सिद्धान्तज्योतिषे यन्त्रविज्ञानम्

कपिलदेवभट्टराई:

सहप्राध्यापकः, सिद्धान्तज्योतिषम्

ने.सं.वि., कालिका-संस्कृत-विद्यापीठम् , गैंडाकोटः, नवलपरासी (ब.सु.पू.), नेपालः

Email:- kapildevbhattarai@gmail.com

लेखसारः

ज्यौतिषजगति भास्कर इव भासमानेन विदुषा भास्कराचार्येण पाटीगणितरूपं लीलावतीगणितम्, अव्यक्तगणितरूपं बीजगणितं, सिद्धान्तशिरोमणिः, करणकूतुहलमिति ग्रन्थचतुष्टयं मुख्यरूपेण विनिर्मितम् । स्वजन्मस्थानकालरचनादिविषये गोलाध्याये प्रश्नाध्यायस्यान्तेऽऽत्मीयः परिचयः प्रदानेनानेन स्वजन्मसमय-स्थानादिविषये विवादस्याऽवसरो न प्रकटितः । १०३६-शकाब्दे जनीं लब्ध्वा षट्त्रिंशद्वर्षीयाऽवस्थायामनेन सिद्धान्तशिरोमणेर्रचना कृतेति स्वयमेवोक्तं भास्करेण। सिद्धान्तशिरोमणौ गणित-गोलाध्यायौ इति द्वौ विभागौ वर्तेते । गोलाध्याये स्थितेषु चतुर्दशाध्यायेषु यन्त्राध्यायोऽपि एकोऽध्यायोऽस्ति। यन्त्राध्याये गोल-नाडीवलय-यष्टि-शङ्कु-घटि-चक्र-चाप-तुर्य-फलक-धी-यन्त्राणां निर्माणविधिर्भास्कराचार्येण सुस्पष्टमुल्लिखितः । दिनगतकालावयवा ज्ञातुमेवैतेषां यन्त्राणां प्रयोजनमस्तीति भास्करोक्तिः प्राप्यते।

पाश्चात्यजगति शकाब्दस्य १४८६-तमे वर्षे इटालीदेशस्य पिसा-नामकस्थाने जातो ग्यालिलियो ग्यालिलि इति आधुनिकविज्ञानस्य जनक इति नाम्नापि प्रसिद्धोऽस्ति । मुख्यतया दूरदर्शकयन्त्रस्यऽऽविष्कारेण ग्रहाणाम् उपग्रहान्, शनिग्रहस्य वलयान्नपि प्रादर्शयननेन बृहस्पतेश्चत्वार उपग्रहाः सन्तीत्युद्घोषितम् । किन्तु भास्कराचार्येण १०७२-तमे रचिते सिद्धान्तशिरोमणौ जलस्थ-स्थलस्थ-नभस्थ-वस्तूनां दूरच्छ्रितिनिर्धारणाय समर्थानि नैकविधानि यन्त्राणि निर्मितानि सन्ति । तेन पाश्चात्याविष्कारात् पूर्वमेव पौरस्त्यज्योतिषे यन्त्रनिमार्णस्य परम्परा विकसिता चासीदिति स्पष्टं भवति। अस्मादेव ज्ञायते यन्त्रनिर्माणस्य परम्परा पौरस्त्यसिद्धान्तज्योतिषशास्त्रादेव पाश्चात्य जगति सञ्जातेति स्वतः सिद्धं भवति।

शब्दकुञ्जी : यन्त्रविज्ञानम्, फलकयन्त्रम्, गोलयन्त्रम्, गोलाध्यायः, दूरवीक्षणयन्त्रम् ।

विषयपरिचयः

भगवतो भास्करस्य साक्षादवतारपुरुषो भास्कराचार्यः १०३८-तमे शकाब्दे सह्यकुलाचलाश्रितपुरे विज्जडविडनाम्नि नगरे शाण्डिल्यगोत्रीयब्राह्मणपरिवारेऽजायत। महेश्वराचार्यो भास्कराचार्यस्य पिता गुरुश्च आसीत्। अस्य सिद्धान्तशिरोमणिः, करणकुतुहलञ्चेति द्वौ प्रमुखौ ग्रन्थौ स्तः। ज्योतिषशास्त्रस्य त्रयाणां स्कन्धानां मध्ये सिद्धान्तस्कन्धरूपः सिद्धान्तशिरोमणिग्रन्थः लीलावती, बीजगणितम्, गणिताध्यायः, गोलाध्यायश्चेति चतुर्षु भागेषु विभाजितोऽस्ति। त एव भागा अधुना पृथक् पृथक् पुस्तकाकाररूपेण प्रचलिताः सन्ति। षट्त्रिंशद्वर्षीयावस्थायामनेन सिद्धान्तशिरोमणेः रचना कृतेति स्वयमेवोक्तं भास्करेण। यथा-

रसगुणपूर्णमही १०३६ समशकसमयेऽभवन्ममोत्पत्तिः
रसगुण ३६ वर्षेण मया सिद्धान्तशिरोमणी रचितः ॥ (सि. शि. गोलाध्याये प्रश्नाध्याय- ५८)

अतो भास्करप्रणीतस्य गोलाध्यायस्य भुवनकोशो विष्णुधर्मोत्तर-पुराणान्तर्गतो दृश्यते । अस्माद् भास्कराचार्यो विष्णुभक्त आसीदित्यनुमातुं शक्यते । भास्कराचार्येण सिद्धान्तशिरोमणौ वराहमिहिर-ब्रह्म-गुप्तादिभी रचितग्रन्थेषु स्थिता सत्यतथ्यविषया अधिकस्पष्टतया स्थापिताः, दोषजन्यविषयाणां खण्डनं कृत्वा संशयजन्यविषयाः नैवालोचिताः, नैव समर्थिताश्च । एतदेव भास्कराचार्यस्य वैशिष्ट्यमस्ति । भास्कराचार्यकृत उदयान्तरसंस्कारस्तु आधुनिकसूक्ष्म-यन्त्रादियुतानां पाश्चात्त्यज्योतिर्विदां कृतेऽपि आश्चर्यजनकाविष्कारः । भास्कररचितं करणकुतूहलं करणसम्बद्धग्रन्थरत्नम् । व्यवहारेऽस्य ग्रन्थस्य प्रयोगस्तु सिद्धान्तशिरोमणिग्रन्थ सदृशो न दृश्यते । सिद्धान्तशिरोमणौ गणित–गोलाध्यायौ इति द्वौ विभागौ वर्तेते । गणिताध्याये मध्यमाधिकारादि- द्वादशाधिकाराः सन्ति । गोलाध्यायस्तु गणिताध्यायस्योपपत्तिस्वरूपमेवास्ति । भास्कराचार्येण स्वलिखिते वासनाभाष्ये सर्वेऽपि विषयाः सोपपत्तिका विवेचिताः सन्ति (जोशी, ख्रै.१९८८ : ५) । गोले सोपपत्तिः करामलकवत् प्रत्यक्षं दृश्यतेऽतो गोलाध्यायस्य विशेषमहत्त्वमस्ति । **'गोले सा विमला करामलकवत् प्रत्यक्षतो दृश्यते'** इत्युक्त्वा भास्करेण गोलाध्यायस्य महत्त्वमुपस्थापितम् । भास्कराचार्यस्य गोलाध्यायो न सङ्क्षिप्तो न च बहुविस्तरोऽस्ति । गोलाध्याये भास्करेण स्वपूर्ववर्त्याचार्याणां दूषितमतानां खण्डनं कृत्वा स्वमतेन समाधानं कृतम् । समेषां गणितीयपदार्थानां गोलयुक्त्योपपत्तिसम्भवाद् भास्करोक्तगोलाध्यायो यादृशः प्राञ्जलो न तथा कोऽप्यन्योऽतः सिद्धान्तशिरोमणेर्गोलाध्यायस्य विशेषमहत्त्वं वैशिष्ट्यं चास्ति (भट्टराईः, २०८१ : ३२)। ज्योतिषशास्त्रे प्राचीनकालादेव ग्रहविलोकनस्य परम्परा प्रचलिता आसीत् । समये समये वियति उत्पन्नानामाकाशीय पिण्डानां स्वरूपविलोकनार्थमस्माकं पूर्वाचार्यैर्विविधानि यन्त्राणि निर्मितानि आसन्। ज्योतिषवाङ्मयस्य सूर्यमयासुरसंवादरूपः सूर्यसिद्धान्त आर्षग्रन्थत्वेन विख्यातोऽस्ति। सूर्यसिद्धान्तस्य ज्यौतिषोपनिषदध्याये कालमापकयन्त्राणां विषये चर्चा कृता विद्यते।

शङ्कुर्यष्टिधनुश्चक्रैश्छायायन्त्रैरनेकधाः ।
गुरुपदेशाद् विज्ञेयं कालज्ञानमतन्द्रितैः ॥
तोययन्त्रकलापाद्यैर्मयूरनरवानरैः ।
ससूत्ररेणुगर्भैश्च सम्यक्कालं प्रसाधयेत् ॥
पारदाराम्बुसूत्राणि शुल्वतैलजलानि च ।
बीजानि पांसवस्तेषु प्रयोगास्तेऽपि दुर्लभाः ॥(सूर्यसिद्धान्तः ज्यौतिषोपनिषदध्यायः श्लो.२०–२२)

भास्कराचार्यप्रणीते गोलाध्याये स्थितेषु चतुर्दशाध्यायेषु यन्त्राध्यायोऽपि एकोऽध्यायोऽस्ति । यन्त्राध्याये गोल-नाडीवलय-यष्टि-शङ्कु-घटि-चक्र-चाप-तुर्य-फलक-धी-यन्त्राणां निर्माणविधिर्भास्कराचार्येण सुस्पष्टमुल्लिखितः । दिनगतकालावयवा ज्ञातुमेवैतेषां यन्त्राणां प्रयोजनमस्तीति भास्करोक्तिः प्राप्यते ।

दिनगतकालावयवा ज्ञातुमशक्या यतो विना यन्त्रैः ।
वक्ष्ये यन्त्राणि ततः स्फुटानि सङ्क्षेपतः कतिचित् ॥

गोलो नाडीवलयं यष्टिः शङ्कुर्घटी चक्रम्।
चापं तुर्यं फलकं धीरेकं पारमार्थिकं यन्त्रम्।। (सिद्धान्तशिरोमणिःयन्त्राध्यायः श्लो. १–२)

अध्ययनस्य प्रमुखाः समस्याः

ज्योतिषशास्त्रमधिकृत्य बहुभिरनुसन्धातृभिर्ज्योतिषशास्त्रस्वरूपं, ज्योतिषशास्त्रसम्बद्धं नैकविध-लेखरचनादिमाध्यमेनाविष्कृतं विलोक्यते। तथैव ज्योतिषशास्त्रसम्बद्धानि बहून्यध्ययनानि सम्पन्नानि सन्ति। ज्योतिषशास्त्रेषु चन्द्रसूर्यादीनामाकाशीय ज्योतिर्मयपिण्डानामध्ययनं भवति। तस्य कृते विविधयन्त्रोपकरणानि आवश्यकानि भवन्ति। वैज्ञानिकानामवदानेन साम्प्रतं विविधानि यन्त्रोपकरणानि निर्मितानि सन्ति किन्तु पूर्वस्मिन् काले यथाविधं यन्त्रनिर्माणं सम्पन्नं नासीत्। तथापि अस्माकं पूर्वाचार्याः कथं आकाशीय-पिण्डानामध्ययनमनुसन्धानञ्च कुर्वन्ति स्म ? तस्य कृते अस्माकं ज्योतिर्विद्भिः कानि यन्त्राणि निर्मितानि ? तैर्निर्मितानि प्राचीनयन्त्राणीदानीमपि प्रचलितानि सन्ति न वा ? लेखलेखनसन्दर्भे अध्ययनक्रमे च एतादृश्यः काश्चन समस्याः समागताः सन्ति। यत्किमपि यन्त्रं सर्वेषां जनानां कृते महदुपकारकं, व्यावहारिकञ्च भवति। एतदर्थं ज्योतिषशास्त्रे वर्णितं यन्त्रनिर्माणं सर्वैरवगन्तव्यमित्यध्ययनेऽस्मिन् विशेषतः सूत्ररूपेण समस्याद्वयं समायाति-

क. ज्योतिषशास्त्रे कानि यन्त्राणि वर्णितानि सन्ति ?

ख. ज्योतिषशास्त्रे वर्णितानि यन्त्राणि सम्प्रति कति प्रयोगसिद्धानि सन्ति ?

अध्ययनस्योद्देश्यम्

ज्योतिषशास्त्रमधिकृत्यासंख्यसंख्यावद्भिर्ज्योतिर्विद्भिः स्वस्वलेखनीं सञ्चाल्य ताभिर्लेखनीभिः सार्थकत्वमधिगता। इदमध्यनमपि तदेव विषयजातं विश्लेषयति विवेचयति च। तत्त्वरूपे वस्तूनि विकल्पाभावेऽपि तद्बोधयितुं यथा नानाविधा सरणिरवलम्ब्यते तथैव ज्योतिषशास्त्रावबोधाय सत्यामपि नानाविधायां पद्धत्यामध्ययनमिदं तत्रैव प्रवर्तते। सङ्क्षेपेण विचारितस्यालेखस्यास्य निम्नाङ्कितमुद्देश्यद्वयं दृश्येते -

क. ज्योतिषशास्त्रे वर्णितानां यन्त्राणां परिचयप्रकाशनम्।

ख. ज्योतिषशास्त्रे वर्णितानां यन्त्राणामुपयोगितासिद्ध्यर्थम्।

अध्ययनविधिः

लेखस्यास्य सम्पादनाय मुख्यसामग्रीः सङ्कलयितुं विशेषरूपेण पुस्तकालयीयाध्ययन-विधिरेवात्राङ्गीकृतोऽस्ति। ज्योतिषशास्त्रसम्बद्धानि ग्रन्थरत्नानि विषयसम्बद्धलेखाश्चच लेखस्यास्य प्रमुखस्रोतांसि सन्ति। एवं ज्योतिषशास्त्रसम्मता व्याख्यानात्मकाः, टीकात्मकाः, समालोचनात्मकाः, विश्लेषणात्मकाश्चान्ये ग्रन्था आलेखाश्च द्वितीयसामग्रीत्वेनोररीकृता विद्यन्ते। सोहापोहं ज्योतिषशास्त्रावबोधाय तत्प्रयोजनविश्लेषणाय च यथावसरं ग्रन्थान्तरावलोकन-विश्लेषणादिविधयश्चोपयुज्यन्ते। एवमेव यथावश्यकं तुलना-चिन्तन-मननादिविधयश्च प्रयोगविषयतामापद्यन्ते। क्वचिद् यथाकामं गभीरविषयचिन्तनविधौ स्वोपज्ञविधिश्चावलम्ब्यते।

अध्ययनस्य क्षेत्रं सीमाङ्कनञ्च

ज्योतिषशास्त्रं तथा तत्र वर्णितानि यन्त्राण्येवास्याध्ययनस्य प्रमुखं क्षेत्रमस्ति। ज्योतिषशास्त्रसम्बद्धग्रन्थरत्नेषु वर्णितानां यन्त्राणां विवेचनमाधारीकृत्य तेषां स्वरूपं प्रयोजनञ्चात्राध्ययनं विधीयते। ज्योतिषशास्त्रान्तर्गतानि

सर्वाण्यपि ज्योतिषस्य अङ्गोपाङ्गभूतानि ग्रन्थरत्नानि तत्रोद्घाटितानि तथ्यानि चात्र क्षेत्रान्तर्गतानि सन्ति । एवं तदतिरिक्ता विषयाश्च सीमारूपेण वर्तन्ते । एतावताध्ययनमिदं ज्योतिषशास्त्रसम्बद्धे क्षेत्रे पदं निदधातीति तस्य क्षेत्रत्वं तदतिरिक्तविषयेषु न प्रवर्तत इति तेषां सीमारूपत्वमध्ययनस्य सीमाङ्कनत्वं वा बोध्यम् ।

विषयविश्लेषणम्

ज्योतिषशास्त्रे वर्णितानां यन्त्राणां विवेचनम्

ज्योतिषवाङ्मयस्य सूर्यमयासुरसंवादरूपः सूर्यसिद्धान्त आर्षग्रन्थत्वेन विख्यातोऽस्ति । सूर्यसिद्धान्तस्य ज्यौतिषोपनिषदध्याये कालमापकयन्त्राणां विषये चर्चा कृता विद्यते । तथैव सिद्धान्तशिरोमणौ ज्योतिषशास्त्रे विशेषरूपेण भास्कराचार्येण गोल-नाडीवलय-यष्टि-शङ्कु-घटी-चक्र-चाप-तुर्य-फलक-धीयन्त्राणां विवेचनं कृत्वा धीयन्त्रं विशेषरूपेण प्रशंसितमस्ति । भास्करोक्तयन्त्राणां सामान्यचर्चात्र प्रस्तुताऽस्ति ।

गोलयन्त्रम्

खगोलान्तर्गतं भगोलं बद्ध्वा क्रान्तिवृत्ते रवेर्मेषादेर्भुक्तराश्यंशादिकं दत्त्वा तदग्रे चिह्नं कृत्वा भगोलं चालयित्वा रविचिह्नं क्षितिजे समानीय नाडीवृत्तक्षितिजवृत्तसम्पाते चिह्नं कार्यम् । ततो जलवत् समीकृते क्षितिजे गोलयन्त्रं स्थिरं विधाय भगोलस्तथा चाल्यो यथा रविचिह्नस्य छाया भूगर्भे पतेत्, तथा कृते नाडीवृत्तस् क्षितिजबिन्द्वोर्मध्ये यावत्यो घटिकास्तावत्यो दिनगतघटिका भवन्ति । मेषादेः प्राक्क्षितिजपर्यन्तं क्रान्तिवृत्ते यद्-राश्यदयस्तल्लग्नं भवति । यानि क्षितिजवृत्तमध्याह्नवृत्तसमवृत्तोन्मण्डलादिवृत्तानि सन्ति तानि सर्वाणि क्रान्तिवृत्त-अहोरात्र-वृत्त-ध्रुवप्रोतवृत्तादिभगोलवृत्तानि राश्यंशादिभिरङ्कितं कृत्वा यथास्थानं चलं स्थिरं बद्ध्वा दिक्शोधनं विधाय स्थापनेन गोलयन्त्रं भवति (शर्मा, खै.२००५: २०५) । उक्तञ्च –

अपवृत्तगरविचिन्हं क्षितिजे धृत्वा कुजेन संसक्ते ।
नाडीवृत्ते बिन्दुं कृत्वा धृत्वाऽथ जलसनं क्षितिजम् ।।
रविचिन्हस्य छाया पतति कुमध्ये यथा तथा विधृते ।
उडुगोले कुजबिन्द्वोर्मध्ये नाड्यो द्युयाताः स्युः ।। (सिद्धान्तशिरोमणिः,यन्त्राध्यायःश्लो.३–४)

नाडीवलययन्त्रम्

चारुदारुमयं यन्त्रं कृत्वा तत्र षष्टिघटिकाङ्कितं विधाय मध्यस्थाने ध्रुवयष्टौ योजनं विधाय स्वोदयप्रमाणैर्वि लोममर्थात् मेषात् पश्चिमक्रमेण वृषमिथुनादिभिस्तथा षड्वर्गेणाङ्कितं कार्यम् । तथा कृते यस्मिन् दिने कालज्ञानमपेक्षितं तद्दिनस्यौदयिकसूर्यस्य भुक्तराश्यादयः क्रान्तिवृत्ते मेषादेरङ्कितं कृत्वा वर्तमानराशेर्भुक्तांशा अङ्कनीयास्तदग्रे च रविचिह्नं कार्यम् । पश्चादुदयकाले रविचिह्नं यथा ध्रुवयष्टिछायायां भवेत् तथा यन्त्रं स्थिरं कर्तव्यम् । तथा कृते सति सूर्योदये ध्रुवयष्टेश्छाया यन्त्रपाल्यां पश्चिमदिशि पतति, तदनन्तरं यथा-यथा रविरूर्ध्वं भवति, तथा तथा यष्टेश्छायाऽधोऽधो याति । स्पष्टमध्याह्नकाले ऊर्ध्वाधररूपा यष्टेश्छाया याम्योत्तररेखां स्पृशति । सूर्योदयकालिकरविचिह्नाऽभीष्टयष्टेश्छायान्तरे यावत्यो घटिकास्तावत्यो दिनगतघटिकाः, ध्रुव-यष्टेश्छायायां च यद् राशिस्तल्लग्नं भवति। अथवा खगोलान्तो ध्रुवयष्टेः कल्पनां विहाय चक्रमेव यस्मिन् कस्मिन्नाधारे स्थिरं कृत्वा तन्मध्ये कीलकं संस्थाप्येष्टकाले चक्रपरिधौ कीलकछाया यत्र पतति, तच्छायायाश्चक्रस्याऽधोगतचिह्नस्य मध्ये च गतघटिका भवन्ति। अनेन प्रकारेण स्थानीयसमयस्य ज्ञानं कृत्वा

भास्कराचार्येण नाडीवलययन्त्रेण चक्रेऽर्थादहोरात्रे षष्टिघटिकानां कल्पना कृतासीत् । परन्त्विदानीन्तने व्यवहारे चतुर्विंशतिहोराणां प्रचलनत्वात् षष्टिघटिकानां चतुर्विशतिहोरासु परिणामनं कर्तुमावश्यकं भवति । यथा चतुर्विंशतिहोरातुल्योऽहोरात्रैकः, चतुर्विंशतिमिनिटानामेका घटिका, चतुर्विंशतिसेकेण्डानामेका पलेति गणना सम्प्रति प्रसिद्धास्ति । नाडीवलययन्त्रेण केन्द्रस्थशङ्कोरर्थाद् ध्रुवयष्टेश्छायया समयस्य ज्ञानं भवति (जोशी, ख्रै.१९८८ : ४१९) । पश्चिमविन्दौ षड्वादनज्ञापकचिह्नम्, स्पष्टमध्याह्नविन्दौ द्वादशवादनज्ञापकचिह्नं तथा पूर्वविन्दौ सांयकालीनषड्वादनज्ञापकचिह्नं कृत्वा स्थानीयकालज्ञानं सारल्येन भवति । अस्मिन् स्थानीयसमयेऽर्थाद् यस्मिन् स्थाने यन्त्रं स्थापितं भवति, तत्स्थानीयं स्पष्टान्तरं संस्कार्य स्वदेशस्य प्रामाणिकसमयज्ञानञ्च भवति । उक्तञ्च –

अपवृत्ते कुजलग्ने लग्नं चाथो खगोलनलिकान्तः ।
भूस्थं ध्रुवयष्टिस्थं चक्रं षष्ट्या निजोदयोश्चाङ्क्यम् ।।
व्यस्तैर्यष्टीभायामुदयेऽर्कं न्यक्ष्य नाडिका ज्ञेयाः ।
इष्टच्छायासूर्यान्तरेऽथ लग्नं प्रभायां च ।।
केनचिदाधारेण ध्रवाभिमुखकीलकेऽत्र धृते ।
अथवा कीलच्छायातलमध्ये स्युर्नता नाड्यः ।। (सिद्धान्तशिरोमणिः,यन्त्राध्यायःश्लो.५–७)

घटिकायन्त्रम्

अर्धघटतुल्यमेकं ताम्रधातुमयं यन्त्रं निर्माय, तन्मध्ये छिद्रं विधायाऽन्यस्मिन् जलपूर्णे दीर्घाकारके पात्रे स्थापनीयम् । ताम्रपात्रस्थ-छिद्राज्जलं तस्मिन् पात्रे समायाति । एकस्मिन्नहोरात्रे सछिद्रं ताम्रपात्रमिदं यावज्जलेन परिपूर्णं भवति निमज्जति वा तावत्संख्ययाऽहोरात्रकाले षष्टिघटिकासम्बन्धितपानीयपलेषु विभाजनेन पात्रस्यैकवारनिमज्जनकालो भवति । भास्कराचार्येण यस्य घटिकायन्त्रस्य विवेचनं कृतं तत्र प्रधानता पात्रस्थछिद्रस्य भवति । यदि पात्रमिदमहोरात्रे षष्टिवारं निमज्जति तदा घटिकायन्त्रपात्रस्य निमज्जन- प्रमाणमेकघटिकामितं भवति । यदि चतुर्विंशतिवारं निमज्जति तदा निमज्जनप्रमाणमेकहोरामितं वा भवति । अनेन प्रकारेण लघु-दीर्घछिद्रं कृत्वैकघटिकायामेकहोरायां वा यावन्निमज्जति तावत् प्रमाणेन स्थिरं कृत्वा सरलरीत्या समयज्ञानं भवति (शर्मा, ख्रै.२००५ : २०६) । अर्थात् यद्यहोरात्रनिमज्जनसंख्यायां षट्त्रिंशत्- शतमितानि ३६०० पानीयपलानि लभ्यन्ते तदैकवारनिमज्जनेन कानीत्यनुपातेन निमज्जनकालः ज्ञातुं शक्यते । उक्तञ्च –

घटदलरूपा घटिता घटिका ताम्री तले पृथुच्छिद्रा ।
द्युनिशनिमज्जनमित्या भक्तं द्युनिशं घटीमानम् ।। (सिद्धान्तशिरोमणिः,यन्त्राध्यायःश्लो.८)

शङ्कुयन्त्रम्

भास्कराचार्येण समतलमस्तकपरिधियुक्तदन्तिदन्तजशङ्कोश्छायया दिग्देशकालानां ज्ञानं भवतीति प्रोक्तमस्ति । अत्र समतलमस्तकपरिधिशङ्कुस्थाने यदि सूच्यग्रशङ्कुर्गृह्यते, तदा वेधे सूक्ष्मत्वमायाति । प्राचीनकाले शङ्क्वोर्मापनमङ्गुलात्मकमासीत् । अतः प्राचीनाचार्यैर्द्वादशाङ्गुलमितः शङ्कुः कथितः किन्तु दुरीमापनकर्मणि वर्तमाने मीटरमानं प्रचलितमस्ति । अतश्छायामापने प्रचलितद्वादशमीटरमानात्मको शङ्कुर्गृह्यते, अत्राङ्गुलस्य मीटरमाने परिणाम्यमाने च प्राचीनपरम्पराऽपि रक्ष्यते, वेधोपलब्धिरपि सारल्येन भवति । शङ्कुः

संस्थाप्य दिक्साधनं कृत्वा प्रतिदिनं स्पष्टमध्याह्नकालस्य ज्ञानं भवति (शर्मा, खै.२००५ : २०७) । मध्याह्नकाले शङ्कोर्माध्यमेन नतांश–अक्षांश–क्रान्त्यंशानां ज्ञानं विधाय चरसंस्कारं कृत्वा चरज्यायाश्चापं विधाय चतुर्भिर्गुणनेन चरमिनिटानि संसाध्य उत्तरगोलस्थसूर्ये चरमिनिटानि षड्होरायां वियोजनेन दक्षिणगोलस्थिसूर्ये योजनेन स्थानीयसूर्योदयसाधनं कर्तुं शक्यते। तस्यैवाधारेण सूर्यस्योदयास्तौ साध्येते। इत्थं शङ्कुयन्त्रेण दिग्देशकालानां ज्ञानं सम्यक्तया कर्तुं शक्यते।

समतलमस्तकपरिधिर्भ्रमसिद्धो दन्तिदन्तजः शङ्कुः।
तच्छायातः प्रोक्तं ज्ञानं दिग्देशकालानाम्॥ (सिद्धान्तशिरोमणिः,यन्त्राध्यायःश्लो.९)

तथैव सूर्यसिद्धान्ते–

नरयन्त्रं तथा साधु दिवा च विमले रवौ।
छायासंसाधनैः प्रोक्तं कालसाधनमुत्तमम्॥ (सूर्यसिद्धान्तः ज्यौतिषोपनिषदध्यायः श्लो. २४)

चक्रयन्त्रम्

नैकविधानि यन्त्राणि ज्योतिषशास्त्रे प्रचलितानि सन्तीति सर्वे जानन्त्येव। तथाविधयन्त्रेषु चक्रयन्त्रमपि एकं मन्यते। यन्त्रमिदं यन्त्रराजनाम्नापि व्यवहृतो दृश्यते। अस्य निर्माणार्थं प्रथमं धातुमयं दारुमयं वा समं चक्रं विधाय तस्य नेम्यां श्रृङ्खलादिराधारः(चक्राङ्क्य) तत्र प्रत्यक्स्थिते शिथिलः कार्यः। चक्रमध्यस्थितस्य सूक्ष्मसुषिरमाधारात् तस्योपरिगामिनी लम्बवदूर्ध्वरेखा कार्या। तदनु चक्रपरिधौ आधाराद् भगणांशैरङ्कयित्वा नवति भागान्तरे तिर्यग्रेखापरिधिसंपाते क्षितिः कल्प्याः। भार्धेऽन्तर ऊर्ध्वरेखानेमिसंपाते खार्धं प्रकल्प्य चक्रसुषिरे एका सूक्ष्मशलाका प्रदातव्या, सा अक्षसंज्ञा ज्ञापिता। तदनु तच्चक्रमर्काभिमुखनेमिकं च यथा भवति तथाधारे धार्यम्। तत्राक्षस्य छायापरिधौ यत्र लगति तत्कुजचिन्हयोरन्तरे येंऽशास्ते रवेरुन्नतांशाः, छाया–सूर्ययोरन्तरे नतांशाः ज्ञेयाः (शर्मा, खै.२००५ : २०८) । इत्थमस्मात् नतोन्नतांशज्ञानमपि भवति। यदि तत्र एकान्या घटिकाऽपि भवति चेत् तस्याः साहाय्येन दिनार्धमानं च ज्ञातुं शक्यते। उक्तञ्च शिद्धान्तशिरोमणौ भास्करेण –

चक्रं चक्रांशाङ्कं परिधौ श्लथश्रृङ्खलादिकाधारम्।
धात्री त्रिभ आधारात् कल्प्या भार्धेऽत्र खार्धं च॥
तन्मध्ये सूक्ष्माक्षं क्षिप्त्वाऽर्काभिमुखनेमिकं धार्यम्।
भूमेरुन्नतभागास्तत्राक्षच्छायया भुक्ताः॥
तत्खार्धान्तश्चनता उन्नतलवणसङ्गुणीकृतं द्युदलम्।
द्युदलोन्नतांशभक्तं नाड्यः स्थूलाः परैः प्रोक्ताः॥

(सिद्धान्तशिरोमणिः,यन्त्राध्यायःश्लो.१०–१२)

तुर्ययन्त्रम्

'तुर्य'–शब्दः चतुर्थांशद्योतकोऽस्ति। अतश्चापस्याऽर्धं तुर्ययन्त्रं भवति। अभीष्टत्रिज्यया वृत्तचतुर्थांशं विधाय केन्द्रे शङ्कुं संस्थाप्य तुर्ययन्त्रेण चापयन्त्रोक्तवद् भिन्न-भिन्न स्थितिषु विभिन्नखगोलीयपदार्थानां ज्ञानं भवति (जोशी, खै.१९८८ : ४३१)। एषु यन्त्रेषु प्राप्तोन्नतांशेषु किरणवक्रीभवनसंस्कारं कृत्वा वास्तविकोन्नतांशान् ज्ञात्वा पुनः

ज्यासाधनादिकर्म कर्त्तव्यम्। उक्तञ्च–

दलीकृतं चक्रमुशन्ति चापं कोदण्डखण्डं खलु तुर्यगोलम्।

(सिद्धान्तशिरोमणिः,यन्त्राध्यायःश्लो.१६)

फलकयन्त्रम्

फलकयन्त्रं नवत्यङ्गुलविस्तृतम्, विस्तारदैर्ध्यञ्च तद् द्विगुणितमर्थात् १८०-अङ्गुलमितं निर्मेयम्। दैर्ध्यमध्ये श्लथ-शृङ्खलादेराधारः कर्त्तव्यः, येन यथादिशं भ्रमयितुं शक्येत्। आधारे लम्बरेखा कार्या। अस्मिन् लम्बेऽङ्गुलामिता नवतिविभागाः कर्त्तव्याः, प्रत्यङ्गुले सूक्ष्मरेखाः कार्याः। एता रेखा ज्यारूपा भवन्ति। आधारात् ३०-अङ्गुलान्तरे ज्याया लम्बस्य च सम्पाते सुषिरं कृत्वा, तत्रेष्टप्रमाणमितशलाकाः क्षेप्याः। अत्राक्षस्य कल्पना कार्या। अस्मात् सुषिरात् ३०-अङ्गुलव्यासार्धेन वृत्तं निर्मायास्य परिधिः ६०-घटिकाभिः, चक्रांशैः प्रत्यंशं दशभिः पानीलयपलैश्चाङ्क्या। ततो षष्ट्यङ्गुलाङ्कितायां पट्टिकायां छिद्रं कृत्वैकस्मिन् पार्श्वे स्थाप्या। एषा पट्टिकाऽर्धाङ्गुलविस्तृतैकाङ्गुलदैर्घ्या च कुठाराकारा कार्या। तत्र विस्तारमध्ये छिद्रं विधायाऽक्षे सछिद्रा पट्टिका तथा स्थाप्या यथा सा लम्बरेखां न जहाति (जोशी, खै.१९८८ : ४३२) । अयमेव फलकयन्त्रनिर्माणविधिः। उक्तञ्च –

दृङ्मण्डलेऽत्र स्फुटकाल उक्तः सुखेन नान्यैर्यतितं मयाऽतः।
सद्गोलयक्तेर्गणितस्य सारं स्पष्टं प्रवक्ष्ये फलकाख्ययन्त्रम्॥

(सिद्धान्तशिरोमणिः,यन्त्राध्यायःश्लो.१६)

यष्टियन्त्रम्

ज्योतिषशास्त्रे नैकविधानां कालमापकयन्त्राणां निर्माणप्रसङ्गे यष्टियन्त्रस्य निर्माणपद्धतिरपि प्रस्तुता ज्योतिर्विद्भिः। यष्टियन्त्रस्य रचनाविषये सूर्यसिद्धान्तादि ज्योतिषग्रन्थेषु यथा लिखितमस्ति – प्रथमम् अभीष्टत्रिज्याव्यासार्धेन वृत्तं विधाय याम्योत्तररेखा विधेया। पूर्वापररेखायाम् अग्रादानं कृत्वा तदग्रे सूत्रं बध्वा उदयास्तसूत्रं कार्यम्। वृत्तमध्ये द्युज्याव्यासार्धेन एकं वृत्तं विधाय षष्ट्यङ्कितं कार्यम्। ततः त्रिज्यातुल्यं यष्टिं वृत्तकेन्द्रे संस्थाप्य यष्ट्यग्रं सूर्याऽभिमुखं तथा कर्तव्यं यथा यष्टेच्छायाया अभावो भवेत्। एतस्यां स्थितौ अग्राया अग्राद् यष्टेरग्रं यावत् केनाऽपि मापकेन मापयित्वा तद् द्युज्यावृत्ते पूर्णज्यासदृशं स्थापयितव्यम्। पूर्णज्याचापे यावत्यो घटिका भवेयुः तावत्यो दिनगतघटिकाः पूर्वकपाले दिनशेषघटिकाश्च पश्चिमकपाले भवन्ति (पाण्डेयः, २०५६ : ३४१) । अत्र यत् त्रिज्यावृत्तं तत् क्षितिजवृत्तं भवति। यष्टित्रिज्यातुल्या भवति। अग्राग्रे सूर्योदितं भूत्वाऽहोरात्रे भ्रमति। तस्मिन् समये केन्द्रे यष्टिं संस्थाप्य सूर्याभिमुखं कृत्वा यष्टेच्छायाया अभावो भवति। यतो हि सूर्यो यष्टे अग्रभागे भवति। अग्राया अग्रादहोरात्रवृत्तगतसूर्यं यावद् यावत्यो घटिकास्ता दिनघटिका भवन्ति (मिश्रः, खै.२०१२ : ३४८) । अनेन प्रकारेण यष्टियन्त्रेण कालज्ञानं भवति , तदनु पलभा, क्रान्ति,भुजज्यादीनाञ्च ज्ञानं कर्तुं शक्यते । उक्तञ्च सूर्यिद्धान्ते –

शङ्कुर्यष्टिधनुश्चक्रैश्छायायन्त्रैरनेकधा।
गुरुपदेशाद् विज्ञेयं कालज्ञानमतन्द्रितैः॥ (सूर्यसिद्धान्तः ज्यौतिषोपनिषदध्यायः श्लो. २०)

तथैव –

त्रिज्याविष्कम्भार्धं वृत्तं कृत्वा दिगङ्कितं तत्र।

दत्त्वाग्रां प्राक् पश्चात् द्युज्यावृत्तं च तन्मध्ये ।।
तत् परिधौ षष्ट्यङ्गं यष्टिर्नष्टद्युतिस्ततः केन्द्रे ।
त्रिज्याङ्गुला निधेया यष्ट्यग्रान्प्रान्तरं यावत् ।।
तावत्या मौर्व्या यद्द्वितीयवृत्ते धनुर्भवेत् तत्र ।
दिनगतशेषाः नाड्यः प्राक् पश्चात् स्युः क्रमेणैव ।।

(सिद्धान्तशिरोमणिः,यन्त्राध्यायःश्लो.२८–३०)

चापयन्त्रम्

चक्रस्याऽर्धमितं चापयन्त्रं भवति । अभीष्टत्रिज्ययाऽर्धवृत्तं निर्माय चक्रयन्त्रवत् केन्द्रे शङ्कुं संस्थाप्य लम्बरूपे सूर्याऽभिमुखं निवेश्य शङ्कोश्छाया यावदंशादिके पतति तावत् सूर्यस्योत्रतांशा भवन्ति । उन्नतांशा नवत्यंशेषु विशोध्य नतांशा भवन्ति । चापयन्त्रमिदं समधरातले स्थापनेन दिगंशज्ञानं तथा स्पष्टमध्याह्नकाले याम्योत्तरधरातले स्थापनेन मध्याह्नकालीननतांशानां ज्ञानं भवति (जोशी, ख्रै.१९८८ : ४३१) । अनेन प्रकारेण चापयन्त्रस्य भिं-न्न-भिन्नस्थितिषु स्थापनेन विभिन्नखगोलीयपदार्थानां ज्ञानं भवति ।

दलीकृतं चक्रमुशन्ति चापं कोदण्डखण्डं खलु तुर्यगोलम् ।

(सिद्धान्तशिरोमणिः,यन्त्राध्यायःश्लो.१६)

धीयन्त्रम्

'धीरेकं पारमार्थिकं यन्त्रम्' इत्युक्तेर्भास्कराचार्येण धीयन्त्रस्य अतीव प्रशंसा कृता विद्यते । नवयन्त्राणां विवेचने 'भूरियन्त्रैः किं प्रयोजनम्' ? इत्युक्त्वा भास्कराचार्येण धीमतां धीयन्त्रमेवाऽलमिति निगदितं विद्यते । स्व-करकलितयष्टिमूले दृष्टिं दत्त्वा वेधेन यद् वस्तु स्थलस्थं जलस्थं खस्थं च दृश्यते, तन्मानं धीयन्त्रेणाऽवबुद्ध्यते । वंशस्य मूलमग्रं च विलोक्य यद् द्रष्टा स्वस्थानाद् वंशस्यान्तरं समुच्छ्रयं च वेत्ति स धीयन्त्रवित् किं न वेत्ति ? अर्थात् सर्वमेव वेत्तीत्यर्थे भास्करेण धीयन्त्रस्यातीव प्रशंसा कृता दृश्यते । यथा–

अथ किमु पृथुतन्त्रैर्धीमतो भूरियन्त्रैः स्वकरकलितयष्टेर्दत्तमूलाग्रदृष्टेः ।
न तदविदितमानं वस्तु यद्दृश्यमानं दिवि भुवि च जलस्थं प्रोच्यतेऽथ स्थलस्थम् ।।
वंशस्य मूलं प्रविलोक्य साग्रं तत्स्वान्तरं तस्य समुच्छ्रयञ्च ।
यो वेत्ति यष्ट्यैव करस्थयाऽसौ धीयन्त्रवेदी वद किं न वेत्ति ।।

(सिद्धान्तशिरोमणिः,यन्त्राध्यायःश्लो.४०–४१)

धीयन्त्रेण ध्रुववेधेन पलभाज्ञानं कर्तुं शक्यते । तस्य कृते यष्टेरग्रे मूले चैककालावच्छेदेन यथा ध्रुवः संलग्नो दृश्येत् तथा यष्टिं संस्थाप्य वेधः कर्तव्यः । तदनु पलभाज्ञानं भवति । तत्पश्चात् वंशादिवेधेन केवलाग्रवे-धेन च भुजादीनां मानस्य ज्ञानं कृत्वा जलान्तवेधेन दृगौच्योनितमौच्यं ज्ञानं भवति । भास्कराचार्येण रचितस्य सिद्धान्तशिरोमणिग्रन्थस्य चतुर्ष्वध्यायेषु प्रथमाध्यायात्मकं पुस्तकं लीलावतीनाम्ना ज्ञायते । भास्करेण ग्रन्थोऽयं १२०७ वैक्रमाब्दे रचितः (खनालः, २०८१ : ३४) । धीयन्त्रस्योपयोगो भास्कराचार्येण लीलाच्च वतीगणितस्योदाहरणे कृतो दृश्यते यथा –

यदि समभुवि वेणुर्द्वित्रिपाणिप्रमाणो गणक पवनवेगादेकदेशे स भग्नः ।
भुवि नृपमितहस्तेष्वङ्ग लग्नं तदग्रं कथय कतिषु मूलादेष भग्नः करेषु ? ।।

(लीलावती, क्षेत्रव्यवहारस्योदाहरणम्– श्लो.१)

पाश्चात्यजगति शकाब्दस्य १४८६-तमे वर्षे इटालीदेशस्य पिसा-नामकस्थाने जातो ग्यालिलियोग्यालिलिः प्रतिभावान् वैज्ञानिक आसीत् । भौतिकशास्त्रज्ञः गणितज्ञः खगोगशास्त्रज्ञः दार्शनिकश्च ग्यालिलियो आधुनिकवि-ज्ञानस्य जनक इति नाम्नापि प्रसिद्धोऽस्ति । मुख्यतया दूरदर्शकयन्त्रस्याऽऽविष्कारेण ग्यालिलियो खगोलक्षेत्रस्य वि-श्वपरिवेशे प्रसिद्धोऽभवत् । स्वनिर्मितेन दूरदर्शकयन्त्रद्वारा ग्रहाणाम् उपग्रहान्, शनिग्रहस्य वलयान्नपि प्रादर्शयननेन बृहस्पतेश्चत्वार उपग्रहाः सन्तीत्युद्घोषितम् (खनालः, २०८१ : ३१) । किन्तु भास्कराचार्येण १०७२-तमे रचिते सिद्धान्तशिरोमणौ जलस्थ-स्थलस्थ-नभस्थ-वस्तूनां दूरच्छ्रितिनिर्धारणाय समर्थानि नैकविधानि यन्त्राणि निर्मितानि सन्ति । तेन पाश्चात्याविष्कारात् पूर्वमेव पौरस्त्यज्योतिषे यन्त्रनिमार्णस्य परम्परा विकसिता चासीदिति स्पष्टं दृश्यते । अस्मादेव ज्ञायते यन्त्रनिर्माणस्य परम्परा पौरस्त्यसिद्धान्तज्योतिषशास्त्राद् एव पाश्चात्य जगति सञ्जातेति स्वतः सिद्धं जायते । भास्कराचार्येण तत्काले प्रचलितयन्त्राणामित्थं विशदविवेचनं कृतमस्ति सिद्धान्तशिरोमणौ ।

निष्कर्षः

यदा गणितेन पूर्णिमातिथिः समागच्छति तदा वेधेन चन्द्रस्य पूर्णबिम्बं दृश्येत्, यदा च सूर्यचन्द्रयोर्ग्रहणं गणितात् समागच्छति तदा वेधेन सूर्यचन्द्रयोर्ग्रहणं दृग्गोचरीभूयात् । गणको गणितेन या तिथिनिर्धारणं कृत्वा भविष्यवाणी करोति यदीयं वेधेन नोपलभ्यते तदा दैवज्ञवाणी व्यार्थीयते । तथैव गणितेन यस्मिन् समये ग्रहाणामुदयास्तौ भवतः तत्समय एव ग्रहाणामुदयास्तौ भवेताम् । तर्हि दृग्गणितैक्यं कथ्यते । दृग्गणितैक्यं सिद्धान्तज्यौतिषस्याभीष्टमस्ति । अतः प्राचीनकालादेव ज्योतिर्विद्भिः नलिकाबन्धनं कृत्वा वंशशलाकया निर्मितेन नलिकायन्त्रेण चक्रादियन्त्रैश्च वेधं कृत्वा दृग्गाणितैक्यसमन्वयं क्रियते स्म । भास्कराचार्येण नलिकायन्त्रं धीयन्त्रमिति नाम्ना सम्बोध्य बहुः प्रशंसितम् । अतो दृग्गणितैक्यतायाः सम्पादनार्थं यन्त्राणां महदुपयोगो भवति । ज्यौतिषशास्त्रस्यास्य प्रत्यक्षवेधेन गणितप्रतीतिसम्भवत्वाद् वेधस्य च यन्त्राश्रितत्वाद् दृग्गणितैक्यतायाः सम्पादनार्थं प्राचीनकालादेव यन्त्राणामुपयोगः क्रियते स्म । अतः सर्वैराचार्यै र्दृग्गणितैक्यतायाः सिद्धिः प्रमेयत्वेनाङ्गीकृता । दृग्गणितैक्यं नाम गणितागतपरिणामस्य याथातथ्येनोपलब्धिमापनमस्ति । पाश्चात्यजगति इटालीदेशस्य पिसा-नामकस्थाने जातो ग्यालिलियोग्यालिलिः भौतिकशास्त्रज्ञः गणितज्ञः खगोलशास्त्रज्ञः दार्शनिकश्चासीत् । मुख्यतया दूरदर्शकयन्त्रस्याऽऽविष्कारेण ग्यालिलियो खगोलक्षेत्रस्य विश्वपरिवेशे प्रसिद्धोऽभवत् । किन्तु भास्कराचार्येण अस्य जननात् पूर्वं १०७२-तमे रचिते सिद्धान्तशिरोमणौ जल_स्थ-स्थलस्थ-नभस्थ-वस्तूनां दूरच्छ्रितिनिर्धारणाय समर्थानि नैकविधानि यन्त्राणि निर्मितानि सन्ति । तेन पाश्चात्या_विष्कारात् पूर्वमेव पौरस्त्यज्योतिषे यन्त्रनिमार्णस्य परम्परा विकसिता चासीदिति स्पष्टं दृश्यते ।

कृतज्ञताज्ञापनम्

लेखस्यास्य प्राविधिकदृशा विषयप्रतिपादनदृशा च परीक्षणं विधाय सम्पादनाय परिष्काराय च महदुपकारं कृतवद्भ्यः सर्वेभ्यो विशेषज्ञगुरुभ्योऽन्येभ्यश्च सहयोगिभ्यश्च हार्दं कार्तज्ञ्यं व्यनज्मि ।

सन्दर्भग्रन्थाः

आचार्य, भास्कर, (२०४५), सिद्धान्तशिरोमणि, वाराणसीः चौखम्बा संस्कृत संस्थान।

आचार्य, भास्कर (सन् १९८८), सिद्धान्तशिरोमणेः गोलाध्याय, (केदारदत्त जोशी,व्या.), दिल्लीः मोतीलाल बनारसीदास।

झा, पण्डितः श्रीलषणलालः (सम्पा.) (सन् १९९०), लीलावती, वाराणसीः चौखम्बा सुरभारती प्रकाशनम्।

पाण्डेयः, रामचन्द्रः (सम्पा.) (२०५२), सूर्यसिद्धान्त, वाराणसीः चौखम्बा सुरभारतीप्रकाशनम्।

भट्टराई, कपिलदेव (२०८१) वेदाङ्गज्योतिषसिद्धान्तज्योतिषयोस्तुलनात्मकमनुशीलनम् (सम्पा.प्रा. डा.गुरुप्रसादसुवेदी),

अन्वेषणा, विश्वविद्यालयविद्यापीठम् अनुसन्धान-व्यवस्थापन-समितिः दाङ, (वर्षः २, अङ्कः २) पृ. २८–३५।

भट्टराईः कपिलदेवः तथा खनालः श्यामः (२०८१), पौरस्त्यपाश्चात्यज्योतिषयोः परिचयः, कालिका-संस्कृत-विद्यापीठम्।

मिश्रः, डा. सत्येन्द्रः(सम्पा.) (सन् २०१२), सूर्यसिद्धान्तः, वाराणसीः चौखम्बा संस्कृतभवनम्।