरदर्शकम्	Equatorial Telescope
विषुवरेखा	Equator
विषुववृत्तम्	Equator
विषुवांशः	Right ascension
विस्तृतं जगत्	Expanding Universe
विस्फोटशीलविकारिनक्षत्राणि	Explosive stars, Variable
वृत्तपादः	Quadrature
वेगरेखाचित्रम्	Velocity curve
वेधशाला	Observatory
व्यूहाणुः	Molecule
शनिवलयानि	Rings of Saturn
शरत्संपातः (तुलासंपातः)	Autumn equinox
'शार्ट'-घटिका	Shortt Clock
शिरस्गोलार्धः	Dome
शीर्षम्	Coma (of Comet)

भूचलनम्	Aberration
भूमा	Earth's shadow
भूमध्यीय	Geocentric
मकरसंक्रान्ति	Wintersolstic
मध्यमदूरत्वम्	Mean Distance
मध्यमसौरकाल	Mean Solar Time
मध्योत्सर्पिणी शक्ति	Centrifugal force
मध्योत्सारिणी शक्ति	Centrifugal force
मन्दफलसंस्कार	Equation of Centre
मार्गच्युति	Aberration
मुखविवरम्	Aperture (of camera)
मुख्यग्रहा	Major Planets
मुख्यनिम्नता	Primary minimum
मुख्याक्ष	Main Axis
मेषसंपात	Vernal equinox
मैगेल्लानिक	Magellanic
यथार्थभास्वरत्वकोटि	Absolute Magnitude
याम्योत्तरचक्र(यन्त्र)म्	Meridian circle
याम्योत्तरम्	Meridian
याम्योत्तरवृत्तम्	Transit circle
याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनम्	Upper Transit
युति	Conjunction
युतिकाल	Synodic Period
रक्तविचलनम्	Red Shift
'रडारम्'	Radar
रश्मिविश्लेषकयन्त्रम्	Spectroscope
राशिचक्रप्रकाश	Zodiacal Light
राहु	Ascending node of moon
रेखांश	Latitude
'रेडियनम्'	Radian
रेडियो एक्टीविटी	Radio activity
लघुग्रह	Inferior Planets
लघुयुति	Inferior Conjunction

स्थिराङ्काः	Constants
स्पष्टसौरकालः	Apparent Solar Time
'स्पेक्ट्रोफोलोमीटरम्'	Spectro-folometer
स्फटिकघटिका	Crystal Clock
स्पन्दनशीलाः तारिनक्षत्राणि	Pulsatory variable stars
स्वस्तिकासूत्रम्	Crosswire
स्वामिनी घटिका	Master clock
होराकोणः	Hour Angle
होरावृत्तम्	Hour Circle

शून्या भास्वरत्वकोटि	Zero magnitude
श्यामा नीहारिका	Dark Nebulae
श्वासमन वाश्मन धूमकेतु	Schwassmann Wachmann Comet
षड्भान्तरम्	Opposition
संक्रमणम्	Transit
संघातसिद्धान्त	Clash Theory
संसृतकिरणपुञ्ज	Convergent rays
समयगणक (कालगणक)	Time Reckoner
समान्तरश्रेणी	Arithmetical Progression
सर्पिलसंस्थानानि	Spiral System
सर्वंदोदितनक्षत्राणि	Circumpolar stars
सहचारिनक्षत्रम्	Companion star (of Binary)
सान्ध्यप्रकाश	Twilight
सापेक्षिक	Relative
सापेक्षवाद	Relativity
सुमेरु	Poles (Terrestrial)
सूक्ष्ममापक(यन्त्र)म्	Micrometer
सूचीछिद्रकैमरायन्त्रम्	Pinhole Camera
सूर्यग्रहणम्	Solar Eclipse
सूर्यमध्यीय-	Heliocentre
सूर्यलाञ्छनचक्रम्	Sunspots cycle
सूर्यलाञ्छनानि	Sunspots
सूर्योत्थितज्वालाशिखराणि	Prominences (Solar)
'सेरोस' (ग्रहणावृत्तिचक्रम्)	Saros
सौरस्थिरांक	Solar Constant
स्तबकीयविकारिनक्षत्राणि	Cluster Variable
स्तरोच्चयविधि	Strata method
स्थानच्युति	Displacement
स्थानिककोण	Position Angle
स्थानीयकाल	Local Time
स्थानीयतंस्थानसमूह	Local Group
स्थिरबिन्दव	Stationary Points
स्थिरमण्डलम्	Stratosphere

वीजसेकर	Weizsäcker (आधुनिकः)
शियापैरली	Schiaparelli (१८३४–१९१०)
शेपली	Shapely (१८८५–)
स्लिफर	Slipher (१८७५–)
हर्शल	Herschel (१७१२–१८७१)
हार	Haar (आधुनिकः)
हालि	Halley (१६५६–१७४२)

परिशिष्टम्-२

ज्योतिर्विदां नाम्नां सूची

आइन्सटाइन	Einstein (१८७९–१९५)
आइलर	Eular (१७०७–८३)
एक्टिन	Aitken R. G. (१८६४–१९५१)
ऐडम्स	Adams (१८६७–०)
एडिंग्टन	Eddington (१८८२–१९४४)
कप्टेन	Kapteyn (१८५१–१९२२)
कान्ट	Kant (१७२४–१८०४)
कापर्निकस	Copernicus (१४७३–१५४३)
केप्लर	Kepler (१५७१–१६३०)
गाउस	Gauss (१७७७–१८५५)
चेम्बरलिन	Chamberlin (१८४३–१९२८)
जीन्स	Jeans (१८७७–१९४६)
जेफरीज	Jeffreys (आधुनिकः)
टाइखो ब्राहे	Tycho Brahe (१५४६–१६०१)
डाप्लर	Doppler
टालेमी	Plotemy (१५०)
न्यूटन	Newton (१६४१–१७२७)
पिआज्जी	Piazzi (१७४६–१८२६)
फूको	Foucantt (१८१९–१८६८)
बिएला	Biela
बेसेल	Bessel (१७८४–१८४६)
बोड	Bode (अष्टादशशतकीयः)
मूल्टन	Moulton (१८७२)
मैगेलान	Magellan
लाप्लास	Laplace (१७४१–१८२७)
लावेल	Lowell (१८५५–१९१६)
लेवियरिये	Leverrier (१८११–७२)
लैंग्ली	Langley (१८३४–१९०६)
व्हिपिल	Whipple (आधुनिकः)

पुनर्वसु	Pollux
बहुला	Plaeides
मघा	Regulus
तुम्बुरु	Sirius
चित्रा	Spica
अभिजित्	Vega

सप्तर्षि

क्रतु	αUrsæ Majoris
पुलह	β ,,
पुलस्त्य	γ ,,
अत्रि	δ ,,
अंगिरस	ε ,,
वसिष्ठ	ζ ,,
मरीचि	η ,,

परिशिष्टम्-४

ग्रहोपग्रहाणां सूची

प्रमुखनक्षत्राणां सूची

इन्द्र	Neptune
एरोस	Eros
ऐस्ट्रीया	Astraea
कुबेर	Pluto
गुरु	Jupiter
गैनिमीड	Ganymede
चन्द्र	Moon
जूनो	Juno
टाइटन	Titan
डाइमस	Deimos
पैलस	Pallas
फ्रीब	Phebe
फ्रोबस	Phobos
बुध	Mercury
भू	Earth
भौम	Mars
वरुण	Uranus
वेस्टा	Vesta
शनि	Saturn
शुक्र	Venus
सेरेस	Ceres
रोहिणी	Aldebaran
स्वाती	Arcturus
श्रवण	Altair
ज्येष्ठा	Antares
आर्द्रा	Betelgeuse
अगस्त्य	Canopus
अजाहृदय	Capella

दृश्यबिम्बव्यासार्धानि

सूर्यस्य	१५′	५१″.६३
चन्द्रस्य	१५′	३२″.५८
बुधस्य		०३″.३४
शुक्रस्य		०८″.४१
भौमस्य		०४″.६८
गुरोः, विषुवदीयम्	१′	२८″.४७
ध्रुवीयम्	१′	३१″.६१
शनेः, विषुवदीयम्	१′	२३″.३३
ध्रुवीयम्	१′	१४″.५७
यदृच्छस्य		३४″.२८
इन्द्रस्य		३६″.५६
मार्गाच्युतेः स्थिराङ्कः		२०″.४७
अग्निचित्तस्य ,,		९′.२१

सूर्यस्य उपसूर्यबिन्दुः	विषुवाशाः २७०°
	क्रान्त्यशाः +३४
आकाशगङ्गीयध्रुवस्थानम्	विषुवाशाः ११०
	क्रान्त्यशाः +२८