UNIVERSAL LIBRARY

OU_204852

UNIVERSAL LIBRARY

OUP—881—5-8-74—15,000.

OSMANIA UNIVERSITY LIBRARY

Call No. T 521 R16V　　Accession No. T 4524

Author [redacted] రామారావు, ఎ. వి. యస్

Title విను వీధి.

This book should be returned on or before the date last marked below.

వినువీథి

మదరాసుయూనివర్సిటీవారి బహుమతిపొందిన
ఉత్తమఖగోళశాస్త్రగ్రంథము

రచయిత
ఎ. వి. యస్. రామారావు

ఆధునికవిజ్ఞానగ్రంథమాల
కాకినాడ

ప్రథమ ముద్రణము
జనవరి 1955

సర్వస్వామ్యములు రచయితవి

శ్రీపతిముద్రణాలయము
కాకినాడ

విషయానుక్రమణిక

	పుట
ముందుమాట—డా. శ్రీపాద గోపాలకృష్ణమూర్తి	v
భూమిక—శ్రీ ఎమ్. వి. నరసింహస్వామి	vi
కృతజ్ఞత	xii
ప్రస్తావన	1
భూమి	11
నభోగోళము	61
నక్షత్రరాసులు	71
సూర్యకుటుంబము	101
సూర్యుడు	121
చంద్రుడు	160
గ్రహములు	174
తోకచుక్కలు	223
ఉల్కలు	232
నక్షత్రములు	239
గెలాక్సీలు, నెబ్యులాలు	297
ఉపసంహారము	313
అనుబంధములు	316
పారిభాషిక పదకోశము	325
పారిభాషికశబ్దావళి	326
సూచిక	328

UNIVERSITY OF MADRAS

From

THE REGISTRAR,

UNIVERSITY OF MADRAS.

To

Sri A. V. S. Rama Rao,
Assistant Compiler,
TELUGU ENCYCLOPEDIA,
27, University Buildings,
MADRAS–5.

No. A 1781.

CHEPAUK, TRIPLICANE P. O., MADRAS-5
Dated 6 May, 1953.

Sir,

Ref : The Thesis in Telugu on "Astronomy for the layman" (Vinu Veedhi) submitted by you for the prize for the encouragement of publication of works on modern subjects in Dravidian languages 1951–52—Original Works.

I am to inform you that the Syndicate has been pleased to award the prize (in Telugu) to you.

The prize amount of Rs. 750 may be claimed by you after 75 printed copies of the book are supplied to this Office. The copyright of the book will belong to you.

The thesis is returned to you herewith. Please acknowledge receipt of the same.

Yours faithfully,
(Sd.) R. RAVI VARMA
REGISTRAR.

ముందుమాట

సభ్యజాతుల పురోగమనముతో సరితూగుటకు మనకు వైజ్ఞానిక పరిశోధన లెంతఅవసరమో, ఆజాతుల నిండుజీవితమును అందుకొనుటకు విజ్ఞానవిస్తృతీ, వైజ్ఞానికదృష్టీ అంత అవసరముగూడా మనకు. తెలుగులో సాధారణముగు నిర్దుష్టవైజ్ఞానికగ్రంథసంచయము తక్కువ. అందునను ప్రామాణికసన్నిభము లగు రచనలు బొత్తిగా తక్కువ. శ్రీరామారావుగారి యీరచన సాధారణవిజ్ఞానపూర్ణము, సులభశైలీ సంశోభితము, వైజ్ఞానికదృష్ట్యుత్పాదకము. పురాతనభారతీయసిద్ధాంతములపట్ల దురభిమానమూ, ప్రచండభాషాపాండిత్యప్రదర్శనమూ అను రెండు అవగుణములకు దూరమై పరిహాసచాపలమును కలిగించు సులభదర్శనమునుగాక పరమార్థమును బోధించు పవిత్రాదర్శముతో రచింపబడ్డ శాస్త్రగ్రంథ మిది. ఆంధ్రవాఙ్మయములో సాధారణ, పరిపూర్ణ, విజ్ఞానశాస్త్రశాఖకీగ్రంథము వేగుచుక్క.

శ్రీరామారావుగారీగ్రంథములో వినువీథి నంతటినీ చక్కగ పర్యవేక్షించినారు. వారి ప్రస్తావన విని మనము భూపరిశీలనముతో ప్రారంభింతుము. భూమి ఆకారము, భ్రమణము, పరిభ్రమణము, పరిభ్రమణకారణము, ద్రవ్యరాశి, ఇత్యాది వైజ్ఞానిక విశేషముల నన్నిటినీ పరికింతుము. తరువాత దృశ్యమానభూగోళము, నక్షత్రరాసులు, సూర్యకుటుంబము, నక్షత్రములు, గేలాక్సీలు, నెబ్యులాలు, అన్నినూ,— వినువీథినిగూర్చి నాగరికు లెరుగవలసిన విజ్ఞానసంపద నంతటినీ ఈ మూడువందలపుటల ఆవరణలో మనము సేకరింపగలము.

రామారావుగారి శైలి తెలుగుభాషాసర్వస్వపు తొలిపుటలు తీర్చు వ్యవసాయములో విశుభ్రమై, నిర్దుష్టవైజ్ఞానిక శబ్దావళి చేర్చుటతో దీప్తిమంతమై, అన్వయసౌలభ్యముతో సువిజ్ఞాతమై, వినువీథివలెనే మనల నాకర్షించుచున్నది.

అభిమానపు బారు లేర్పడని ఆంధ్రవాఙ్మయసముద్రములో ఈ యువక నావికుడు "వినువీథి"ని నమ్ముకొని తన వైజ్ఞానికయాత్రలకు తెరచాప విచ్చినాడు. ఫలమును ఆంధ్రలోకము ప్రసాదించును గాక.

శ్రీపాద గోపాలకృష్ణమూర్తి
భౌతికశాస్త్రాచార్యుడు
రాజధాని కళాశాల

మదరాసు
28–11–54

భూమిక

భూతలముపై శతాబ్దములతరబడి మానవజీవితపథపరిష్కారగమంచు ప్రచురముగా ప్రాల్గొనిన ఖగోళవిజ్ఞానము ఆధునికలోకవ్యవహారపరిష్కృతికి అమితముగా దోహద మొనర్చి నేటి మానవజీవితసంస్కృతిలో శాశ్వత స్థానము నార్జించుకొనినది.

ఖగోళవిజ్ఞానము మానవబుద్ధియందు మొట్టమొదట పొడసూపినది మొదలు మానవుని దృష్టిని వినువీథినికన్పట్టుజ్యోతిర్గణములు బలాత్కారముగా నాకర్షించినవి. వాటి అనభిగమ్యౌన్నత్యము, అప్రకంప్యాక్షరత్వము, అప్రతిమాన ఔజ్జ్వల్యము తొలిమానిసిహృదయమును మొదట ఆశ్చర్యమునకు, పిమ్మట ఆరాధనకు ప్రేరించినవి. ఈజ్యోతిర్గణము లన్నియు, అందున ముఖ్యముగా సూర్యుడు, తన జీవితవ్యాపారమును నియంత్రించు అధిదేవతాస్వరూపములని ఆనాటిమానవుడు తలంచెడివాడు.

ఆశ్చర్యావహదీప్తిమంతములై కంటి కగపడు ఈజ్యోతిర్మూర్తులు, అవాఙ్మానసగోచరము, నిరతిశయ దీప్తియుతమును అగు పరంజ్యోతికి ఉపలక్షణముగా స్వీకరించి అపరోక్షానుభూతికి పూర్వాంగమగు సగుణారాధనకు మానవుడు కడంగినాడు.

"అథ య ఏషో అంతరాదిత్యే హిరణ్మయః పురుషో దృశ్యతే
....తస్యో దితినామ సఏష సర్వేభ్యః పాప్మభ్య ఉదితః ఉదే
తిహ వై సర్వేభ్యః పాప్మభ్యో య ఏవం వేద" (ఛా 1-6-6)

(సూర్యమండలాంతర్వర్తి యగు హిరణ్మయపురుషుడు 'ఉత్' అను నామము గలవాడు. ఈతడు సర్వపాప విముక్తుడు. ఈతని నెవ్వ డుపాసించునో వాడు సర్వపాపములనుండి విముక్తు డగుచున్నాడు.)

"అథ యదతః పరో దివో జ్యోతి ర్దీప్యతే, విశ్వతః
పృష్ఠేషు, సర్వతః పృష్ఠేషు, అనుత్తమేషు ఉత్తమేషు

లోకేషు ఇదం వావతత్ యద్యిదం అస్మిన్నంతఃపురుషే జ్యోతిః" (ఛా 3-13-7) (ఈద్యులోకమునకంటె మీదుగా నేజ్యోతిస్సు ప్రకాశించుచున్నదో, యేజ్యోతిస్సు ప్రాణివర్గముమీదను, భూలోకముమీదను అంతకంటె నుత్కృష్టములగు సమస్తలోకములమీదను ప్రకాశించుచున్నదో ఆజ్యోతిస్సే పురుషశరీరమందును ప్రకాశించుచున్నది.) అని ఔపనిషదకర్తలు ప్రస్తుతించినారు.

ఈజ్యోతీరాసుల ఆరాధనయే ముందు ఫలజ్యోతిషశాస్త్రమునకు, తరువాత ఖగోళవిజ్ఞానమునకు దారితీసినది.

కేవలము మానవచైతన్యవికాసముగనే కాక, నక్షత్రవిద్య, దైనందిన మానవవ్యాపారమునకుకూడ క్రమశః బహుళోపకారకముగా నాచరించినది. ఉదయాస్తమయ పర్యాయసూచితమైన దైనందిన చలనము వలనను రాశిచక్రపరిమితమగు సాంవత్సరిక చలనమువలనను సూర్యుడు నిద్రించుట, మేల్కొనుట మొదలగు పర్యాయక్రమబద్ధమగు ప్రాణిలోక వ్యాపారములను నియమించు హ్రస్వ, దీర్ఘకాలవిభాగములకు కారకుడైనను మానవుడు కాలవిభాగవిధాతగా మొట్టమొదట చంద్రుని గ్రహించినాడు. సూర్యుని కాలఘటకునిగా గ్రహించలేకపోవుటకు చంద్రుని అట్లు గ్రహించుటకు రెండుకారణములు గలవు. మొదటిది : వినువీథియందుచంద్రుని చారము సూర్యునిదానికన్న సరళతరము. అందుచేసులభగ్రాహ్యము. రెండవది: అతిలోకదీప్తియుతుడు పవిత్రజ్యోతిర్మూర్తియు నగుసూర్యుని తుచ్ఛలౌకికకాలమానవ్యాపారమున కుపయోగించుట ఆరాధనామగ్నమానసుడైన నాటిమానవుని కంతగారుచించకపోవచ్చును. నేడు ప్రపంచమందంతట, వివిధదేశములందు వాడుకలోనున్న కాలవిభాగసూచకములగుపంచాంగములన్నియు ప్రాచీనమానవుని ఖగోళప్రత్యవేక్షణలు, ప్రత్యవేక్షణాపరికరములమీదనాధారపడియున్నవే. అహోరాత్రపర్యాయమువలనజనించిన అపరిష్కృతకాలమానజ్ఞానము తరువాత నాగరికమానవునిచే బహుళముగా విస్తరించబడినది. మొదట నక్షత్రములచలనములనాధారముచేసికొనియు,

తరువాత గడియారములు మొదలగు నిశితపరికరములను ఉపయోగించియు, కాలజ్ఞానము వృద్ధినిగాంచినది. కొన్ని నూతనసూక్ష్మపరికరములను తప్పవిడిచి, మన ప్రస్తుతకాలమానజ్ఞానమంతయు ఖగోళ అవేక్షణలఫలముగా జనించినదియే.

కాలస్వభావసంవేదనయందే కాక, ఇంకొక దెసలో కూడ మానవచైతన్యము ఖగోళపరిజ్ఞానముచే నుత్తేజింపబడినది. అది దిక్పరిజ్ఞానము. కాలసంవేదనవలె దిక్సంవేదనకూడ, ముఖ్యముగా నభోమూర్తులఅవేక్షణలవలననే పెంపొందినది. తమకును, తమ పశువులమందలకును వలయు ఆహారముకొరకు గ్రామైకరాత్రముగా భూమిని పర్యటించుచున్న చలవాసుల (Nomads) దిఙ్నిర్దేశప్రయత్నములు మొదలుకొని, ఆధునిక నాకాయానసౌకర్యాపాదకమగు దిఙ్నిర్దేశనిర్వహణమువరకు నక్షత్రములే మానవునికి ఆప్తమార్గదర్శకములుగా సాయపడినవి. భూమియొక్క గోళాకృతి, దాని పరిమాణము తెలిసినతరువాత, భూగోళమును, దానినావరించికొనియున్న ఖగోళమును, అవేక్షణలనాధారముగాగొని ఖగోళవిజ్ఞాని సమవిభాగములుగా విభజించెను. భూతలముపై తాను ఆర్జించిన పరిమాణవిజ్ఞానము నండగాగొని, ఖగోళప్రమాత, ఖగోళాంతరాళమందు పర్యటించుచున్న నభోమూర్తుల దూరమును కొలుచుటకు సాహసించెను. ఇట్లు భూమికి సూర్యునికి, భూమికి చంద్రునికి మధ్యనున్న దూరములను, భూసదృశములగు గ్రహముల దూరములను గతులను జ్యోతిర్విదులు నిర్ణయించిరి. ఈ ఖగోళచలనప్రకారములను అన్వేషించుటలో అనేకములగు గణితశాస్త్రసమస్యలు పరిష్కరింపబడినవి; పద్ధతులు విస్తరింపబడినవి. స్థూలజగత్తును అన్వయించు ఈ గణితమే ఇటీవల పరమాణురచనారహస్యములను ఉద్ఘాటించుటకు కూడ పరమాణుశాస్త్రజ్ఞులకెంతో గా నుపయోగించినది.

దూరదర్శనిపరికరము నిర్మితమైనతరువాత ఖగోళజిజ్ఞాస మిన్నుముట్టినది. నభోమూర్తుల దూరములను కొలుచుటయే గాక, వాటి భౌతికస్వభావములను రచనలను అనుశీలించుటకు శాస్త్రాభ్యాసకుడు మొదలిడినాడు. కాని వర్ణపటదర్శిని (Spectroscope), ఛాయాచిత్రగ్రాహకము (Photographic Camera), సూక్ష్మదీప్తిమాపకము (Sensitive Photometer)

అనుపరికరములు ఖగోళాన్వేషణకై సజ్జములైనతరువాత ఖగోళవిజ్ఞానము అత్యాశ్చర్యకరమైన అభివృద్ధిని గాంచినది. దగ్గరగానున్న సూర్యమండలమునకు చెందినసూర్యుడు, గ్రహములు, ధూమకేతువులు, వీటిభౌతికస్వభావములను అవగాహించుకొనుటయందు జయముగాంచిన పరిశీలనపద్ధతులను, విశ్వాంతరాళమున అతిదూరమునందున్న జ్యోతిర్గణములకు అన్వయింపచేసి, నక్షత్రముల, నక్షత్రలోకముల ప్రాదుర్భావము, మనికి, వినాశము, వాటిస్థితులు, పరిమాణములు, ఆకృతులు, భౌతికరాసాయనికసంఘటనలు మొదలగు అత్యద్భుతవిషయములను శాస్త్రకర్త ఆవిష్కరించెను. అన్నిటికన్న విస్మయాపాదకమగువిషయము విశ్వవ్యాకోచము. ఈఅద్భుతసంఘటనను వివరించుటకు శాస్త్రకర్తలు కష్టపడుచున్నారు. విశ్వమందు మొదటనున్న ద్రవ్యమెట్టిది? అది నూతనసృష్టియా, అనాదియా? అదిఏవిధమున పరిణామమునుచెంది లోకాలోకములగుచున్నది? విశ్వపరిమాణవిస్తృతములగుఈసమస్యలమందు, సూర్యమండలమునకుచెందిన గ్రహోపగ్రహప్రాదుర్భావము, సూర్యుని, తదాశ్రితగ్రహముల భౌతికస్థితులు, వీటినిగురించినజిజ్ఞాస మహత్వముకోలుపోవుచున్నది. ఈసమస్యలనుసాధించుసందర్భములో, మనప్రాచీనఋషులచే తెలుపబడిన పర్యాయసృష్టి, సంతతసృష్టి, సంకల్పసృష్టి మొదలగుఆర్షభావములు ఆధునికవేషములుధరించి బయలువెడలుచున్నవి. సిద్ధాంతబాహుళ్యమెప్పుడును తత్త్వనిర్ణయమునకు ప్రతిబంధకమే. సిద్ధాంతములు సామంజస్యసూత్రమునసనుసరించి కల్పించబడినను, ఆసిద్ధాంతములకాధారములైన అవేక్షణాకృష్టభూతార్థములు, నిజముగా ఆశ్చర్యజనకములు. ఖగోళములదూరములు, వాటిచలనవేగములు, వాటిపరిమాణములు, వాటితాపక్రమస్థితులు మొదలగువిషయములను జ్యోతిశ్శాస్త్రగ్రంథములందు మనము చదువునపుడు మనబుద్ధిభ్రమించును. భూతలమందు మనకు పరిచితమగు పరిమాణములతో పోల్చిచూచిన ఈఖగోళపరిమాణములు ఊహనుమీరిపోయినవి ; గణనాపరసీమను తాకినవి. సెకనునకు 1,86,000 మైళ్లవేగముతో అంతరాళమున పయనించువెలుతురు, దూరవిశ్వకోణములం

దూరమున్న కొన్ని నక్షత్రలోకములనుండి భూమిని చేరుకొనుటకు 10 లక్షలసంవత్సరములుపట్టునని ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులు మనకు తెలియఁజెప్పినప్పుడు, భూమినుండి ఆనక్షత్రలోకదూరమును అవగాహించుకొనుటయెట్లు? లేదా మన పాలపుంత 1,00,000 కాంతిసంవత్సరముల వ్యాసము, 10,000 కాంతిసంవత్సరముల దళసరిగల అండస్వరూపాకారగోళమని మనలను శాస్త్రజ్ఞ హెచ్చరించినప్పుడు ఈపరిమాణమహత్త్వమును బుద్ధికెక్కించుటయెట్లు? పైపెచ్చు విశ్వమవిశ్రాంతముగా వ్యాకోచించుచున్నదట. "బృహి, వృద్ధౌ" అను ధాతువునుండి ఉత్పన్నమై 'బృంహతి' (=వర్ధతే) ఎల్లప్పుడునువృద్ధిచెందునను అర్థముగల "బ్రహ్మ" పదమునకు విశ్వవ్యాకోచనసిద్ధాంతములు నవీన వ్యాఖ్యానములవలె గోచరించుచున్నవి. "మహతో మహీయాన్" అని శ్రుతి. నిర్దిష్టనిరపేక్షపరవస్తువుయొక్క బృహత్త్వపరిమాణమునకు విశ్వపరిమాణము కొంచెమాపగునట్లు కనుపించును. ఏలయన, విశ్వము, విశ్వాతీతి రెండు వస్తువులును దురవగాహపరిమాణములు కలవియే.

భూతలమందు మానవుడు ప్రకృతిపై మహత్తరవిజయములనుగాంచినాడు; ప్రకృతిని తనదానినిగాచేసికొన్నాడు. విశ్వసృష్టికితలమానికము తానని మానవుడు గర్వముతో విర్రవీగుటకు తనప్రకృతివశీకరణము కారణముకావచ్చును. ఇట్టి దురహంకారపూరితుడగుపురుషునిచేతికి ప్రస్తుత గ్రంథమువంటి నవీనఖగోళశాస్త్రగ్రంథము నొకదానినిచ్చి దానినతనిచేచదివింపచేసినయెడల బుర్రకెక్కినమస్తంతయు మంత్రించినట్లు దిగిపోవును. "ఖగోళశాస్త్రమువర్ణించునిరపేక్షమహత్త్వముగలవిశ్వమెక్కడ, అట్టివిశ్వాంతరాళమున నొకమూలనున్న ఒకఇసుకనెరసుపాటిదైనజేయనిభూమియందు బొరియలుపెట్టి కాలక్షేపముచేయుచు విర్రవీగుచున్న ఈతుచ్ఛమానవకీటమెక్కడ" అని యనిపించును.

ప్రస్తుతగ్రంథముపరిమితపరిమాణముగలదియైనప్పటికిని ఇది నవీనఖగోళవిజ్ఞానమును మనకందజేయు గ్రంథములకోటిలో చేరినది. ఇందు వేరువేరుశీర్షికల చదలుచదువునంతటిని చవులుగొలుపు తెలుగునుడికారమున సంత

రించి, గ్రంథకర్త చదువరులకుచవిచూపినాడు. విషయము గంభీరమైనను, గానినిసులభావగాహముగాచేయుటయందు గ్రంథకర్త గాంచిన విజయము ప్రశంసార్హము. ఈగ్రంథమును సాంతముగ చదివినతరువాత చదువరుల మానసమందు ఇంకను ఉద్గ్రంథముల నవలోకించి విశేషవిషయముల తెలిసి కొనవలయునన్న కుతూహలము రేకెత్తినయెడల గ్రంథకర్త ఉద్యమము ఫలవంతమగును. తెలుగుభాషలో రచించినశాస్త్రగ్రంథములు చాలతక్కువగా నున్నవి. ఉన్నవాటిలోనైన విషయము సుఖప్రతీతికొఱవడియున్నది. ప్రస్తుత గ్రంథము చదువరులఉపలబ్ధిని ఆయాసపెట్టకుండ వారికి విషయవిశదపరిచయమును చేకూర్చును. అదిగాక పాఠకులు ఈగ్రంథముపై చూపుఆదరము గ్రంథకర్తను ఇటువంటిశాస్త్రవిషయవైశద్యాపాదకములగు శాస్త్రగ్రంథముల నింకననేకముల తెలుగులో వ్రాయుటకుపురికొల్పగలదని ఆశించుచు ఈభూమికను ముగించుచున్నాను.

చెన్నపట్టణము
తెలుగుభాషాసమితి
జయనామసంవత్సర
భాద్రపద బహుళ చతుర్దశి
25–9–54

మే. వ. నరసింహస్వామి
తెలుగువిజ్ఞానసర్వస్వ భౌతికరాసాయనికశాస్త్ర
సంపాదకుడు

కృతజ్ఞత

ద్రావిడభాషలలో ఆధునికశాస్త్రవాఙ్మయము నభివృద్ధిపరచుటకై చెన్నపురి విశ్వకళాపరిషత్తువా రేర్పరచిన 'పోటీ' యీగ్రంథరచనకు కారణము. ఆ 'పోటీ'కివచ్చిన గ్రంథములలో దీని నుత్తమమైనదానినిగా నెంచి బహుమానమొసగి దీనిప్రచురణకు కారణభూతులైన చెన్నపురి విశ్వవిద్యాలయమువారి కెంతయు కృతజ్ఞుడను. నాయందలి వాత్సల్యముచే కోరినదేతడవుగ 'ముందుమాట'ను, 'భూమిక'ను వ్రాసియిచ్చి, నన్నాశీర్వదించిన మద్గురువర్యులు డాక్టరు శ్రీపాద గోపాలకృష్ణమూర్తిగారికిని, శ్రీ ఎమ్. వి. నరసింహస్వామిగారికిని నా వందనములు.

ఈ గ్రంథరచనయందును, ముద్రణమందును పలువురుమిత్రులు నాకు సాయపడిరి. పూజ్యులు శ్రీమల్లంపల్లి సోమశేఖరశర్మగారి యమూల్య సాహాయ్యసంపద నాకు లభింపకపోయినచో ఈగ్రంథ మింతత్వరగలో వెలువడియుండెడిదికాదు. శ్రీవసంతరావు వేంకటరావుగారు దీనిని సహృదయులై పరిశీలించిరి. ఉభయభాషాప్రవీణ శ్రీ దువ్వూరి సూర్యనారాయణశాస్త్రిగారు భాషావిషయమున ననేకసూచన లొసగిరి. వీర లెల్లరకు నా హృదయపూర్వకవందనములు.

ఈపుస్తకమున ప్రచురించిన 4, 5, 6, 7, 9, 10, 17 పటముల ఛాయాచిత్రములను కోడైకెనాల్ అబ్జర్వేటరీవారును, 18 వ పటము ఛాయాచిత్రమును నైజామియా అబ్జర్వేటరీవారును, 19 వ పటము ఛాయాచిత్రమును జియలాజికల్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియావారును, 11, 24, 28, 30, 31, 32 పటముల ఛాయాచిత్రములను సయిన్సు సొసైటీ, మదరాసు వారును ఒసగిరి; తమకుచెందిన పటములను వినియోగించుకొనుటకు మౌంట్ విల్సన్ & పేలమార్ అబ్జర్వేటరీవా రనుమతించిరి. వారల సహృదయతకు నాధన్యవాదములు.

— రచయిత

ప్రస్తావన

'శారదరాత్రు లుజ్జ్వలలసత్తరతారకహారపంక్తులన్
జారుతరంబు లయ్యె........................'

రేవెలుగు ఛాయలులేని శరన్నిశీథములందు వినువీధిని సానబెట్టిన వజ్రములవలె మిలమిల ప్రకాశించు నక్షత్రముల యతిలోకసౌందర్యమునకు కవితల్లజుఁడైన నన్నయ ముగ్ధుఁడై, తన యానందమును కవితారామణీయకముతో జోడించి వాగ్రూపమున పై పద్యభాగమందు చిత్రించెను. ఈ యానంద పారవశ్యము ప్రతి ప్రేక్షకునకును సామాన్యమే. సామాన్య ప్రేక్షకుడు కవిగామించే ఆ యానందమును తన మనస్సునందే జీర్ణించుకొనును. ఆనందజనకమగు వస్తువునుగురించిన జ్ఞానమా యానందము నినుమడింపజేయు ననుట నిర్వివాదము కదా! కాబట్టి ఆనందజనక గగనదృశ్యముయొక్క నిగూఢ రహస్యము నొకింత యవగాహనము చేసికొనుటకు ప్రయత్నింతము.

శీర్షభాగమం దదుమబడిన గుండ్రని పెద్దడిప్పవలె ఆకాశము కనపడును. కాని నిజమునకు ఆకాశమనునది ద్రవ్యరూపమున నేమియును లేదు. ఆకాశము శూన్యప్రదేశమే. మనయూహకందనంత దూరమువరకును ఆశూన్యప్రదేశమున్నది. అంతయెక్కువ దూరమునకు నున్న ఆశూన్యప్రదేశములో చాలతక్కువభాగము మాత్రమే మనకంటికి ఆనును; అప్పుడు శీర్షభాగమం దదుమబడియున్న గుండ్రనిడిప్ప భూమిపై

బోర్లింపబడిన ట్లుది మనకు కనిపించును. ఆకాశమని మనము తఱచుగా వ్యవహరించుచున్నది అట్లు గుండ్రని డిప్పవలె కన బడుచున్న దాని లోపలి తలమే.

ఆకాశమువైపు చూచినపుడు జ్యోతులవలె ప్రకా శించుచు అనేకమూర్తులు మనకు గోచరమగును. ఆకాశమం దున్నట్లుగా గోచరించుచున్నవి కాబట్టి ఆమూర్తులను నభో మూర్తులని సాధారణముగా వ్యవహరింతురు. వీనిలో చాల మూర్తులు గోళాకారమున నుండును. ఆహేతువుచేత ఖగో ళములని కూడ వానిని పేర్కొనుట కలదు. ఖగోళము లనగా ఆకాశమందున్న గోళములే.

ఆకాశమునకు వెనుక ధగధగ మండుచు దివ్యాగ్ని యున్నదనియు, ఆకాశములోని రంధ్రములమూలమున మన కగపడుచున్న ఆ దివ్యాగ్నియే నభోమూర్తులనియు పూర్వు లను కొనుచుండెడివారు. కాని ఇది నిజముకాదు. ఆకాశ మనెడి దేదియు ద్రవ్యరూపములో లేనపుడు దానికి చిల్లులుండుట, దానికి వెనుకనున్న దివ్యాగ్ని ఆ చిల్లుల ద్వారముగ నభో మూర్తులుగా గోచరించుట అసంభావ్యము గదా! నిజమునకు నభోమూర్తులన్నియు ద్రవ్యమయములైన పెద్ద పెద్ద స్వరూప ములు.

నభోమూర్తులవైపు ఆకస్మికముగా నొక్కసారి చూచి నచో నవి యన్నియు చుక్కలవలె నున్నట్లును, ఒకేవిధముగా ప్రకాశించుచున్నట్లును మనకు స్ఫురించును. కాని నిదానముగా కొన్ని దినములు గంటలు వానిని పరిశీలించినయెడల అవి యొకే

మాదిరిగా ప్రకాశించుటలేదని మనకు తెల్లమగును. ఈవిధముగా నభోమూర్తులందు గలతేడాల నాధారముగా జేసికొని వానిని కొన్నివర్గములుగా శాస్త్రజ్ఞులు విభజించిరి. గెలాక్సీలు, నెబ్యులాలు, నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఉపగ్రహములు, తోకచుక్కలు, ఉల్కలు అనునవన్నియు నభోమూర్తులందలి వివిధవర్గములే.

గగనతలమున మన కగపడుమూర్తులలో అధికసంఖ్యాకములు నక్షత్రములు. నిర్మలమైనరాత్రియందు చంద్రుడు లేని సమయమున ఆకాశమువైపు చూచి, 'అబ్బో! నక్షత్రము లెన్నియున్నవో!' యని వాని కసంఖ్యాకత్వము నారోపించి ఆశ్చర్యమును ప్రకటింతుము. కాని శాస్త్రపరికరసాహాయ్యమేమియు లేకుండ కంటితో చూచినపుడు కనపడు నక్షత్రముల సంఖ్య అపరిమితము గాదు. మంచి దృష్టిగల మానవునకు ఏదైన నొకసమయములో కనపడునక్షత్రములు సుమారు 3000 ఉండును. భూమిపై రెండవఅర్ధభాగమందున్న మానవున కాసమయములో కనపడునక్షత్రములు కూడ రమారమి అన్నియే యుండును. కాబట్టి కంటికి కనపడు మొత్తము నక్షత్రములు 6000 కంటె నెక్కువ యుండవు. కాని మనకంటికి కాసరాని నక్షత్రము లింకను నెన్నియో బ్రహ్మాండమందు గలవు.

నక్షత్రములు స్వయంప్రకాశకగోళములు. దీపము స్వీయకాంతిచేత ఏరీతిగా ప్రకాశించునో ఆరీతిగనే ఆకాశములో నక్షత్రములు ప్రకాశించుచున్నవి. భూమినుండి చూచుచున్న

మనకు మినుకు మినుకు మని శోభిల్లుచు ఆకాశమున గోచరించు చున్న మూర్తులన్నియు నక్షత్రములే.

వేగుచుక్కను చాలామంది చూచియే యుందురు. ఆ చుక్క పొడుపును బట్టియే పల్లెటూరి ప్రజలు తెల్లవారవచ్చు చున్నదని తెలిసికొందురు. నక్షత్రమువలె ప్రకాశించుచు చంద్రుడు లేని రాత్రియందు తెల్లవారుజామున కనబడు ఖగోళము లన్నిటికంటెను ఎక్కువ దీప్తిమంతముగా గోచరించున దదియే. సూర్యచంద్రుల తరువాత దానియంత ఎక్కువ దీప్తితో మనకగపడు ఖగోళము మరియొకటి లేదు. నిశితముగా పరీక్షించినచో అది కేవలము నక్షత్రమువలె చుక్కగా గాక చిన్న బింబముగా గోచరించును. సావధానముగా కొంతసేపు దాని నవేక్షించినయెడల నక్షత్రములవలె మినుకు మినుకు మనక అవిచ్ఛిన్నమైన కాంతితో నది ప్రకాశించుచున్నట్లు కూడ మన కవగతమగును.

'నక్షత్రములు అనగా చుక్కలు స్వయంప్రకాశక ఖగోళముల'ని మనము నిర్వచించినయెడల వేగుచుక్క చుక్క (నక్షత్రము) కాజాలదు. అది స్వయంప్రకాశకమూర్తి కాక పోవుటయే అందుకు కారణము. తనపై బడిన సూర్యకాంతితో వేగుచుక్క ఆకాశమున తేజరిల్లుచున్నది. ఇట్లది సూర్య కాంతివలన తేజరిల్లుటయేగాక సూర్యునిచుట్టును ప్రదక్షిణము కూడ చేయుచున్నది. వేగుచుక్కకు శుక్రుడని మరియొక పేరు గలదు. శుక్రునివలె సూర్యునిచుట్టును ప్రత్యక్షముగా తిరుగు చున్న ఖగోళములను గ్రహము లందురు. శుక్రునితో కలసి గ్రహములు మొత్తము పది యున్నవి. బుధుడు, శుక్రుడు,

భూమి, కుజుడు, ఆస్టిరాయిడులు, గురుడు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటో అని వ్రాసివేస్తు.

నభోమూర్తులను పరిశీలించుటకై దూరదర్శిని యను పరికరము నొకదానిని శాస్త్రజ్ఞులు సృష్టించినారు. ఈ పరికరములో చూచినపుడు దూరమునయున్న మూర్తి దగ్గరగనున్నట్లగపడును. ఇట్టి పరికరములో గ్రహముల నవేక్షించినపుడు చిన్నచిన్న బింబములుగా అవి కనపడును. కాని అదే పరికరములో నక్షత్రములను పరీక్షించినయెడల వట్టికంటికి కనపడువానికంటె కొంచెము పెద్దవిగా నవి గోచరించినను బింబములుగా మాత్రము ప్రత్యక్షము కావు; చుక్కలుగనే అవి కనపడును.

ఒక నభోమూర్తి నక్షత్రమో గ్రహమో దూరదర్శిని లేకుండకుండ తెలిసికొనవచ్చును. కొన్నిదినములు లేక నెలల కాలవ్యవధిలో నక్షత్రములనుబట్టి గ్రహముల సాపేక్ష స్థానములలో మార్పు వచ్చును. కాని నక్షత్రముల స్థానములో నట్టి మార్పు గోచరము కాదు. ఆకాశమున మనకు ప్రత్యక్షమగు మూర్తులలో గ్రహములసంఖ్య చాల తక్కువ.

గ్రహములు గాక సూర్యునిచుట్టు ప్రత్యక్షముగా తిరుగుచున్న మూర్తులలో ముఖ్యమైనవి తోకచుక్కలు. నభోమూర్తులన్నింటిలోను మిక్కిలి ఆశ్చర్యకరమైనవియే. తోకచుక్క అనగానే కాంతిమంతమైన పెద్దతల, దానికచేర్చి పొడవైన తోకగల నభోమూర్తి మనస్ఫురణకు వచ్చును. ఇట్టి నభోమూర్తులు తరచుగా ప్రత్యక్షముకావు. వాని అపురూపమే

వాని వింతకు కారణమేమో! కాని తోకచుక్కలలో తోక లేనివికూడ పెక్కు లున్నవి. తోకచుక్కలలో వానిసంఖ్యయే చాల హెచ్చు. తోక ఉన్న తోకచుక్కలు తరచుగా కనిపించవుగాని తోకలేనివిమాత్రము ప్రతిసంవత్సరము కనపడుచునే యుండును. కాని తోక లేని కారణమున సామాన్య మానవుని దృష్టి నవి యెక్కువగా నాకర్షింపలేవు.

నభోమూర్తులందు ఎక్కువ విరివిగా కనిపించునవి ఉల్కలు. రాత్రి ఆకసమునంక చూచుచో ఒక నక్షత్రము హఠాత్తుగా క్రిందికి పడిపోవుచున్నట్లు సన్నని కాంతిరేఖ ఆకాశమున కడ్డముగా కనిపించును. కాని నక్షత్రము పడిపోవుట నిజముకాదు. ఆ కాంతిరేఖ భూమివైపునకు ఉల్క పడుటవలన కలిగినదే. ఉల్కలు వినువీథిని తిరుగుచున్న అత్యల్పమైన మూర్తులు. భూమిని చుట్టియున్న వాతావరణములోని కవి వచ్చుట తటస్థించినపుడు వాతావరణపు రాపిడి కవి వేడియెక్కి, మండి, సన్నని కాంతిరేఖగా గోచరమగును.

ఆకాశములో గ్రహములచుట్టును తిరుగుచున్న మూర్తులు ఉపగ్రహములు. మనకు చల్లని వెన్నెల నిచ్చుచున్న చంద్రుడు భూమిచుట్టు ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్న ఉపగ్రహము. భూమికి గల ఉపగ్రహము చంద్రుడొక్కడే. మన చంద్రుడు గాక ఆకాశములో ఇతర గ్రహముల చుట్టును తిరుగుచున్న ఉపగ్రహములు మరి ముప్పది యున్నవి. ఉపగ్రహము లన్నియు ఆయా గ్రహములచుట్టును తిరుగుచు ఆ గ్రహములతో కలిసి సూర్యునిచుట్టును తిరుగుచున్నవి.

ఈవిధముగా సూర్యునిచుట్టును ప్రత్యక్షముగనో పరోక్షముగనో తిరుగుచున్న నభోమూర్తుల నన్నింటిని, సూర్యునితో చేర్చి, సూర్యకుటుంబమని వ్యవహరింతురు.

నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఉపగ్రహములు స్ఫుటమైన కాంతితో ప్రకాశించును. కాని ఆకాశమందు స్ఫుటమైన కాంతితో ప్రకాశింపక మసకగా మాత్రమే గోచరించు మూర్తులు కొన్ని యున్నవి. దూరదర్శినితో చూచినపుడు తెల్లని కాంతి పింజలవలె నవి గోచరించును. ఇట్టి మూర్తులకు నెబ్యులాలని పేరు.

ఆకాశములో ఉత్తర దక్షిణములుగా వ్యాపించి గగనతలమును రెండుగా భాగించుచున్నట్లు పొడుగైన మేఘమువలె నొకమూర్తి యున్నది. పాలపుంత యనియు, కాశీరామేశ్వరముల త్రోవ యనియు, వియద్గంగ యనియు దానిని సామాన్యముగా మనము వ్యవహరింతుము. అస్పష్టమైన కాంతితో సుదీర్ఘమైన తెల్లని మేఘమువలె గోచరించుచున్నది గాని వాస్తవముగా నది అనేకకోట్ల నక్షత్రములు, నెబ్యులాలు చేరగా నేర్పడినమూర్తి. ఇట్టి మూర్తులకు శాస్త్రపరిభాషలో 'గెలాక్సీ' లని నామము.

* * *

నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఉపగ్రహములు, తోకచుక్కలు, ఉల్కలు, నెబ్యులాలు, గెలాక్సీలు మున్నగు వేర్వేరు నభోమూర్తులను గూర్చిన జ్ఞానము నొసగు శాస్త్రవిభాగమే ఖగోళవిజ్ఞానము ; లేదా ఖగోళశాస్త్రము. జ్యోతిశ్శాస్త్రమని దానికి మరియొక పేరు. నభోమూర్తుల స్వభా

వము, ఆకార పరిమాణములు, సంచలనములు, సాపేక్ష సన్ని వేశములు, రచన ఆదిగాగల అనేకవిషయములు ఈశాస్త్ర మందు చర్చింపబడును.

ఖగోళవిజ్ఞానము చాల పురాతనమైనది. ఆధునికయుగమందు భౌతికశాస్త్రరంగములలో జరుగుచున్న విజ్ఞానాభివృద్ధి ఫలితముగా మహాధికీకరణ సామర్థ్యముగల సుగ్రాహ్యావేధన పరికరనిర్మాణము శాస్త్రజ్ఞునకు సాధ్యమైన నాటినుండియు ఖగోళ విజ్ఞానముకూడ బాగుగా ప్రవర్ధమానమగుచున్నది. ఈరీతిగా దినదిన ప్రవృద్ధమగుచున్న ఖగోళ విజ్ఞానక్షేత్రమును అందు కృషిచేయుచున్న విజ్ఞానులకు వీలుగనుండుటకై మూడు ఖండములుగ ఆధునికులు విభజించిరి. ఈవిభజన కేవలము స్థూలమని వేరుగ చెప్పనక్కరలేదు. వర్ణనాత్మక ఖగోళవిజ్ఞానము, సైద్ధాంతిక ఖగోళవిజ్ఞానము, ఖగోళభౌతిక విజ్ఞానము—అని ఆ ఖండములకు పేర్లు.

వర్ణనాత్మక ఖగోళవిజ్ఞాన మెక్కువగ అవేక్షణాత్మకమైనది. నభోమూర్తుల చలనముల నవేక్షించి ఆఫలితములను లిఖించుట, ఏ నభోమూర్తి భవిష్యత్సంవత్సరము దేసమయమున గగన తలమునం దేస్థానమున నుండునో అవేక్షణ ఫలితముల సాహాయ్యమున నాదేశించుట, ఆవిధముగా నక్షత్రపట్టికలను, పంచాంగములను తయారుచేయుట ఈవిభాగమునందు జరుగు కృషి. నభోమూర్తుల ఘనపరిమాణమును కనుగొనుట, భూమినుండి వానిదూరములను కొలుచుటకూడ ఈఖండమున జరుగు కృషిలోని భాగమే. ఖగోళవిజ్ఞానములో ఇదియే మిక్కిలి పురాతనమైన శాఖ.

ఖగోళవిజ్ఞానములో రెండు విభాగములు. యాంత్రికఖగోళ విజ్ఞానము కేవలము గణితశాస్త్రసంబంధమైనది. ఖగోళ చలనములను కొలతలను సూక్ష్మముగా గణితశాస్త్ర నియమములను వాడి నిర్ణయించుటలో యాంత్రికఖగోళవిజ్ఞానమంతయు జరుపు కృషి. దీనికి ప్రధాన లక్ష్యము. ఖగోళముల ప్రదర్శనాశక్తి యుండుట ఈ గ్రంథమునందే జరుగును.

ఇక ప్రస్తుతగ్రంథములో భౌతికవిజ్ఞాన సిద్ధాంతముల ఫలితముగా లభ్యమైన జ్ఞానముచే నక్షత్రమండలము కనుగొనుటచేసి వాని రచనావిధానము, ఉష్ణత్రమము, స్వభావము, పరిణామ విశేషము— ఆ విధాలైన వివరములు నక్షత్రములు మొదలగునవి యైన ఖగోళభౌతికవిజ్ఞానమంతయు జరుగును కృషి. ఈ శాఖ కడు నవీనము. ఆధునిక భౌతికశాస్త్రము నిర్మించిన సూక్ష్మపరికరాల సహాయమును పరికరసాహాయ్యమునునే ఈశాస్త్రశాఖ పెంపొందుటకు వీలుచిక్కినది.

ఇటీవల రేడియో ఖగోళశాస్త్రమను మరియొక నూతన శాఖ ఖగోళవిజ్ఞానమునకు చేరినది. దీనిని ప్రత్యేకమైన శాఖగా గాక ఖగోళభౌతికశాస్త్రోపశాఖగా పేర్కొనుట యుచితము. నక్షత్రమండలమునుండి ప్రసారితమగు దృగ్గోచర, అతినీలలోహిత, పరారుణకాంతికిరణములు యనుశీలనమునను మాత్రమే ఖగోళ భౌతికవిజ్ఞానము పరిమితమై యున్నది. కాని నక్షత్రమండలముల నుండి ప్రసారితమగు విద్యుత్కిరణములు కూడ పేర్కొనదగినవి మాత్రమే కావు. మనము రేడియో వార్తలను పాటలను ఎట్టి తరంగముల సాహాయ్యమున వినగలుగుచున్నామో అట్టి తరంగము

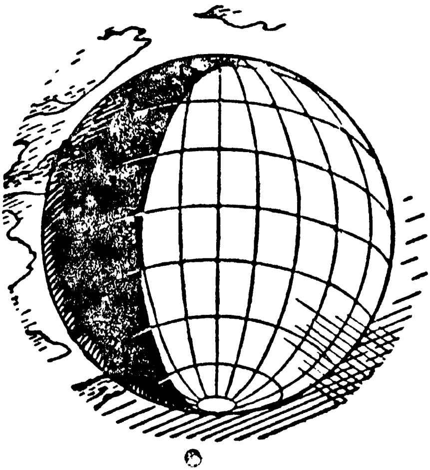
లును నభోమూర్తులనుండి ప్రసారితమగుచున్నవి. ఈతరంగ ములనుకూడ మన మనుశీలింపగలిగిన చో నభోమూర్తులను గూర్చి మరికొంత జ్ఞానము నార్జించుటకు వీలుచిక్కును. ఈ రీతిగా నభోమూర్తులనుండి ప్రసారితమగు రేడియోతరంగముల యనుశీలనమునకు ప్రత్యేకింపబడిన ఖగోళవిజ్ఞానశాఖయే రేడియోఖగోళశాస్త్రము.

లోగడ పేర్కొనినట్లు ఈ ఖగోళవిజ్ఞానవిభజన కేవలము స్థూలమైనది. పైని వివరించిన విధముననేగాక మరియొకరీతిగా కూడ ఖగోళవిజ్ఞానవిభజనను చేయుచుందురు. ఈ విభజనయందు ఒక్కొక్క తరగతి నభోమూర్తులనుగూర్చి ఒక్కొక్క భాగములో చర్చించి, ఆ నభోమూర్తులతోనే ఆ ఖగోళశాస్త్రభాగమును పేర్కొందురు. నక్షత్రఖగోళవిజ్ఞానము, సూర్యకుటుంబఖగోళవిజ్ఞానము మొదలగునవి యిట్టివే.

ఎట్లయినను విషయము నెక్కువ లోతుగ చర్చింప దలచినపుడే ఈ ఖగోళవిజ్ఞానవిభజన యెక్కువ ప్రాముఖ్యమును వహించును. కాని జనసామాన్యముకొరకు వ్రాసిన ప్రకృత గ్రంథమువంటి వానిలో ఈఖగోళవిజ్ఞానఖండములందు ఏదో ఒక ఖండమందలి విజ్ఞాన సంపదనుగూర్చి మాత్రమే వ్రాయుట అభిలషణీయము కాదు. కాబట్టి యీ గ్రంథములో వర్ణనాత్మక, సైద్ధాంతిక ఖగోళవిజ్ఞానరంగములలో సేకరించిన జ్ఞానమును కొంతవిపులముగను, ఖగోళభౌతికవిజ్ఞానరంగములో నార్జించిన విజ్ఞానమును కొంత సంగ్రహముగను చర్చించుటకు ప్రయత్నింతము.

భూమి

భూమి నారింజకాయవలె గోళాకారమున నున్నదని చెప్పినచో మనలో చాలమందికి విడ్డూరముగానుండును. కాని అందరు దాని నంగీకరించెదరని పూర్తిగా చెప్పలేము. భూమి బల్లపరుపుగానున్నదని వాదించువారు పలువు రుందురు. గాఢముగా ఆలోచింపక పోయిన యెడల 'అది నిజమేమో' యని మనకు కూడ అనుమానము కలుగవచ్చును; ఊరి వెలుపలి కేగి విశాలమైన బయళ్ళమధ్య నిలువబడి నలువైపులను చూచినచో భూమి చాపపరిచినట్లు బల్లపరుపుగనే యున్నదని మనకు సైతము స్ఫురించును. కాని నిజముగ భూమి బల్లపరుపుగా లేదు. అది నారింజపండువలె గోళాకారమున నున్నది.



1 వ చిత్రము—భూగోళము

భూమి గోళాకారముగనున్నది, లేనిది భూమిపై నున్నంత సేపు మనము ప్రత్యక్షముగా చూడలేము. భూమి చాల

పెద్దదగుటయే అందుకు కారణము. కాని భూమి ఆకారమును నిర్ణయించుటకు భూమిని వదలి ఆకాశములోనికి దూరముగ పోయి చూడనవసరము లేదు. కొన్ని దృష్టాంతముల సాహాయ్యమున భూమిపైనుండియే భూమి గోళాకారముననున్నదని చెప్పవచ్చును.

విశాలమైన బయలులో నిలువబడి నలువైపులకు చూచినప్పుడు కనుచూపుమేరకు సరిహద్దులో ఆకాశము భూమిని కలిసికొన్నట్లు కనపడును. ఇట్లు ఆకాశము భూమిని కలిసికొనినట్లు కనపడు రేఖకు దిక్చక్రమని పేరు. సముద్రపు టొడ్డున గాని బయటగాని నిలువబడి దిక్చక్రమును పరిశీలించినచో పెద్ద వృత్తముగా నది గోచరించును. ఇట్లు వృత్తపరిధి భాగమువలె దిక్చక్రము అగపడుటకు హేతువు భూమి గోళాకారముననుండుటయే.

భూమి గోళాకారమున నున్నదని నిరూపించుటకు పైదృష్టాంతము కంటెను మిన్నయైనది దిక్చక్రమునుండి ఒడ్డునకు వచ్చుచున్న ఓడదృశ్యము. దిక్చక్రసమీపమందున్నప్పుడు ఓడ తెరచాపకొయ్య చివరిభాగము మాత్రమే ఒడ్డున నున్నవారికి కనపడును. కాని క్రమముగా ఓడ ఒడ్డును సమీపించినకొలదియు దాని తెరచాపకొయ్య అడుగుభాగము, ఓడ పైభాగము, ఓడ అడుగుభాగము క్రమముగా కనిపించును. దృక్క్షేత్రములోనికి ఓడ ప్రవేశించిన వెంటనే ఓడయంతయు ఒక్కసారిగా కనిపించక ఓడకొయ్య చివరిభాగమునుండి ఓడ అడుగువరకును క్రమముగా కనిపించుటకు కారణము భూమిగోళాకారమున నుండుటయే.

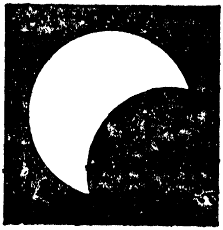
ఓడలు విమానములు వాడుకలోనికి వచ్చినప్పటి నుండియు ఒక దేశమునుండి మరియొక దేశమునకు ప్రయాణము చేయుట మిక్కిలి యెక్కువైనది. అమెరికా దేశములోని శాన్‌ఫ్రాన్సిస్కో నగరములో జరుగుచున్న ఐక్యరాజ్యసమితి సమావేశమునకు విమానమెక్కి పడమరగా ప్రయాణముచేసి మన దేశమునుండి వెళ్ళవచ్చును; లేదా తూర్పుగా ప్రయాణము చేసికూడ హాజరుకావచ్చును. మన దేశ ప్రతినిధులు తూర్పుగానో, పడమరగానో - ఎవరికి వీలయినట్లు వారు ప్రయాణము చేసి శాన్‌ఫ్రాన్సిస్కో సమావేశములకు హాజరగుచున్నటుల పత్రికలలో చదువుచుంటిమి. భూమి గుండ్రముగా నుండుట చేతనే యిది సాధ్యమగుచున్నది.

ఆకాశములో ఎక్కువ యెత్తునుండి భూభాగపు ఛాయా చిత్రములను తీయుటను ఇటీవల శాస్త్రజ్ఞులు నేర్చుకొనిరి. 1947 వ సంవత్సరము మార్చి 7 వ తేదీని 100 మైళ్ళ యెత్తు నుండి తీసిన న్యూమెక్సికో ప్రాంతమందలి భూభాగపు ఛాయా చిత్రమును 1 వ పటములో చూడవచ్చును. పటములో చూపబడిన భూభాగపు నిడివి, ఒకకొననుండి రెండవకొనకు రమారమి 250 మైళ్ళు. భూమి యేరీతిగా వక్రమునొంది యున్నదో ఆపటమునుబట్టి మనము గ్రహింపవచ్చును.

భూమి గోళాకారమున నున్నదని నిరూపించుట కింత వరకు పేర్కొనిన నిదర్శనము లన్నియు పూర్తిగా భౌగోళికములు. కాని కొన్ని ఖగోళవిషయిక నిదర్శనములవలన కూడ మన మావిషయమును నిరూపించవచ్చును. నభోమూర్తు

లన్నియు సామాన్యముగ నేయాకారమున నున్నవో భూమి కూడ ఇంచుమించు అదే ఆకారమున నున్నదని భావించుట అసంబద్ధము కాదు. ఆకాశములో చంద్రుడు గుండ్రముగా కనిపించుచున్నాడు; సూర్యబింబముకూడ గుండ్రముగనే యున్నది. కాబట్టి సూర్యచంద్రులవలె భూమియైనను గుండ్రముగా నున్నదని ఊహించవచ్చును.

భూమి గోళాకారమున నున్నదనుటకు మరియొక గొప్పదృష్టాంతము అసంపూర్ణ చంద్రగ్రహణము. అసంపూర్ణ చంద్రగ్రహణ సమయమందు చంద్రునియం దేర్పడిన మొట్ట వర్తులపుగా నుండును. భూమినీడ చంద్రునిపై పడుటచేతనేగదా చంద్రగ్రహణము కలుగుచున్నది! గ్రహణసమయములో చంద్రుని మొట్ట వర్తులపుగా నుండును కాబట్టి ఆ మొట్టయే భూమి నీడవలన నేర్పడినదో ఆభూమి గోళాకారమున నుండునని మనము గ్రహించవచ్చును.


2 వ చిత్రము - అసంపూర్ణ చంద్రగ్రహణము

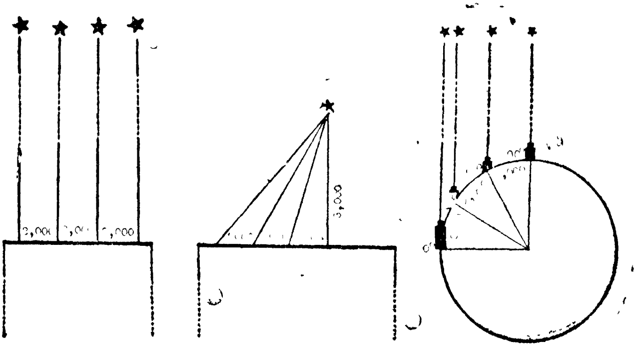
కాని యీ నిదర్శనము లన్నిటికంటెను హెచ్చినదై యుక్తమైన మరియొక నిదర్శనము భూమధ్యరేఖనుండి ఉత్తర ధ్రువమునకు పోవుటలో ధ్రువనక్షత్రపు టెత్తునందు కనబడు మార్పు.

భూమి ఉత్తరతల మధ్యబిందువునకు ఉత్తరధ్రువమనియును, దక్షిణతల మధ్యబిందువునకు దక్షిణధ్రువమనియును

పేర్లు. భూమ్యుత్తరదక్షిణ ధ్రువములను కలుపుచు భూకేంద్రముమీదుగ పోవు ఊహారేఖను భూమ్యక్షమందురు. ఉత్తర దక్షిణధ్రువములకు సమానదూరములో భూమ్యక్షమునకు లంబతలమునందుండునట్లుగా భూమిపై నొకవలయమును గీసినచో అది భూమధ్యరేఖ యగును. ఈ రేఖ భారతదేశమునకు దక్షిణమున నున్నది ; ఆఫ్రికా, దక్షిణఅమెరికాలమీదుగ అది పోవుచున్నది. భూమధ్యరేఖకు సమాంతరముగ భూమిపై గీయబడిన రేఖలకు అక్షాంశము లనియును, దానికి లంబతలములో ఉత్తర దక్షిణ ధ్రువములను కలుపుచు గీయబడిన రేఖలకు రేఖాంశములనియును పేర్లు. భూమధ్యరేఖను '0' అక్షాంశముగ నేర్పరచుకొని అక్కడినుండి ఉత్తర దక్షిణములుగా అక్షాంశములను లెక్కింతురు. ఉత్తరధ్రువము 90 ఉత్తర అక్షాంశమును, దక్షిణధ్రువము 90 దక్షిణ అక్షాంశమును నిరూపించును.

ఆంధ్రదేశములో ఏప్రదేశమునుండి చూచినను దిక్చక్రముమీద కొంచెము ఎత్తులో ఆకాశమం దుత్తరభాగమున ధ్రువనక్షత్ర మగపడును. ఆంధ్రదేశము భూమధ్యరేఖ కుత్తరమున 12–20 అక్షాంశముల నడుమ నున్నది. భూమధ్యరేఖమీదనున్న ప్రదేశములనుండి ధ్రువనక్షత్రమును జూచినచో అది సరిగా దిక్చక్రమందుండి దృశ్యాదృశ్య మగును. భూమధ్యరేఖనుండి క్రమముగా ఉత్తరదిశగా పోయినకొలదియు ఆకాశములో ధ్రువనక్షత్రపు టెత్తుకూడ క్రమముగా హెచ్చి, చివరకు ఉత్తరధ్రువమును చేరుకొనునప్పటికి సరిగా నడునెత్తిమీదనది యగపడును. దక్షిణార్ధగోళమునుండి చూచినపుడు ఆకా

శములో ఉత్తరధ్రువ నక్షత్రము కనిపించనే కనిపించదు. భూమి గోళాకారమున నుండుటచేతనే ధ్రువనక్షత్రపు టెత్తునందు



3 వ చిత్రము

భూమి బల్లపరుపుగను, ధ్రువనక్షత్రము భూమికి చాలదూరముగను ఉండియున్నచో, ఉత్తరధ్రువమునుండి దూరముగా ప్రయాణముచేసినను ధ్రువనక్షత్రపు టెత్తునం దెట్టిమార్పు భూమిపైనున్న అవేక్షకునకు కానరాదు. (ఎడమవైపు చిత్రము.)

భూమి బల్లపరుపుగనుండి ధ్రువనక్షత్రము భూమికి చేరువగానుండి యున్నయెడల, ఉత్తరధ్రువమునుండి దూరముగా ప్రయాణము చేసినకొలదియు ధ్రువనక్షత్రపు టెత్తునందు మార్పు భూమిపైనున్న అవేక్షకునకు కానవచ్చును. కాని యీమార్పు మారువరుసకు ప్రతి 2000 మైళ్ళ ప్రయాణమునకును ఆదిలో అధికముగనుండి తరువాత క్రమముగా తగ్గును. ధ్రువనక్షత్రము కానరాకుండునంతమాత్ర మేప్రదేశమున నుండదు. (మధ్యచిత్రము)

భూమి గోళాకారముననున్నచో ఉత్తరధ్రువమునుండి దక్షిణదిశగా గావించిన ప్రతి 2000 మైళ్ళప్రయాణమునకును ఉత్తరధ్రువ నక్షత్రపుటెత్తు 30° తగ్గును. భూమధ్యరేఖకు దక్షిణముననున్న ప్రదేశముల కుత్తరధ్రువ నక్షత్రము కనిపించదు. (కుడివైపు చిత్రము.)

మనకీ ద్వైవిధ్యము గోచరించుచున్నది. అట్లుగాక భూమి బల్ల పరుపుగనుండి భూతలమునకు చాలదూరమున ధ్రువనక్షత్ర ముండియున్నచో భూమిమీది యేప్రదేశమునుండి చూచి నను, అది నడునెత్తిమీదనే గోచరించియుండెడిది. కాని అట్లది గోచరింపక పోవుటవలనను, ఒకే రేఖాంశము ననుసరించి ఉత్తరదిశగా ప్రయాణము చేయునప్పుడు మనము ప్రయాణము చేసిన దూరమునకు ఇంచుమించుగా అనులోమానుపాతముగా ధ్రువనక్షత్రపు టెత్తు మారుటచేతను భూమి గోళాకారమున నున్నదని చెప్పవలెను.

భూమి గోళాకారమున నున్నదనగా, సౌష్ఠవమైన సమ గోళమువలె నది యున్నదనికాదు ; ఉత్తర దక్షిణములుగా నదుమబడి అది యున్నది. భూమి ఉత్తరదక్షిణముల అక్షు కొలత 7900.02 మైళ్ళు ; తూర్పుపడమరల అక్షుకొలత 7926.70 మైళ్ళు. భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా నీతీరున కొద్దిగా అదుమబడి యున్నదని యెట్లు నిర్ధారణమైనది ? అట్లది అదుమ బడియుండుటకు హేతువేమి ?

పురిలేనిదారముచేత వ్రేలాడదీయబడిన బరువైన వస్తు వునకు సామాన్యలోలకమని పేరు. సామాన్యలోలకమును ఏకతలమున ప్రకంపితమొనర్చినచో, లోలకముపొడువును, భూకేంద్రమునుండి లోలకమునకుగల దూరమును మారనంత వరకు, దాని ప్రకంపనకాలమందు మార్పురాదు. సమాన మైన పొడువుగల లోలకముయొక్క ప్రకంపనకాలమును భూమిపై వేర్వేరు ప్రదేశములందు కనుగొనినయెడల ఆకాలము

లన్నియు సమానముగా నుండవు ; ధ్రువములచెంత భూమి కొంచెమదుమబడి యున్నయెడల లోలక ప్రకంపనకాలమం దెట్టి వ్యత్యాసముండుట కవకాశమున్నదో సరిగా అట్టి వ్యత్యాసమే అందు వ్యక్తమగును.*

త్రాసు, తక్కెడలలోనేగాక కొందరు 'స్ప్రింగుత్రాసు' లలోగూడ వస్తువులను తూచుచుందురు. స్ప్రింగుత్రాసులో నొకవస్తువును భూమధ్యరేఖాప్రాంత ప్రదేశమందును, ధ్రువములచెంతనుకూడ తూచినచో భూమధ్యరేఖాప్రాంతప్రదేశములందుకంటె ధ్రువములచెంత దానిబరువు హెచ్చుగనున్నట్లగపడును. ఒకవస్తువుపై భూమి ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలమే ఆవస్తువుబరువునకు కారణము. కాబట్టి ద్రవ్యసంచయములో మార్పులేకపోయినను ఒకేవస్తువు భూమధ్యరేఖాప్రాంతమునందుకంటె ధ్రువములచెంత ఎక్కువ బరువును కలిగియుండుటకు కారణము ఆవస్తువుపై భూమి ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలపరిమాణము ధ్రువములచెంత అధికముగ నుండుటయే. భూకేంద్రమునుండి భూతలముమీది ఒక్కప్రదేశముయొక్క దూరము ఎంతతక్కువైనచో, ఆప్రదేశమునందు భూమ్యాకర్షణ బలమంత యెక్కువగ నుండును. అందుచేత భూగోళ ముత్తర

---

*కేవలము భూకేంద్రమునకును లోలకమునకునుగల దూరముమాత్రమే గాక భూసాంద్రతయందుండు వ్యత్యాసము భూభ్రమణము మున్నగు మరి కొన్ని అంశములుకూడ లోలకప్రకంపనకాలమందు మార్పును తేగలవు. ఈ యంశముల కన్నిటికిని తగు మార్పులను గావించినను సమానమైన పొడువుగల లోలకప్రకంపన కాలములలో భూమిపైని వేర్వేరు తావులందు వ్యత్యాసము గానవచ్చినది.

దక్షిణములుగా నదుమబడి యున్నదని మనము గ్రహింప వచ్చును.

భూమి సౌష్ఠవమైన గోళాకారమున లేదని ప్రత్యక్షముగ కొలిచియు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొన్నారు. భూమి గోళాకారమునసే యున్నయెడల, ఏదైనను ఒక రేఖాంశము వెంబడిని కొలిచినపుడు 1 డిగ్రీ అక్షాంశముపొడువు భూమిపై ఎక్కడైనను సమానముగనే యుండవలెను. కాని వాస్తవముగా నది యట్లు సమానముగ లేదు. భూమధ్యరేఖదగ్గర 1 డిగ్రీ అక్షాంశము పొడువు 68.7 మైళ్ళుండగా, ఆ 1 డిగ్రీ అక్షాంశము పొడువే 20 వ అక్షాంశము దగ్గర 68.8 మైళ్ళును, 40 వ అక్షాంశము దగ్గర 69.0 మైళ్ళును, 60 వ అక్షాంశముదగ్గర 69.2 మైళ్ళును, ధ్రువములచెంత 69.4 మైళ్ళును ఉన్నది. ఈరీతిగా 1 డిగ్రీ అక్షాంశ పరిమాణము భూమధ్యరేఖ దగ్గర కంటె ధ్రువములచెంత ఎక్కువగా నుండుటవలన భూమియొక్క వట్రువతనము భూమధ్యరేఖ దగ్గరకంటె ధ్రువములచెంత తక్కువగా నున్నదని వ్యక్తమగును. దీనిబట్టి భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా అదుమబడియున్నదని స్పష్టము.

భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా నదుమబడి యుండుటకు కారణమది తనలోతాను తన అక్షముపై తిరుగుటయే*. ఇట్లొక వస్తువు తన అక్షముపై తనలో తాను తిరుగుటను భ్రమణమని సాంకేతికభాషలో పేర్కొందురు. అది యే అక్షముపై భ్రమించునో దానికి భ్రమణాక్షమని నామము.

---

* దీనికి ఆధునిక శాస్త్రజ్ఞులు కొందరు అభ్యంతరము చెప్పుచున్నారు.

దీపావళినాడు దీపపు ప్రమిదలను వ్రేలాడదీయుటకై నాలుగో, ఆరో తాటియాకులను జేర్చి, గుమ్మడిపండు ఆకారములో గుమ్మటములను తయారుచేయుదురు. ఇట్టి గుమ్మటములను తయారుచేసి, వానిలో దీపములను వ్రేలాడదీయు నాచార మీనాటికిని పల్లెలలో నున్నది. గుమ్మటమును తయారుచేయుటకై పండుతాటియాకులను ఆరింటిని తీసికొని, సమానమైన పొడుపుగల ముక్కలను వానినుండి కత్తిరించవలెను. ఆతరువాత ఆ ఆరుముక్కలను గుమ్మడిపండు ఆకారముగా చేర్చి, వానికొనలకూటములవద్ద ముల్లులు గ్రుచ్చవలెను; లేదా ఆకూటములను దారముతో కట్టవలెను. ఇట్లు తయారుచేసిన గుమ్మటములో ఒక కొనలకూటమినుండి రెండవ కొనలకూటమిలోనికి పొడుగైన సన్నని ఊచ నొకదానిని గ్రుచ్చి పిమ్మట రెండు అరచేతులమధ్యను ఆ ఊచను పెట్టి, అరచేతులను ముందుకును వెనుకకును రాచినచో, ఊచ భ్రమించును. అప్పుడు మొదట గోళరూపమందున్న గుమ్మటము, దాని అక్షమును భ్రమింపచేసినకొలదియు కొనలవద్దగా అదుముటను పొందును. అక్షమును మనమెంత వేగముగా భ్రమింపచేయుదుమో గుమ్మటము కొనలవద్దగా అంతయెక్కువ అదుముటను పొందును. దీనినిబట్టి దృఢముగానుండని ఒకవస్తువు భ్రమణగతికి లోనైనప్పుడు, భ్రమణాక్షపుదిశలో అది అదుముటను పొందుననియును, ఆవస్తువుయొక్క భ్రమణవేగపు పరిమాణమునకును భ్రమణఫలితముగా భ్రమణాక్షపుదిశలో అది పొందిన అదుముటకును పరస్పరసంబంధ మున్ననియును మనకు వ్యక్తమగును.

ఈసత్యమును భూమివిషయములో మనము ప్రయో
గించినచో భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా నదుమబడియుండు
టకు కారణము అది తనలోతాను తన అక్షముపై భ్రమించు
టయే యని స్పష్టమగును. భూమివంటి ఒకమూర్తి ఎంత
భ్రమణవేగమునుకలిగియున్న ఎంతవరకు అదుమునుపొందునో
గణితశాస్త్రసూత్రములవలన కనుగొనవచ్చును. ఈరీతిన
సైద్ధాంతికముగా సరసిన ఫలితము ప్రత్యక్షముగా కొలుచుట
చేత లభ్యమైన ఫలితములో సమన్వయమును పొందినది.
అందువలన భూమి భ్రమించుచున్నదనియు, భ్రమించుటచేతనే
భూమ్యుత్తర దక్షిణములుగా నది అదుముకును పొందిన దని
యును మనకు రూఢమగును.

భ్రమణము

భూమి తనలోతాను తిరుగుచున్నదని నిరూపించుటకు
సూక్ష్మమైన నిదర్శనము లనేకము లున్నవి. సూర్యుడును
చంద్రుడును నభోమధ్యరేఖప్రాంతమందున్న నక్షత్రములును
కూడ ప్రతిదినము తూర్పుదిక్కున ఉదయించి, ఆకాశమార్గ
మున పశ్చిమముఖముగా ప్రయాణముచేసి, పడమటిదిశను
అస్తమించుచున్న ట్లగపడును. నభఉత్తరధ్రువప్రాంతమందలి
నక్షత్రములుమాత్రము ఉత్తరధ్రువబిందువును (ఇంచుమిం
చుగా ధ్రువనక్షత్రము) కేంద్రముగా చేసికొని, దానిచుట్టు
వృత్తాకారమార్గములలో ప్రదక్షిణము చేయుచున్నట్లు గోచ
రించును. ఆకాశములో ఏతావుననున్న నక్షత్రమునకైనను
ఒకచుట్టు చుట్టివచ్చుటకు లేదా ఆకాశములో మొదట కని

పించినతావుననే తిరిగి రెండవసారి కనిపించుటకు సమయముగా ఒకే పరిమాణముగల కాలము పట్టును. (సూర్యుడు మాత్రము ఆకాశములో కనిపించిన తావుననే తిరిగి కనిపించుటకు నక్షత్రములకంటె నాలుగు నిమిషముల కాలమును ఎక్కువ తీసికొనును) నక్షత్రములయందీవిధమైన చలనము గోచరమగుటకు కారణమేమి? నక్షత్రములు భూమిచుట్టు తిరుగుటచేతనైనను వానియందీచలనము మనకు గోచరింపవచ్చును; లేదా నక్షత్రములు భూమినిబట్టి స్థిరముగనుండి, భూమి తనలో తాను తిరుగుటచేతనైనను నక్షత్రములయందీచలనమున్నట్లు కనపడవచ్చును.

నక్షత్రము లన్నియును భూమికి సమానదూరములో లేవు; అన్నియును ఒకేదిశలోకూడ లేవు. అట్టిచో భూమికి దగ్గరగానున్నవి, దూరముగానున్నవి, ఒకదిశలోనున్నవి, వేరొకదిశలోనున్నవి, అన్నినక్షత్రములుకూడ భూమిచుట్టు సమానకాలములో ఎట్లుతిరిగిరాగలుగుచున్నవి? అత్యధికసంఖ్యాకములైయున్న నక్షత్రములలో అన్నింటి భ్రమణకాలములును కూడ, ఈషన్మాత్రమైనను వ్యత్యాసములేకుండ, సమముగా నుండుట యెట్లు సాధ్యమగుచున్నది? దీనినిబట్టి నక్షత్రములు భూమిచుట్టును ప్రదక్షిణము చేయుచున్నట్లు కనపడుట వాస్తవముగా నవి భూమిచుట్టును తిరుగుటచేతనేనా యని యనుమానము కలుగుటలో నాశ్చర్యములేదు.

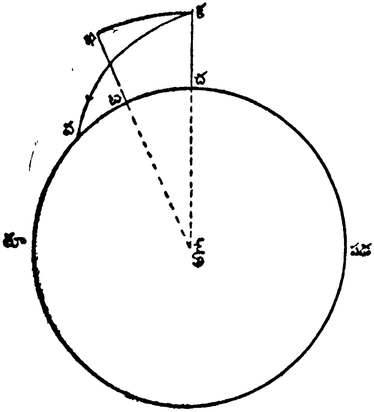
నక్షత్రములు భూమిచుట్టును ప్రదక్షిణము చేయుచున్నట్లగపడుట అవి వాస్తవముగా భూమిచుట్టును తిరుగుటవలన

మాత్రము కాదు. భూమి తనలోతాను తిరుగుటచేతనే అవి యల్లు భూమిచుట్టును తిరుగుచున్నట్లు కనబడుచున్నవి. తీర్థములలో రంగులరాట్నమందు ఏనుగుమీదనో గుఱ్ఱముమీదనో లేదా ఊయలలోనో కూర్చుండి గిఱ్ఱునతిరుగుచు ప్రక్కకు చూచినచో, తీర్థమంతయు నతివేగముగా మనచుట్టు గిఱ్ఱున తిరుగుచున్నటుల స్ఫురించును. కాని వాస్తవముగా తిరుగుచున్నది మనముగాని తీర్థమంతయు గాదు. వడిగా పరుగిడుచున్న రైలులోనుండి రోడ్డుప్రక్కనున్న చెట్లవైపు చూచినచో ఆచెట్లు అతివేగముగా వెనుకకు పరుగిడుచున్నటుల కనపడును. కాని నిజముగా పరుగిడుచున్నది రైలే. అట్లే నౌకాశ్రయము (హార్బరు) నుండి సముద్రములోనికి పోవుచున్న ఓడనుండి ఒడ్డువైపునకు చూచినచో ఒడ్డుననున్న భవనములు అధికవేగముతో వెనుకకు పోవుచున్నటులను, ఓడమాత్రము సముద్రములో స్థిరముగా నున్నటులను తోచును. కాని స్థిరముగా నున్నవి ఒడ్డుననున్న భవనములేగాని ఓడమాత్రము కాదు; అది అధికవేగముతో ముందుకు సాగిపోవుచున్నది. ఈవిధముగనే వాస్తవముగా తిరుగుచున్నది భూమియేయైనను భూమిపైనున్న మనకు నక్షత్రము లన్నియు సమానకాలములో భూమిచుట్టును భ్రమించుచున్నటుల కనిపించుచున్నవి. భూమిమీదనే యుండుటచేత భూభ్రమణమును మనము ప్రత్యక్షముగా చూడలేకపోవుచున్నాము.

భూభ్రమణమును ప్రత్యక్షముగా చూడవలెనన్నచో ఆకాశములో తగినంత యెత్తునకుగాని, లేదా చంద్రగోళము వంటి మరియొక ఖగోళమునకుగాని యేగవలెను. కాని అట్టివి

భూవాసులకింతలో సాధ్యమగునవికావు. కాబట్టి భూమిపై నుండియే పరోక్షవిధానములవలన భూభ్రమణమును మనము గ్రహించవలసియున్నది. ఇందుకుగాను పైని పేర్కొనిన రెండు నిదర్శనములునుగాక ఇంకను అనేక దృష్టాంతములు గలవు. ముఖ్యముగా నిర్ధారణాత్మకమైన వవియే.

భూమిపై ఎత్తైన ప్రదేశమునుండి ఒక బెడ్డను క్రిందికి జారవిడిచినచో, ఆ బెడ్డ నిట్టనిలువుగా పడక కొద్దిగా తూర్పుగా ప్రక్కకు వంగి భూమిపై పడును. ఈరీతిగా పైనుండి జారవిడువబడిన బెడ్డ లంబదిశనుండి తూర్పుగా వంగిన పరిమాణము ఆ బెడ్డ జారవిడువబడిన ప్రదేశపు అక్షాంశమును బట్టియును ఆ బెడ్డ యెత్తును బట్టియును ఉండును. 40 అక్షాంశమందు 328 అడుగుల యెత్తునుండి జారవిడువబడిన వస్తువు లంబదిశనుండి తూర్పు దిక్కుగా పొందు విమార్గ గమనము 0.62 అంగుళములు. ఇంత తక్కువ పరిమాణముగల విమార్గగమనమును కొలుచుట కష్టమేగాని అసాధ్యము కాదు. భూమి



4 వ చిత్రము

క అను ఎత్తైనప్రదేశమునుండి దిగువకు జారవిడువబడిన వస్తువు తూర్పుగా విమార్గగమనమునుపొంది ప వద్దభూమిపై పడును.

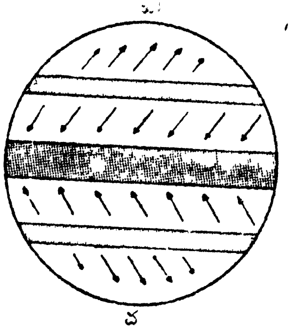
భ్రమించుచుండుటచేతను, దాని భ్రమణము పడమరనుండి తూర్పుగా జరుగుటచేతను ఈవిమార్గగమనము సంభవించుచున్నది.

నభోమూర్తుల సంచలనములను నిశితముగా నవేక్షించుటవలనకూడ భూమి భ్రమించుచున్నదనువిషయము స్ఫురించును. బ్రహ్మాండమహానగరములో మనకు ప్రక్కయింటనున్న చంద్రుడు ఆత్మప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నాడు; సూర్యకుటుంబమునకుచెందిన కుజాదిగ్రహములును, తత్కుటుంబాధిపతియైన సూర్యుడును కూడ భ్రమించుచున్నారు. అట్టిచో సూర్యకుటుంబములోని మూర్తులలో నొకమూర్తియైన భూమికూడ భ్రమించుటలో నబ్బురమేమున్నది!

భూమి భ్రమించుచున్నదని నిరూపించుటకు విశిష్టమైన మరియొక దృష్టాంతము వాయుచలనదిశలో కానవచ్చుమార్పు.

భూతలమునందన్ని ప్రదేశములందును ఎండవేడిమి సమానముగ నుండదు; అంతేగాక ఒకేప్రదేశమందైనను అన్ని కాలములందును ఎండవేడిమి సమానముగ నుండదు. భూతలముపై ఒకప్రదేశమందలి వాయుప్రేషము (గాలియొత్తిడి) అక్కడి యెండవేడిమినిబట్టి యుండును. భూమిపై వేర్వేరు ప్రదేశములందు ఎండవేడిమిలోను, తన్మూలముగ వాయుప్రేషములోను వ్యత్యాసము లేర్పడుచుండుటచేతనే గాలివీచుటకవకాశము కలుగుచున్నది. భూమిపై వాయుప్రేష మెక్కువగాగల ప్రదేశములను అధికప్రేషప్రదేశములనియును, వాయుప్రేషము తక్కువగాగల ప్రదేశములను అల్పప్రేషప్రదేశము

లనియును పేర్కొందురు. భూమిమీద వేర్వేరు ప్రదేశములందున్న వాయుప్రేషములలో హెచ్చువ్యత్యాస మేర్పడినపుడు అధికప్రేషప్రదేశములనుండి అల్పప్రేషప్రదేశములకు తీక్ష్ణమైన గాలులు వీచును. ఇట్లు వీచుటయందు తక్కువ అక్షాంశప్రదేశములనుండి ఎక్కువ అక్షాంశప్రదేశములకు ఉత్తరదిశగా అవి ప్రయాణము చేసినచో సవ్యముగను, ఎక్కువ అక్షాంశప్రదేశములనుండి తక్కువ అక్షాంశప్రదేశములకు దక్షిణదిశగా ప్రయాణముచేసినచో అపసవ్యముగను వంగును. దక్షిణార్ధగోళమందైనచో గాలివీచుదిశయందు మార్పు దీనికి వ్యతిరిక్తముగ జరుగును. ఇందులకు కారణము భూభ్రమణమే. భూభ్రమణము అపసవ్యదిశలో జరుగుచున్నదనికూడ దీనివలన మనకు విశదమగును.

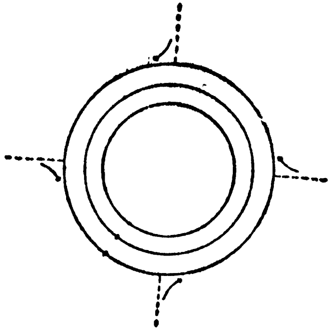


5 వ చిత్రము
గాలులు వీచు దిశలు.

తుపానుగాలులువీచు దిశలలో ఉత్తరార్ధగోళమందును, దక్షిణార్ధగోళమందును వ్యత్యాసముండుటకుకూడ కారణము భూభ్రమణమే.

భూవాతావరణమును కొన్ని పొరలుగానున్న ఆవరణగా మనము పరిగణింపవచ్చును. భూతలముయొక్క అధికతాపక్రమమువలనను, గాలియందలి నీటియావిరివలనను భూవాతావరణమందలి అడుగుపొరలసాంద్రత తమపైపొరలలోని గాలి

సాంద్రతకంటె మిక్కిలి తక్కువయైనపుడు ఒకపరిమితప్రదేశమందున్న ఆతక్కువసాంద్రతగల వాయువులు తమపైపొరలలోని గాలిని నెట్టుకొని ఊర్ధ్వముఖముగా ప్రయాణముచేయును. ఆవెంటనే ఆవిధముగా నేర్పడిన అల్పప్రేషప్రదేశములోనికి ప్రక్కనున్నగాలి చొరుచుకొని వచ్చును. ఉత్తరార్ధగోళమందైనచో అల్పప్రేషప్రదేశకేంద్రము ననుసరించి తూర్పుదిశగా వంగి యీగాలి లోనికి నెట్టుకొని వచ్చును. తత్ఫలితముగా అక్కడ అపసవ్యభ్రమణముగల గాలిసుడి యేర్పడును. ఈసంఘటన దక్షిణార్ధగోళమందైనచో ఆసుడిభ్రమణము సవ్యముగా నుండును.



6 వ చిత్రము
ఉత్తరార్ధగోళమందు తుపాను గాలులు అపసవ్యదిశగా వీచుట భూభ్రమణఫలితమే.

నభోమూర్తులతోగాని, వాయుచలనము మొదలైన సంఘటనలతోగాని నిమిత్తములేకుండ, ఒకగదిలో తలుపులు మూసికొని కూర్చుండియునుకూడ భూమిభ్రమించుచున్నదని తెలిసికొనుట కవకాశమున్నది.

గదిలో నడిమిదూలమునుండి గట్టితీగెచేత బరువైన వస్తువు నొకదానిని వ్రేలాడదీయుదము. ఇట్టి సంవిధానమును లోలకమను పేరుతో శాస్త్రపరిభాషయందు పేర్కొందురని లోగడ గ్రహించితిమి. వాయుప్రవాహములులేకుండ తలుపులన్నియును మూసియున్నగదిలో వ్రేలాడదీయబడియున్న అట్టి

లోలకమును కొద్దిగా ప్రక్కకులాగి నెమ్మదిగా వదలినచో అది ఒకేతలమున ప్రకంపించుట ప్రారంభించును. ఈలోలకముపై ప్రవర్తించుచున్న బలము మరియొకటి యేమియును లేనంత వరకు లోలకమెల్లప్పుడు అదేతలమున ప్రకంపించుచుండవలెనని గతినియమములు తెలియజేయుచున్నవి. కాని లోలకము మొదట ఏతలములో ప్రకంపించుట ప్రారంభించినదో ఆతలమును సూచించు గీతనొకదానిని నేలమీదగీసి కొన్నిగంటల తరువాత చూచినచో, లోలక మాసమయమున ఆతలములో ప్రకంపించుటలేదని వ్యక్తమగును. ఈరీతిగా లోలకప్రకంపన తలములో మార్పువచ్చుటకు కారణమేమిటి? లోలకము యొక్క ప్రకంపనదిశలో విమార్గగమనమును కలుగజేయు బాహ్యబలమొకటి యున్ననేగాని ఇది సాధ్యముకాదుగదా! భూభ్రమణమువలననే ఆబాహ్యబలము సంభవించుచున్నది. మొట్టమొదటిసారిగా నీప్రయోగమును 1851లో ఫ్రెంచివిజ్ఞాని 'ఫోకో' చేసి భూభ్రమణమును నిరూపించుటచే నాటినుండియు 'ఫోకో లోలకప్రయోగ' మనుపేర నిది బరగుచున్నది. లోలక ప్రకంపనతలము భ్రమించుదిశనుబట్టి భూమి తనగోత్రాను పడమరనుండి తూర్పువైపునకు భ్రమించుచున్నదని కనుగొన గ్రహింపవచ్చును.*

---

*లోలకము ఉత్తరార్ధగోళమందు ప్రకంపించుచున్నచో దానిప్రకంపనతలము కుడినుండి యెడమవైపునకును (తూర్పునుండి పడమరవైపునకును) దక్షిణార్ధగోళమందు ప్రకంపించుచున్నచో దానిప్రకంపనతలము ఎడమవైపునుండి కుడివైపునకును భ్రమించును. ఈప్రయోగము x-వ అంశముల అక్షాంశమందు చేసినయెడల, ఒకగంటకాలములో లోలకప్రకంపనతలము భ్రమించు దూరము $\frac{360}{24}$ Sin x ఉండును.

భూమి తనఅక్షముపై తనలోతాను ఒకసారి తిరుగుటకు 23 గంటల 56 నిమిషములు పట్టును. భూమి గోళాకారమున నుండుటవలన భూతలముపై నన్ని ప్రదేశములును భూమ్యక్షము నుండి సమానదూరములో లేవు. భూమధ్యరేఖాప్రాంతప్రదేశములు భూమ్యక్షమునకు బహుదూరములోనున్నవి; వాని దూరము రమారమి 3963.3 మైళ్ళు. కాని ధ్రువములదగ్గరి ప్రదేశములు సరిగా అక్షముమీదనే యున్నవి. అందుచేత భూమధ్యరేఖమీది యొకప్రదేశము 23 గంటల 56 నిమిషముల కాలములో రమారమి 25,000 మైళ్ళు తిరుగగా ధ్రువముమీది యొకప్రదేశమా కాలములో కొంచెముదూరమైనను తిరుగదని చెప్పవలెను. దీనినిబట్టి భూమిపై నొకప్రదేశముయొక్క భ్రమణవేగము ఆప్రదేశముయొక్క అక్షాంశమునుబట్టి యుండునని యును, భూమధ్యరేఖమీది ప్రదేశముల భ్రమణవేగము సెకనునకు సుమారు 3/10 మైళ్ళుండగా ధ్రువములమీది ప్రదేశముల భ్రమణవేగము సెకనునకు '0' మైళ్ళుమాత్రమే యుండునని యును స్పష్టమగును. ధ్రువములకును భూమధ్యరేఖకును నడుమ నున్న అక్షాంశములమీది ప్రదేశముల భ్రమణవేగములు ఈగరిష్ఠ, కనిష్ఠ వేగములకునడుమగల పరిమాణములను కలిగి యుండును.

భూమి ప్రకృతస్థితికివచ్చిననాటినుండియు దాని భ్రమణకాలము స్థిరముగనే యున్నదా? లేదా మార్పునొందు చున్నదా? విజ్ఞానాభిలాషుల కందరకు నీప్రశ్న యెప్పుడో ఒకప్పుడు తట్టకపోదు. అయితే కాలమును కొలుచునట్టి నేటి

మనగడియారములన్నియును భూభ్రమణకాలము నాధారము చేసికొనియున్నవే కాబట్టి వాని సాహాయ్యముతో ఆవిషయమును గ్రహించుట సాధ్యముకాదు. కాని సూర్యచంద్రగ్రహణములందు గ్రహణముల పట్టువిడుపుల మధ్యకాలమునకును భూభ్రమణవేగమునకును అవినాభావసంబంధమున్నది కాబట్టి ఆకాలపరిశీలనమువలన భూభ్రమణకాలమందు మార్పువచ్చినదో లేదో తెలిసికొనవచ్చును. ఇట్టి యనుశీలనమువలన భూభ్రమణకాలము కొంచెము హెచ్చినదని వ్యక్తమైనది; అనగా భూభ్రమణవేగము కొంచెముతగ్గినది. కాని యీవ్యత్యాసము అత్యల్పపరిమాణము గలదియని వేరేచెప్పనక్కరలేదు. భూభ్రమణకాలములో నూరుసంవత్సరములకు $\frac{1}{1000}$ సెకనులకంటె యెక్కువ పెరుగుదలలేదు. భూభ్రమణవేగములో వచ్చిన యీమాంద్యమునకు కారణము సముద్రపు పాటుపోట్లే. పాటుపోటుల సమయములో సముద్రములందలి జలమును అటునిటు జంకకుండ తమఆకర్షణబలములచేత సూర్యచంద్రులు లాగిపట్టుకొందురు. కాని ఆసమయమందుకూడ భూమి అధిక వేగముతో భ్రమించుచునే యుండును. అందుచేత సముద్రగర్భమందలి ఎగుడుదిగుడు ప్రదేశములు తమమీది జలముతో కొంతఘర్షణను పొందును. ఈవిధముగా పాటుపోటులు అధిక వేగముతో భ్రమించుచున్న భూమిపై ఒక 'బ్రేక్' వలె పనిచేసి దాని భ్రమణవేగములో మాంద్యమును కలుగజేయుచున్నవి.

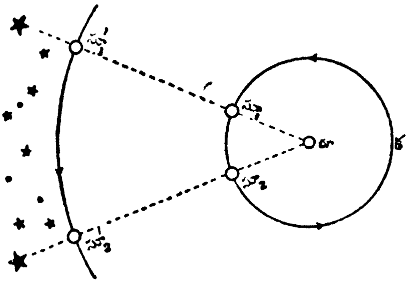
ప రి భ్ర మ ణ ము

సూర్యుడు, నక్షత్రములు మున్నగు నభోమూర్తులు నిత్యము తూర్పున ఉదయించి పడమట నస్తమించుటకు కారణము భూమి తనఅక్షముపై భ్రమించుటయే యని పైపుటలలో గ్రహించితిమి. ప్రతిదినము తూర్పునుండి పడమరకు ప్రయాణముచేయుచున్నట్లు నక్షత్రములగపడినను వానిసాపేక్షస్థానములం దెట్టిమార్పును రాదని నక్షత్రములను జాగ్రత్తగా పరిశీలించనిచో మనకు వ్యక్తమగును. కాని నక్షత్రములతో సూర్యునిస్థానమును అనుదినము పోల్చినయెడల నొకముఖ్య విషయము వెల్లడియగును. నక్షత్రములనుబట్టి ప్రతిదినము సుమారొక అంశమేర తూర్పుదిశగా జరిగినట్లు సూర్యుడు ప్రత్యక్షమగుటయే ఆముఖ్యవిషయము. సా ధా ర ణ ము గా ఆగష్టు 16 వ తేదీని మఘానక్షత్రమున్న తావున ఆకాశమందున్న సూర్యుడు క్రమముగా తూర్పుదిశగా జరిగి అక్టోబరు 3 వ తేదీకి హస్తానక్షత్రము వ్యాపించియున్న ప్రదేశములో నున్నట్లు కనపడును. ఈరీతిగా సూర్యుడు సంవత్సరమంతయు తూర్పు దిశగా ప్రయాణముచేసి 365¼ రోజులతరువాత ఆ 365¼ రోజులకు పూర్వము ఆకాశమందే తావున కనపడినాడో తిరిగి ఆతావుననే ప్రత్యక్షమగును. సూర్యున కీవిధమైన సాంవత్సరిక చలన ముండుటకు హేతువేమిటి ?

సూర్యుని సాంవత్సరికచలనమును రెండురకములుగా మనము విశదీకరింపవచ్చును. ఒకటి : సూర్యుడు భూమిచుట్టు ఒకసంవత్సరకాలములో తిరిగివచ్చుటచేత సూర్యునకు సాంవత్స

రికచలనము కలుగుచున్నదనుట ; రెండు : వాస్తవముగా సూర్యునిచుట్టు భూమియే తిరుగుచున్నను, సూర్యుఁడే తిరుగుచున్న ట్లగపడుచున్నాడనుట.

భూమిచుట్టు సూర్యుఁడు తిరుగుచుండుటచేతనే సూర్యునికి సాంవత్సరికచలనము కలుగుచున్నదని మనము భావించినచో సూర్యుని సాంవత్సరికచలనము నీరీతిగా విశదీకరింపవచ్చును. 7 వ చిత్రములో భూ- అను బిందువు స్థిరముగనున్న భూమిని సూచించుచున్నదనుకొందము. సూ$_1$ సూ$_2$ క అను రేఖ భూమిచుట్టు సూర్యునిమార్గమును నిరూపించుచున్నదనికూడ భావింతము. సూర్యుఁడు తనమార్గమందు సూ$_1$ అను తావున

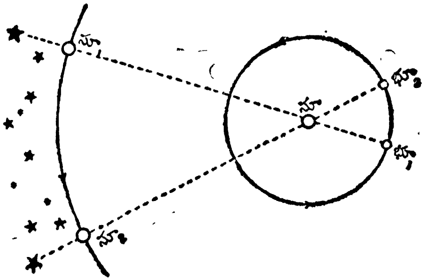


7 వ చిత్రము

నున్నచో ఆకాశములో నక్షత్రముల నడుమ సూ$^1_1$ అనుతావుననున్నట్లాయన కనిపించును. సూర్యుఁడు తనమార్గములో సూ$_2$ అను బిందువు నొద్దకు ప్రయాణము చేసినపుడు ఆకాశములో నక్షత్రముల నడుమ సూ$^1_2$ అను తావుననున్న ట్లాయన అగపడును. ఈరీతిగా నక్షత్రములనడుమ ఆకాశములో సూర్యు

డొనరించుచున్న దృశ్యసాంవత్సరిక ప్రయాణమును మనము విశదీకరింపవచ్చును.

ఇక సూర్యునిచుట్టును భూమి తిరుగుచుండుటచేతనే సూర్యునికి సాంవత్సరికచలనమున్నట్లభివ్యక్తమగుచున్నదని నిరూపించుటకూడ కష్టముకాదు. 8 వ చిత్రములో సూ- అను బిందువు స్థిరముగానున్న సూర్యుని సూచించుచున్న దను కొందము. సూర్యునిచుట్టును ప్రదక్షిణముచేయుచున్న భూమి భూ₁ అను స్థానముననున్నపుడు ఆకాశములో సూర్యుడు సూ₁ అను తావున నున్నట్లగపడును. భూమి తనమార్గము వెంబడి ముందుకు ప్రయాణముచేసి భూ₂ అను స్థానమును



8 వ చిత్రము

చేసుకొనినపుడు ఆకాశములో సూర్యుడు సూ₂ అను బిందువు నొద్దకు జరిగినట్లు తోచును.

ఈరీతిగా స్థిరముగానున్న భూమిచుట్టు సూర్యుడుతిరుగు చున్నాడని ఊహించుటచేతనైనను లేదా స్థిరముగానున్న సూర్యునిచుట్టు భూమియేతిరుగుచున్నదని భావించుటచేతనైనను కూడ సూర్యుని సాంవత్సరికచలనమును విశదీకరింపవచ్చును.

అందుచేత ఈ ప్రమేయములలో ఏది సరియైనదో నిర్ణయించుటకు గాను ఇతరనిదర్శనముల సాహాయ్యము కావలెను. అందుకు గాను గతిజసూత్రములు, తేజోఽపాయనము, నక్షత్రముల లంబనము , వర్ణమాలా రేఖలస్థానభ్రష్టత్వము మున్నగు అనేక సంఘటనలు మనకు తోడ్పడెను. ఈనిదర్శనములవలన భూమి చుట్టు సూర్యుడుగాక సూర్యునిచుట్టు భూమితిరుగుటయే వాస్తవమని స్పష్టమైనది.

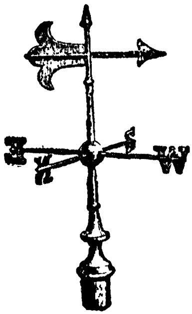
ఇట్లు సూర్యునిచుట్టు భూమితిరుగుటను భూపరిభ్రమణ మందురు. పైనిపేర్కొనిన నిదర్శనములు భూపరిభ్రమణము నేరీతిగ రూఢమొనర్చుచున్నవో స్థూలముగ పరిశీలింతము.

గతిజసూత్రవిధానము : పరస్పరాకర్షణబలమునకు లోనైన రెండు వస్తువులు తమ సామాన్యగరిమనాభిని కేంద్రముగా నొనర్చుకొని పరిభ్రమించునని గతిజసూత్రములు స్పష్టపరచును. భూసూర్యగోళములు రెండును ఒకదానిపై నొకటి ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింపజేసికొనుచున్నవే. అందుచే నా రెండుగోళములును వాని సామాన్యగరిమనాభిచుట్టును తిరుగుచుండవలెననుట నిస్సందేహము. ఇక సూర్యగోళద్రవ్యరాశి భూగోళద్రవ్యరాశి కంటె సుమారు 3,31,000 రెట్లధికమగుట చేత భూసూర్యుల సామాన్యగరిమనాభి సూర్యగోళకేంద్రమునకు చేరువగనుండును. సూర్యకుటుంబములో భూసూర్యగోళములను రెండింటినిమాత్రమే దృష్టిలో నిడుకొని గావించిన లెక్కలవలన భూసూర్యగోళముల సామాన్యగరిమనాభి సూర్యగోళకేంద్రమునకు రమారమి 300 మైళ్ళ లోపుననేయున్నదనియును, భూగోళకేంద్రమునకు తొమ్మిదికోట్లమైళ్ళకంటె ఎక్కువదూర

ములో నున్నదనియును స్పష్టమైనది. కాబట్టి యీసామాన్య గరిమనాభిచుట్టు చాల చిన్నకక్ష్యలో సూర్యుడును, మిక్కిలి పెద్దకక్ష్యలో భూమియును పరిభ్రమించుచుండవలెను. కాని యీ సామాన్యగరిమనాభి సూర్యగోళమునకు (సూర్యగోళవ్యాసము 8,66,600 మైళ్ళు) లోపలనే యున్నదికాబట్టి భూసూర్యుల జంటలో సూర్యుడు స్థిరముగా నున్నాడనియును, సూర్యుని చుట్టు భూమి తిరుగుచున్నదనియును పరిగణింపవచ్చును.

తేజోఽపాయనము : భూమిచుట్టు సూర్యుడుగాక సూర్యునిచుట్టు భూమియేతిరుగుచున్నదని నిరూపించుటకు కొన్ని దృక్సంఘటనలుకూడ తోడ్పడును. అందులో నొకటి తేజోఽపాయనము.

గాలి యేదిక్కుగా వీచుచున్నదో సూచించుపరికరమును కొందరు విలాసార్థము పడవముందుభాగమున బిగించుచుందురు. ఈపరికరమునందు నాలుగుదిక్కులను సూచించు సూచికలు ఒకఊచకు స్థిరముగా బిగింపబడి యుండును. ఊచను అక్షముగా నొనర్చుకొని యథేచ్ఛముగాభ్రమించు మరియొక సూచిక ఊచకొనయందుండును. ఈసూచిక గాలివీచుదిశకు అనుగుణముగాభ్రమింపగలుగుటచేత సూచికదిశనుబట్టి గాలివీచుదిశను కనుగొనవచ్చును. పడవ ముందుభాగమందున్న గాలివీచుదిశను సూచించు పరికరమును పడవనడుచుచున్న సమయములో జాగ్రత్తగా పరిశీలించినచో మన



9 వ చిత్రము
గాలివీచు దిశను
సూచించు పరికరము

కొక వింతవిషయము అనుభూతమగును. గాలివీచుదిశలో ఎట్టి మార్పు లేకపోయినను పడవలంగరు వేయబడి స్థిరముగానున్న పుడు ఆపరికరము చూపునట్టి గాలివీచు దిశకును, పడవప్రయాణము చేయుచున్నపు డాపరికరము చూపునట్టి గాలివీచు దిశకును కొంతవ్యత్యాస మగపడును. పడవవేగమధికమైన కొలదియు నీవ్యత్యాసముకూడ అధికమగును. హెచ్చువేగముతో ముందుకు సాగిపోవుచున్నపడవను హఠాత్తుగా ఆపివేసి నచో పడవ లంగరువేయబడియున్నపుడు పరికరము చూపించు గాలివీచుదిశనే తిరిగి అప్పుడు పరికరము చూపించును. దీనిని బట్టి చలనస్థితియందున్న ఒకవస్తువునుండి చలనస్థితియందున్న మరియొక వస్తువును పరిశీలించినపుడు పరిశీలితవస్తుచలనదిశలో మార్పువచ్చినట్లు కనపడునని మనకు వ్యక్తమగును.

ఇదే విషయమును మనకు తరచు అనుభూతమగు నొక సంఘటన సాహాయ్యమున వివరింపవచ్చును. ఒకరోజున వర్షము కురియుచున్నదనుకొందము. అప్పుడు గాలి యెక్కువగా వీచుట లేదనికూడ ఊహింతము. ఇట్టి సన్నివేశము అపూర్వమైన దేమియును కాదు. తరచుగా నట్టి దృశ్యమును మనమందరము పరికించియే యుందుము. గాలి లేకపోవుటచేత వాన చినుకులు నిట్టనిలువుగా పడునని వేరె చెప్పనక్కర లేదు. ఆసమయములో గొడుగు వేసికొని వానలో నిలబడినామనుకొందము. వాన నిట్టనిలువుగ పడుచున్నది కాబట్టి వానకు తడియకుండ నుండవలెనన్న చో గొడుగును తలపైన నిట్టనిలువుగా పట్టుకొన వలెను. కాని వానలో ముందుకు నడచుచున్నపుడు గొడుగు

నదేరీతిగా నిట్టనిలువుగా తలపై పట్టుకొన్నచో లాభములేదు ; వానచినుకులు మనముందునుండి యేటవాలుగావచ్చి మనలను తడిపివేయును. కాబట్టి వర్షము నిట్టనిలువుగనే పడుచున్నను ఆవర్షములో నడుచుచున్నపుడు తడిసిపోకుండ నుండవలె నన్నచో గొడుగును కొంచెము ముందుకు వంచి పట్టుకొన వలెను. వానలో మనగమన వేగము ఎక్కువైనకొలదియు వర్షములో మనము తడిసిపోకుండనుండుటకుగాను గొడుగును ముందుకు వంచవలసిన పరిమాణము ఇంకను ఎక్కువచేయుట అవసరమగును. ఈవిధముగా గాలివీచుదిశలో మార్పువచ్చి నట్లు కనబడుటకు కారణము మన గమనమే.

ఇట్లు అపేక్షక అపేక్షితవస్తువుల వేగఫలితముగా అపేక్షితవస్తుగమనదిశయందు గోచరమగుమార్పును 'అపాయనము' అందురు. ఈ అపాయనసంఘటనను నక్షత్రములకు వర్తింపజేసి ఫలితముల నరయుదము.

ఒకనక్షత్రమునుండి బయలుదేరినకాంతి అంతరాళమున ప్రయాణముచేసి కంటికి చేరుకొనుటవలననే మనమానక్షత్రమును చూడగలుగుచున్నాము. నక్షత్రములను జాగ్రత్తగా ఒకసంవత్సరకాలము పరీక్షించినచో- వక్రీభవనము, లంబనము మున్నగు సంఘటనలవలన వానిదిశలోవచ్చుమార్పులకు తగు సవరణలను గావించినను కూడ- అవి స్థిరముగ లేనట్లు గోచరించును. క్రాంతివృత్తతలమందున్న నక్షత్రమైన 41 సెకనుల పొడవుగల సరళరేఖామార్గమును, క్రాంతివృత్తధ్రువమునందున్న నక్షత్రమైన 41 సెకనుల వ్యాసముగల వృత్తాకార

కక్ష్యను, క్రాంతివృత్తతలమునకును క్రాంతివృత్తధ్రువమునకును నడుమనున్న నక్షత్రమైన 41 సెకనులు అధికాక్షముగల దీర్ఘ వృత్తమును ఒకసంవత్సరకాలములో చుట్టినటులు కనపడును. ఈరీతిగా నక్షత్రములస్థానమందు మార్పు కానవచ్చుటకు కారణమేమి ? భూమిస్థిరముగానున్నచో నక్షత్రములందిట్టి చలనము గోచరమగుటకు వీలులేదు. అందుచేత పైని పేర్కొనిన ఉదాహరణముల సారూప్యమునుబట్టి గాలివీచుచున్న దిశయందును, వానచినుకులు పడుచున్న దిశయందును నిజముగా నెట్టిమార్పును లేకపోయినను నడచుచున్న పడవనుండి చూచినపుడు గాలి వీచుదిశయందును, నడచుచున్న మానవుడు పరిశీలించినపుడు వానచినుకుల పతనదిశయందును ఎటులమార్పు అభివ్యక్తమైనదో అటులనే ముందుకు పరుగిడుచున్న భూమినుండి నక్షత్రములను అవేక్షించుటచేత వానిదిశలో మార్పుకనబడుచున్నది. ఈమార్పు అపాయనమువలన జనించినదే. ఈరీతిగా అపాయన సంఘటన సాహాయ్యమున సూర్యునిచుట్టును భూమియే తిరుగుచున్నదని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

లంబనము : భూపరిభ్రమణమును నిరూపించుటకు మఱియొక గొప్పదర్శనము నక్షత్రముల లంబనము. ఎడమకంటిని మూసికొని కుడికంటితో ఎదురుగానున్న దీపమునో, చెట్టునో చూచినచో అదియొక నిర్దిష్టమైన దిశలో మనకగపడును. ఆ దిశను సూచించుటకుగాను కుడికంటికిని ఆవస్తువునకును నడుమ సమముగా ఆవస్తుదిశలో నీవ్రేలినో, సన్నని చీపురుపుల్లనో గుస్తుగా పెట్టుము. పిమ్మట కుడికంటిని మూసికొని ఎడమ

కంటితో ఆవస్తువును చూచినచో, ఆవస్తువు, చేతి్రవేలు లేదా చీపురుపుల్ల, ఎడమకన్ను ఒకదిశలో నుండవు ; ఎడమవైపునకు స్థానభ్రష్టత్వమునొందిన ట్లావస్తువు మనకగపడును. ఈరీతిని అవేక్షకుని స్థానమునందు వచ్చిన మార్పుఫలితముగా అవేక్షిత వస్తు స్థానమునందు వచ్చిన ట్లగపడు మార్పునకు 'లంబనము' అనిపేరు. కాబట్టి భూమిమీదనుండి పరిశీలించుచున్నపుడు సంవత్సరమందు వేర్వేరు సమయములలో భిన్నదిశలలో ఒక నక్షత్రము కనబడినయెడల భూమి పరిభ్రమించుచున్నదని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

లంబనఫలితముగా సంభవించిన స్థానభ్రష్టత్వమును 500 నక్షత్రముల విషయములో శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనినారు. లంబనమువలన ఒకనక్షత్రదిశలో వచ్చెడి మార్పుపరిమాణము భూమికిని ఆనక్షత్రమునకును గల దూరమునుబట్టికూడ నుండును. నక్షత్రము భూమికిదగ్గరగానున్నచో ఎక్కువ లంబనమును దూరముగ నున్నచో తక్కువలంబనమును కలిగియుండును. కాబట్టి అపాయనమువలన నక్షత్రములదిశలలో వచ్చెడిమార్పు అన్నినక్షత్రములకును ఒకేపరిమాణమును కలిగియుండగా, లంబనమువలన కలిగిన ఆమార్పు నక్షత్రములదూరములనుబట్టి యుండును.

భూమిచుట్టు సూర్యుడుగాక సూర్యునిచుట్టు భూమియే తిరుగుచున్నదని నిరూపించు నిదర్శనములింకను అనేకము లున్నవి. వానిలో హెచ్చునిర్ధారణాత్మకమైన మరియొక నిద

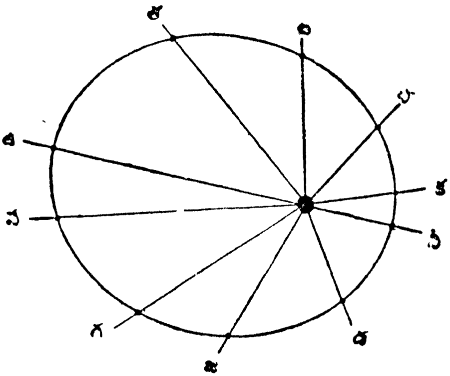
ర్శనము నక్షత్రముల వర్ణమాలా రేఖలయందు, కానవచ్చు స్థానభ్రంశము.

కక్ష్య

సూర్యుడు భూమిచుట్టునుగాక భూమియే సూర్యుని చుట్టును తిరుగుచున్నదని నిర్ధారణమైన పిమ్మట దాని మార్గమేయాకారమును కలిగియున్నదను ప్రశ్న వెంటనే ఉదయించును. ఒకనభోమూర్తి వేరొకనభోమూర్తి చుట్టును తిరుగుచున్న మార్గమును 'కక్ష్య' యను సాంకేతికనామముతో సాధారణముగా వ్యవహరింతురు.

సూర్యుని కేంద్రముగా జేసికొని వృత్తాకారకక్ష్యయందు భూమితిరుగుచున్నదని మనము భావించినచో భూసూర్యులమధ్య దూరమం దెన్నడును మార్పురాదు. కాబట్టి మనకగపడుచున్న సూర్యబింబపరిమాణము సంవత్సరము పొడుగునను ఒకేరీతిగా నుండవలెను. కాని ప్రత్యక్ష అవేక్షణలవలన సూర్యబింబపరిమాణము సంవత్సరముపొడుగునను మార్పునొందుచున్నట్లే కనపడును. భూమినుండి కొలిచినపుడు సూర్యబింబ వ్యాసము జనవరి 3 వ తేదీ ప్రాంతమున 32′ 35″ లును, జూలై 4 వ తేదీ ప్రాంతమున 31′ 32″ లును ఉన్నటుల వ్యక్తమగును. ఈ రెండువిలువలును సూర్యుని దృశ్యవ్యాసపు గరిష్ఠ కనిష్ఠ పరిమాణములను తెలియజేయును. ఒకవస్తువు దగ్గరగనున్నపుడు పెద్దదిగను, దూరముగ నున్నపుడు చిన్నదిగను కనబడుట స్వాభావికము. కాబట్టి సూర్యుడు జనవరి నెలలో భూమికి చాల చేరువగను, జూలై నెలలో మిక్కిలి దూరముగను నున్నటుల దీనివలన మనకు తెల్లమగును.

సూర్యగోళవ్యాసమును మైళ్ళు, గజములు అనగా దైర్ఘ్యమానములోగాక డిగ్రీలు, నిమిషములు, సెకనులలో అనగా కోణీయమానములో తెలియజేసినయెడల, ఆవ్యాసమును కోణీయవ్యాసమని యందురు. ఏసమయముననైనను భూమినుండి సూర్యునిదూరము సూర్యబింబదృశ్యకోణీయవ్యాసమునకు విలోమనిష్పత్తిలో నుండును. కాబట్టి వేర్వేరు దినములలోని సూర్యబింబదృశ్యకోణీయవ్యాసములనుబట్టి సంవత్సరమందాయాదినములలో భూమినుండి సూర్యుని సాపేక్షదూరములను కనుగొనవచ్చును. భూమినుండి చూచినపుడు నక్షత్రములనుబట్టి సూర్యు డేదినమున ఆకాశమం దేదిశలో కనిపించునో నిత్యము కనుగొని ఆనాటి భూసూర్యులసాపేక్షదూరముయొక్క-సాహాయ్యమున ఆదినమున సూర్యుని స్థానమును నిరూపించు బిందువునొక దానిని బడయవచ్చును. ఆరీతిగనే సంవత్సరము పొడవునను గావించిన ఫలితములను ఒకచిత్రరూపమున మనము నిరూపించినచో ఆకాశములోసూర్యునిదృశ్యకక్ష్యయును ఆకక్ష్యకు



10 వ చిత్రము

నడుమ భూమియును 10 వ చిత్రములోవలె మనకు ప్రత్యక్షమగును. కాని నిజముగా భూమిచుట్టును సూర్యుడుగాక

సూర్యునిచుట్టు భూమియే తిరుగుచున్నది కాబట్టి సూర్యుని దృశ్యకక్ష్య భూకక్ష్య యగు యు, ఆకక్ష్యనదుమ భూమిస్థానము వాస్తవముగా సూర్యుని స్థానమగు యును మనకు వ్యక్తమగును.

ఈవిధముగా గావించిన అవేక్షణాలవలన భూకక్ష్య దీర్ఘ వృత్తాకారముగ నున్నదనియు, ఆదీర్ఘవృత్తపు రెండునాభుల లోను ఒకదానియందు సూర్యు డున్నాడనియు స్పష్టమైనది. దీర్ఘవృత్తకేంద్రమునుండి 15,00,000 మైళ్ళదూరము ఒకవైపు నకు జరిగి సూర్యుడున్నాడు.

అయితే, ఇక్క డొక్క విషయమును పేర్కొనవలసి యున్నది. భూకక్ష్య దీర్ఘవృత్తమనగా భూచంద్రయుగళము యొక్క గరిమనాభి సూర్యగోళకేంద్రము నొక నాభిగా గలిగి యున్న దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నదని వివరింప వలెను. భూచంద్రయుగళపు గరిమనాభి భూకేంద్రమునకు రమారమి 3000 మైళ్ళ దూరముననున్నది. భూకేంద్రమున కును సూర్యకేంద్రమునకునుగల దూరముతో పోల్చినపుడు ఈ 3000 మైళ్ళ దూరము అంతగా లెక్కలోనికిరాదు. అందుచేత భూమి, అనగా భూకేంద్రము, సూర్యునిచుట్టును, అనగా సూర్యగోళకేంద్రముచుట్టును దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యయందు పరి భ్రమించుచున్నదని స్థూలముగా వచింపవచ్చును.

భూకక్ష్యదీర్ఘవృత్తమగుటచేతను, సూర్యుడు ఆదీర్ఘవృత్త కేంద్రమువద్దగాక నాభిదగ్గర ఉండుటవలనను భూసూర్యులనడిమి దూరములో మార్పువచ్చుచున్నది. భూమి సూర్యునకు చాల చేరువగ నున్నపుడు భూసూర్యులనడిమిదూరము 9,14,00,000

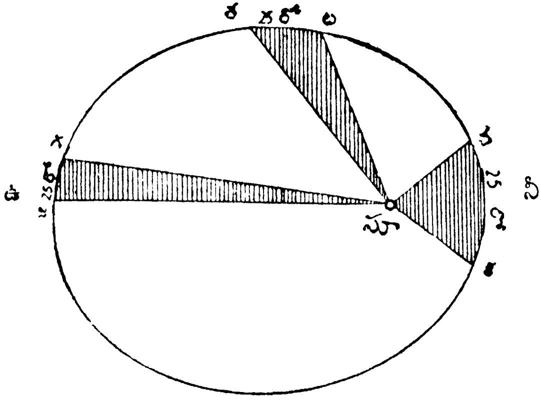
మైళ్ళుండును ; భూమి సూర్యునకు మిక్కిలి దూరముగనున్న పు డాదూరము 9,46,00,000 మైళ్ళు. ఈ కనిష్ఠ గరిష్ఠ దూరములనడుమ సంవత్సరముపొడుగునను భూసూర్యుల నడిమి దూరము మారుచుండును. భూమి తనకక్ష్యయందు తిరుగుచు సూర్యునకు మిక్కిలి దగ్గరగనున్నపుడు నీచస్థానమందున్న దనియును, మిక్కిలిదూరముగనున్నపుడు ఉచ్ఛస్థానమం దున్న దనియును వచింతురు. భూమి నీచస్థానమందు జనవరి 3 వ తేదీని ఉచ్ఛస్థానమందు జూలై 4 వ తేదీని యుండును.

భూకక్ష్య దీర్ఘవృత్తమే యైనను అదియెక్కువగా సాగి లేదు. దీనినే శాస్త్రపరిభాషలో ఎక్కువవికేంద్రమై యుండ లేదని పేర్కొందురు. భూకక్ష్య వికేంద్రత 0.0167 మాత్రమే. ఒకదీర్ఘవృత్తముయొక్క వికేంద్రత ఎంతయెక్కువైన, అంటే దాని వికేంద్రత పరిమాణము '1' కి ఎంత సన్నిహితమైన, అదిఅంతయెక్కువగా సాగియుండును ; ఎంతతక్కువైన, అంటే దాని వికేంద్రత పరిమాణము '0' కు ఎంత చేరువగ నున్న అది అంత హెచ్చుగా వృత్తమును పోలియుండును. భూకక్ష్య వికేంద్రత చాల తక్కువ. కాబట్టి 'స్కేలు'కు సరిగా భూకక్ష్యను గీసినచో, వట్టికంటితో చూచి ఆకక్ష్య వృత్తమో దీర్ఘవృత్తమోచెప్పుట కష్టమగును. వృత్తమునకు మిక్కిలి సన్నిహితముగా నదియుండుటయే అందుకు హేతువు.

పరిభ్రమణవేగము

సూర్యునిచుట్టు భూమి తనకక్ష్యలో సమవేగముతో పరిభ్రమించుటలేదు. ఒకమూర్తి ఒకసెకనుకాలములో తిరుగునట్టి

దూరమునకు ఆమూర్తియొక్క వేగమని పేరు. ఆమూర్తి తనకక్ష్యలో సమానకాలములలో సమానదూరములను తిరిగిన అది సమవేగమును కలిగియున్నదందురు. భూమి సూర్యుని చుట్టును సమవేగముతో పరిభ్రమించుటలేదు. కాని భూసూర్యులను కలుపునట్టి సరళరేఖ సమానకాలములలో సమానవైశాల్యములను చుట్టునట్లుగా భూమి తనకక్ష్యలో తిరుగుచున్నది. 11 వ చిత్రమునుబట్టి మన కావిషయము విశదమగును. భూకక్ష్యను సూచించు ఆచిత్రములో నీ- భూమియొక్క నీచస్థానమును, ఉ- భూమియొక్క ఉచ్చస్థానమును అనుకొందము.



11 వ చిత్రము

నీచస్థానసమీపమందున్నప్పుడు భూమి 25 దినముల కాలములో క నుండి చ యొద్దకు ప్రయాణముచేసినచో ఉచ్చస్థానసమీపమందున్నప్పుడా 25 దినముల కాలములో నది గ నుండి జ కు మాత్రమే ప్రయాణము చేయును. భూసూర్యులను కలుపునట్టి

రేఖ సూకచ, సూగజ అను త్రైశాల్యములను సమాన కాలములందే చుట్టినది కాబట్టి ఆ త్రైశాల్యములు సమానములు. భూమి నీచస్థానమందున్నప్పటి భూసూర్యులనడిమి దూరము (సూనీ) కంటె భూమి ఉచ్చయందున్నప్పటి భూసూర్యులనడిమి దూరము (సూఉ) ఎక్కువకాబట్టి కచ అను దూరము గజ అను దూరముకంటె హెచ్చు. కాని యీ దూరములను సమానపరిమాణముగల కాలములలో భూమి చుట్టినది కాబట్టి నీచయందున్నపుడు భూపరిభ్రమణవేగము మిక్కిలి హెచ్చుగను, ఉచ్చయందున్నపుడు భూపరిభ్రమణ వేగము మిక్కిలితక్కువగను ఉండుననియును, ఈ గరిష్ఠ కనిష్ఠ పరిమాణములు గల పరిభ్రమణవేగముల నడుమ భూపరిభ్రమణ వేగము మారుచుండుననియును మనము గ్రహింపవచ్చును.

భూమి సూర్యునిచుట్టును ఒకసారి తిరిగివచ్చుటకు ఎన్ని సెకనుల కాలము పట్టునో దానిచేత భూకక్ష్యపొడుగును భాగింపగా భూమి సరాసరి వేగమువచ్చును. లేదా భూకక్ష్యవృత్తాకారమునున్నదని భావించి లెక్కగట్టినచో ఈవిషయమింకను సులభముగ తేలును. భూసూర్యుల సరాసరి మధ్యదూరమును 2 × 3.1416 చేత గుణించి వచ్చినలబ్ధమును భూమి సూర్యుని చుట్టు ఒకసారి తిరిగివచ్చుటకు ఎన్ని సెకనుల కాలము పట్టునో దానిచేత భాగించినచో భూమి సరాసరి పరిభ్రమణవేగము ఇంచుమించుగావచ్చును. ఈరీతిగా లెక్కగట్టుటవలన భూమి సరాసరి పరిభ్రమణవేగము సెకనుకు 18.5 మైళ్ళని వ్యక్తమైనది. అంటే భూమి సూర్యునిచుట్టు నిమిషమునకు రమారమి 1100

మైళ్ళు, గంటకు 66,000 మైళ్ళ వేగముతో పరిభ్రమించు చున్నది. గంటకు 30 మైళ్ళ వేగముతో పరుగిడుచున్న మన రైళ్ళ వేగముకంటె ఇది సుమారు 2000 రెట్లు హెచ్చు; గంటకు 200 మైళ్ళ వేగముతో పయనించుచున్న విమానముల వేగముకంటె ఇది రమారమి 300 రెట్లు అధికము. ఇంత అత్యధిక వేగముతో ఎక్కడ రెప్పపాటు కాలముకూడ ఎన్నడు ఆగకుండ అవిచ్ఛిన్నముగ భూమి ప్రయాణము చేయుచున్నది. అయినను ఈ పయనపుజాడ యిసుమంతయు మనకు పొడగట్టుట లేదు.

భూమి సూర్యునిచుట్టు నొకసారి తిరిగి వచ్చుటకు 365.256 దినములు పట్టును. ఈ కాలమునకు ఒక సౌర సంవత్సరమని పేరు.

పరిభ్రమణకారణము

భూమి సూర్యునిచుట్టును నియమిత దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలో అత్యధిక వేగముతో ఏల పరిభ్రమించుచున్నది? ఇది యొక పెద్ద ప్రశ్న!

మనము బెడ్డను పైకి విసరినప్పుడు ఆ బెడ్డ కొంతదూరము పైకిపోయి తిరిగి భూమిపైబడును; అంతేగాని అదియట్లే ఆకాశములో నిలిచిపోదు. ఈరీతిగా పైకె విసరబడిన బెడ్డ తిరిగి భూమిపైపడుటకు కారణము బెడ్డపై భూమి నెరపు ఆకర్షణబలమే. భూమికీ ఆకర్షణబలము దాని ద్రవ్యరాశివలన కలుగుచున్నది. భూమికున్న యీ ఆకర్షణబలమునకు భూమ్యాకర్షణబలమనియును, గురుత్వాకర్షణ బలమనియును పేర్లు.

బ్రహ్మాండములో భూమికొక్కదానికేగాక ప్రతిమూర్తికిని ప్రతి వస్తువునకునుకూడ గురుత్వాకర్షణ బలమున్నది. తక్కువ ద్రవ్యరాశిని కలిగియున్న మూర్తుల కీబలము తక్కువగాను, ఎక్కువ ద్రవ్యరాశిని కలిగియున్న మూర్తుల కీబలము ఎక్కువగాను ఉండును. అంతేగాక ఒకమూర్తి మరియొక మూర్తిపై ప్రవర్తించునట్టి గురుత్వాకర్షణబలపరిమాణము ఆమూర్తుల నడిమిదూరము ఎక్కువైనకొలదియును తగ్గును. ఈవిషయమునే, 'బ్రహ్మాండములో ఒకమూర్తి మరియొక మూర్తిపై ప్రయోగించునట్టి ఆకర్షణబలము ఆమూర్తుల ద్రవ్యసంచయముల లబ్ధమునకు అనులోమానుపాతములోను, వాని మధ్యదూరవర్గమునకు విలోమానుపాతములోను ఉండునని' ఒక నియమ రూపమున వ్యక్తపరుపవచ్చును. ఇట్లు బ్రహ్మాండములోని మూర్తులన్నియు ఒకదానినొకటి పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుచున్నప్పటికిని చాల మూర్తులమధ్యదూరములు అత్యధికములగుటవలన అట్టివి పరస్పరము ప్రవర్తించుకొనునట్టి ఆకర్షణబలములు లెక్కలోనికిరావు.

సూర్యకుటుంబములోని మూర్తు లన్నిటికంటెను ఎక్కువద్రవ్యముగల గోళము సూర్యుడు. అధిక ద్రవ్యముగల నభోమూర్తు లన్నిటిలోను సూర్యకుటుంబమునకు చేరువగానున్న గోళముకూడ సూర్యుడే. కాబట్టి సూర్యకుటుంబములోనిమూర్తు లన్నిటిపైనను సూర్యగోళము ఎక్కువ ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింపజేయుచు భూమిపైకూడ అధిక ఆకర్షణబలమును నెరపుచున్నది. అందువలన పైకివిసరబడిన బెడ్డను భూమి తన ఆకర్షణబలముచేత ఎట్లు తిరిగి తనవైపునకు లాగుకొను

చున్నదో ఆరీతిగనే సూర్యుడు తన ఆకర్షణవలన భూమిని తన వైపునకు లాగుకొనుచున్నాడు. కాని జననము నొందిన సమయమునుండియు భూమికి అధికమైన వేగము సంప్రాప్తమైనది. ఆ అధికవేగమువలన సూర్యునిపైబడుటకు బదులు సూర్యుని చుట్టు భూమి తిరుగవలసివచ్చినది. దీపావళినాడు పిల్లలు చక్రపొట్లములను (ఉప్పుపొట్లములను) త్రిప్పుటను మనము చూచియే యుందుము. చక్రపొట్లమును గిఱ్ఱుగిఱ్ఱున త్రిప్పినకొలదియు దానినుండి విడివడిన అగ్నికణములు ఆపొట్లమును త్రిప్పుచున్న వానినుండి దూరముగాపోయి పడును. ఆవిధముగనే భూమి సూర్యునిచుట్టు తిరుగుటను ప్రారంభించినప్పటినుండియు సూర్యునినుండి దూరముగా అంతరాళములోనికి పోయిపడుటకు అది ప్రయత్నించుచునేయున్నది. కాని తన్ను పూర్తిగావిడిచి అంతరాళములోనికిపోకుండ సూర్యగోళము తన గురుత్వాకర్షణబలము వలన భూమిని లాగిపట్టుకొనుచున్నది. ఈవిధముగా తనపరిభ్రమణమువలన సూర్యునినుండి దూరముగాపోయి పడుటకు భూమి ప్రయత్నించుచుండగా సూర్యుడు తన గురుత్వాకర్షణబలము వలన భూమిని తనమీదికి లాగుకొనుటకు ప్రయత్నించుచున్నాడు. ఈపెనగులాట ఫలితముగా భూమి సూర్యునిచుట్టు నిర్దిష్టమైన దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో అనవరతముగా పరిభ్రమించుచున్నది.

పైచర్చనుబట్టి భూకక్ష్యపరిమాణము సూర్యుని ఆకర్షణబలమును బట్టియును, భూపరిభ్రమణవేగమునుబట్టియును నున్నదని విదితమగును. ఇక సూర్యాకర్షణబలము సూర్యగోళద్రవ్య

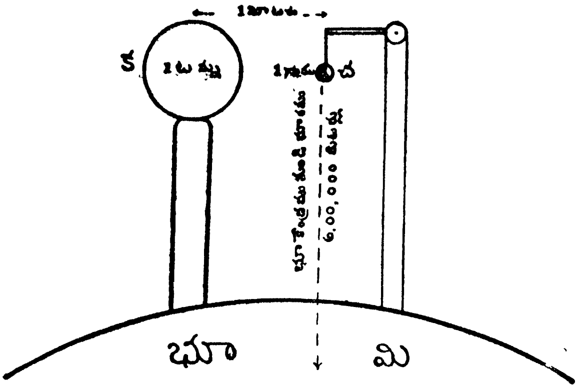
రాశినిబట్టి యుండును. అందుచేత సూర్యగోళద్రవ్యరాశి యందుగాని, భూపరిభ్రమణవేగమునందుగాని మార్పురానంత వరకు భూకక్ష్యపరిమాణము స్థిరముగనేయుండును. అట్లుగాక సూర్యాకర్షణబల మధిక మగుటగాని, భూపరిభ్రమణవేగము తగ్గుటగాని సంభవించినచో భూకక్ష్య సంకోచముపొందుట యును, సూర్యాకర్షణబలము తగ్గుటగాని భూపరిభ్రమణ వేగము హెచ్చుటగాని సంభవించినచో భూకక్ష్యవ్యాకోచము పొందుటయును తథ్యము. కాని యింతలో నివి యేమియును జరుగుటకు హెచ్చుఅవకాశము లేదుగాన సన్నిహితభావికాల మందు భూకక్ష్యయం దెట్టిమార్పును రాదని మనము చెప్పవచ్చును.

ద్రవ్యరాశి

చిన్న బంగారపుముక్కను సున్నితమైనత్రాసుతోతూచి దానియం దెంత ద్రవ్యమున్నదో తెలిసికొనవచ్చును; బెల్లపు బుట్టను కాటాలోవేసి తూచి అందున్న బెల్లముయొక్క ద్రవ్య మెంతో నిర్ణయింపవచ్చును. భూమిమీదనున్న వేర్వేరువస్తు వుల ద్రవ్యరాసులను కనుగొనుటకు పలువిధానము లాచరణలో నున్నవి. కాని భూమివంటియొక పెద్దగోళముయొక్క ద్రవ్య రాశిని కనుగొనుట కవి యేవియును ఉపయోగపడవు. భూమిని కాటాలో పెట్టుటయే అసాధ్యముకదా. కాబట్టి పరోక్షవిధా నములవలననే భూద్రవ్యరాశిని కనుగొనవలసియున్నది.

భూమికి ఆకర్షణబలము దాని అధికద్రవ్యరాశివలన చేకూరుచున్నదని గ్రహించితిమి. కాబట్టి నియతద్రవ్యరాశిగల

ఒకవస్తువు నియతద్రవ్యరాశిగల మరియొకవస్తువుపై ప్రవర్తింప జేయునట్టి ఆకర్షణబలముతో ఆనియత ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుపై భూమి ప్రయోగించునట్టి ఆకర్షణబలమును పోల్చి భూద్రవ్యరాశిని కనుగొనవచ్చును.



12 వ చిత్రము

1 గ్రాము ద్రవ్యరాశిగల చ అనునొక సీసపుగుండు భూమిమీద స్వేచ్ఛగ వ్రేలాడదీయబడినదనుకొందము. దానికి 1 మీటరుదూరములో 1 టన్ను బరువుగల క అను మరియొకసీసపుగుండు ఉన్నదనుకొందము. క, చ అను రెండు గుండ్ల కేంద్రములును భూమినుండి ఒకే మట్టమునకూడ ఉన్నవనుకొందము. క, చ అను గోళములు రెండునుకూడ ద్రవ్యముతోకూడియున్నవే కాబట్టి అవి ఒకదానినొకటి పరస్పరము కొంత నిర్ణీతపరిమాణముగల బలముతో ఆకర్షించుకొనును. ఈ ఆకర్షణబలమును నిర్ణయించుట కొంచెము కష్టమైనను

అందు కనేక ప్రయోగము లున్నవి. వానిలో మిక్కిలి సునిశిత మైనది సి. వి. బాయిస్ ఏర్పరచినట్టిది.

ఇట్టి ప్రయోగమువలన $\frac{1}{165,000,000}$ గ్రాములబరువు బలముతో చ అను వస్తువు క అను వస్తువును ఆకర్షించుచున్న దని స్పష్టమైనది. ఇక చ అను గుండుబరువు 1 గ్రాము బరువు కాబట్టి భూమిపైనది ఆకర్షించు బలపరిమాణముకూడ 1 గ్రాము బరువే. అందుచేత క, చ అనుగుండ్ల కేంద్రములును, భూకేంద్ర మును ఒకే మట్టమందున్నచో చ అను వస్తువు $\frac{1}{165,000,000}$ గ్రాముల బరువుబలముతో ఆకర్షించునట్టి క అను గుండుయొక్క ద్రవ్యరాశి 1 టన్ను ఉన్నయెడల అది 1 గ్రాము బరువుబలముతో ఆకర్షించునట్టి భూమియొక్క ద్రవ్యరాశి 165,000,000 టన్ను లుండునని తెలును. అయితే భూకేంద్రమును, చ అనుగుండు యొక్క కేంద్రమును ఒకేమట్టములో లేవు. వాని రెండింటి కిని రమారమి 6,000,000 మీటర్ల దూరమున్నది. ఒక వస్తువు మరియొక వస్తువుపై ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలము వాని మధ్యదూరవర్గమునకు విలోమానుపాతములో నుండునని గురుత్వాకర్షణ నియమమువలన మనకు తెలిసియేయున్నది. కాన భూకేంద్రమును చ అను గుండు కేంద్రమును ఒకే మట్ట ములో నున్నచో భూమిపై చ అను గుండు ప్రవర్తింప జేయునట్టి ఆకర్షణబలము పైని పేర్కొనిన బలమునకు $6,000,000 \times 6,000,000$ రెట్లుండునని స్పష్టమగును. కాబట్టి భూద్రవ్యరాశి $165,000,000 \times 6,000,000 \times 6,000,000$ టన్నులు; అనగా 5.9×10^{21} టన్నులు.

ఋతువులు

భూమికి వేడి వెలుగులు సూర్యునివలననే లభ్యమగుచున్నవి. అందుచేత భూమి సూర్యునికి చేరువగా నున్నప్పుడు దానిపైని వేడి యెక్కువగను, దూరముగనున్నపుడు తక్కువగను ఉండవలెను. భూమి సూర్యునకు మిక్కిలి చేరువగా జనవరి 3 వ తేదీని, ఎక్కువదూరముగా జూలై 4 వ తేదీని ఉండును. ఈ కనిష్ఠ గరిష్ఠ దూరములు 3% కంటె ఎక్కువవ్యత్యాసమును కలిగియుండలేదు. కాని వేసవికాలములోని ఎండవేడిమికిని శీతకాలములోని ఎండవేడిమికిని వ్యత్యాసము సామాన్యముగ 3% కంటె అధికముగనేయుండును. కాబట్టి భూసూర్యులమధ్య దూరమునందువచ్చు అల్పవ్యత్యాసమువలననే వేసవికాలములోని ఎండవేడిమికిని, శీతకాలములోని ఎండవేడిమికిని గల వ్యత్యాసము సంభవించుచున్నదని చెప్పుటకు వీలులేదు. పైగా ఉత్తరార్ధగోళములో భూమికి సూర్యుడు చేరువగానున్నపుడు శీతకాలమును, దూరముగానున్నపుడు వేసవికాలమును అగును. కాబట్టి భూమిపై వేర్వేరుకాలములలో తాపక్రమ వ్యత్యాసములేర్పడుటకు కారణము మరియొకటి యుండియుండవలెననుట స్పష్టము. భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్తతలమునకు లంబదిశలో నుండక కొద్దిగా వంగియుండుటయే భూతలముపై ఋతువులు కలుగుటకు కారణము.

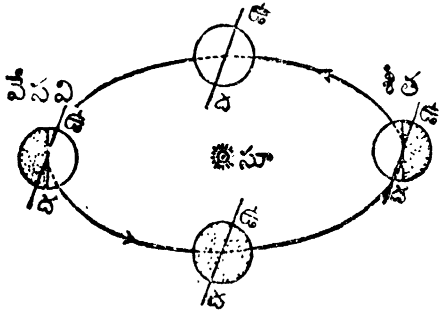
భూకక్ష్యతలమును ఆకాశములోనికి పొడిగించినచో అది ఆకాశమును ఎక్కడ కలిసికొనునో ఆవృత్తమునకు క్రాంతివృత్తమని పేరు. ఆకాశములో నక్షత్రములనడుమ ఈ క్రాంతివృత్తము

వెంబడి సూర్యుడు సంచరించుచున్నట్లు గోచరించును. కాని నిజముగా నిది భూకక్ష్యయే. ఈక్రాంతివృత్తమార్గమునకు సరిగా లంబదిశలో భూమ్యక్షము లేదు. క్రాంతివృత్తతల లంబమునకు 23½ అంశలు వంగి అది యున్నది. అంటే క్రాంతివృత్తతలము నకు భూమధ్యరేఖాతలము 23½ అంశలు ఏటవాలుగా నున్నది.

సూర్యు ననుసరించి భూమి నిలుకడగా నుండియున్నట్లయిన భూమిపై వేర్వేరు సమయములలో తాపక్రమ వ్యత్యాసము లేర్పడియుండెడివికావు; అనగా ఋతువులు కలిగెడివి కావు. అప్పుడు భూమిపై నేప్రదేశమైనను సంవత్సరము పొడుగునను సమాన తాపక్రమమును కలిగియుండెడిది. పోనీ భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్తతలమునకు లంబదిశలోనుండియున్నను కూడ భూమి సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్నను భూతలమందు ఒక ప్రదేశ తాపక్రమములో ఎక్కువవ్యత్యాసము ఉండకపోయెడిది. అప్పుడుకూడ భూమిమీద సూర్యకిరణములు ఒకే ఏటవాలుగా పడుటచేత ఋతువు లుండెడివికావు. భూమధ్యరేఖాప్రాంతములో ఉష్ణముగను, ధ్రువములదగ్గర శీతలముగను మాత్రమే అప్పు డుండియుండును. కాబట్టి సూర్యునకును భూమికిని గల దూరములోవచ్చు వ్యత్యాసమును లెక్కలోనికి తీసికొనక పోయినచో ఏప్రదేశమునందునుకూడ ఋతువులు ఏర్పడి యుండెడివికావు.

కాని భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్తతల లంబమునకు 23½ అంశలు వంగియుండుటచేతను, సూర్యునిచుట్టు భూమి తిరుగు

టలో దాని అక్షమెల్లప్పుడు ఒకే దిశగా వంగియుండుటచేతను సంవత్సరమందు కొంతకాలము భూమ్యక్షపు ఉత్తరప్రకొన సూర్యునికి చేరువగను, వేరొకసమయమందు దక్షిణప్రకొన సూర్యునికి చేరువగను ఉండును. భూమియొక్క ఏకొన సూర్యునికి చేరువగనుండునో ఆసమయమందు ఆకొనగల అర్ధగోళమున వేసవి యగును. కాబట్టి



13 వ చిత్రము

భూమ్యక్షపు ఏటవాలుతనమే భూమియందు ఋతువులేర్పడుటకును, అహోరాత్రప్రమాణములో వేర్వేరు సమయములందు వ్యత్యాసము సంభవించుటకును కారణభూతమగుచున్నది.

అయనచలనము

భూమ్యక్షము నక్షత్రములనుబట్టి యెల్లప్పుడు నొకేదిశను సూచించునట్లుగా భూమి సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నదని పేర్కొనియుంటిమి. ఇది కొంతవరకు నిజమేకాని పూర్తిగా సత్యముకాదు.

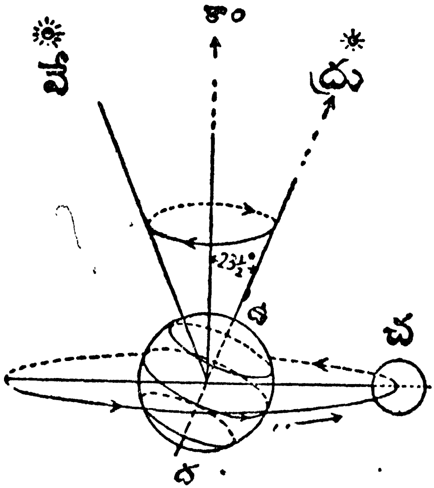
భూమధ్యరేఖాతలమును ఆకాశమున కంటునట్లుగా పొడిగించినయెడల అది నభోగోళము నొకవృత్తమున తాకును. ఈ వృత్తమునకు నభోమధ్యరేఖయని పేరు. సూర్యుడు నక్షత్రముల ననుసరించి ఆకాశమందొకసంవత్సరకాలములో చుట్టిన త్రోగ

పను వృత్తాకారమార్గమును క్రాంతివృత్తమని యందురు. క్రాంతివృత్తమునకు నభోమధ్యరేఖ యేటవాలుగా నున్నది. వానివాలు 23° 27′. నభోమధ్యరేఖయును క్రాంతివృత్తమును ఖండించుకొను బిందువులకు విషువత్తులని పేరు. ఈబిందువులందు సూర్యుడున్నపుడు భూగోళమం దంతటను రాత్రింబవళ్ళు సమానముగా నుండును. వానిలో ఉత్తరాభిముఖుడై సంచరించుచున్నపుడు సూర్యుడు దాటునట్టి విషువత్ బిందువునకు మేషాది బిందువనియు, దక్షిణాభిముఖుడై సంచరించుచున్నపుడాయన దాటునట్టి బిందువునకు తులాదిబిందువనియును పేర్లు.

విషువత్తులు ప్రతిసంవత్సరమునను నభోమధ్యరేఖయందొకేస్థానములందు సంభవించుటలేదు. ప్రతిసంవత్సరమునను సూర్యుడు ఆవెనుకటి సంవత్సరమున తాను నభోమధ్యరేఖను దాటిన స్థానములకు పశ్చిమమున 50.26 సెకనుల దూరములో దాటును. కాబట్టి విషువత్తులు సంవత్సరమునకు రమారమి 50 సెకనుల చొప్పున క్రమముగా పశ్చిమదిశగా జరుగుచున్నవి. ఈసంఘటననే అయనచలనమని వ్యవహరింతురు. ఇక దీనికి కారణమును, ఫలితములను అరయుదము.

బొంగరములను సాధారణముగా మనమందరమును త్రిప్పియే యుందుము ; లేదా అధమము బొంగరము తిరుగుటయైనను చూచియుందుము. బొంగరము ముల్లుపైఆని తిరుగుచుండును కదా ! బొంగరముముల్లునుండి బొంగరముతలలోని మధ్యబిందువుకొక ఋజురేఖను ఊహించుకొనినచో అది బొంగరముయొక్క భ్రమణాక్షమును సూచించును. సామాన్యముగా బొంగరము తిరుగుచున్నపుడు దానిఅక్షము భూతల

మునకు లంబదిశలోనే యుండును. ఆరీతిగా లంబదిశలో తన అక్షముపై భ్రమించుచున్న బొంగరమును చేతితో నెమ్మదిగా కొట్టినచో బొంగరముయొక్క భ్రమణాక్షదిశయందు కొద్ది మార్పు వచ్చి, లంబమునకు కొద్దిగా వంగియున్న అక్షముపై నది భ్రమించుట కారంభించును. అందువలన బొంగరముయొక్క ముల్లును ఆధారముగా నొనర్చుకొని శంఖుఆకారములో బొంగరపుఅక్షము తిరుగును. ఈరీతి బొంగరపుచలనమును అయనచలనమని వ్యవహరింతురు. నూనెగానుగలో గానుగ రోకలి చలనమును గుర్తుకు తెచ్చుకొన్నచో ఈ బొంగరపు అక్షచలనము కన్నులకు కట్టినట్లు ద్యోతకమగును.



14 వ చిత్రము

భూమధ్యరేఖాప్రాంతమందలి భూమియొక్క అధికద్రవ్యముపై సూర్యచంద్రుల సంయుక్త ఆకర్షణఫలితముగా అయనచలనము సంభవించుచున్నది.

14 వ చిత్రములో ఉ- భూమియొక్క ఉత్తరధ్రువ మును, ద- దక్షిణధ్రువమును, ఉద- భూమ్యక్షమును నిరూ పించును. భూమ్యక్షదిశయందే ప్రస్తుతము ఆకాశములో ధ్రు- అను ఉత్తరధ్రువనక్షత్ర మున్నది. చిత్రములో దిగువభాగ మందున్న పెద్దవృత్తము క్రాంతివృత్తము. ఇంచుమించుగా ఈవృత్తతలమందే సూర్యుడును, చంద్రుడును ఉందురు. చిత్ర ములో చ- చంద్రుడు, కాం- క్రాంతివృత్తధ్రువము, వే-వేగా నక్షత్రము.

భూమి సమమైన గోళముగాగాక ఉత్తరదక్షిణములుగా కొంచెమదుమబడి యుండుటచేత దానిపై సూర్యచంద్రుల ఆక ర్షణబలములు ధ్రువములనుండి భూమధ్యరేఖాప్రాంతమునకు పోయినకొలదియు క్రమముగా అధికమగును. భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్తతలమునకు రమారమి 66·5° వంగి యుండుటచేతను, భూమిపై ధ్రువములదగ్గరకంటె భూమధ్యరేఖాప్రాంతమున సూర్యచంద్రుల ఆకర్షణబలము లధికమగుటవలనను, లంబ దిశగానున్న అక్షముపై తిరుగుచున్న బొంగరమును చేతితో తట్టగా వచ్చిన ఫలితము భూమివిషయములో వీనివలన సంభ వించుచున్నది. తత్ఫలితముగా భూమ్యక్షదిశ నెమ్మదిగామారి, క్రాంతివృత్తతలమునకు లంబదిశలో అక్షమును కలిగియున్న శంఖాకారమును భూమ్యక్షము చుట్టుచున్నది. ఇదే అయన చలనమునకు కారణము.

భూమధ్యరేఖాప్రాంతమునకు పోయినకొలదియు సూర్య చంద్రుల ఆకర్షణబలము లధికమగుటవలన భూమ్యక్షదిశలో

వచ్చు మార్పు సంవత్సరమునకు రమారమి 50·2 సెకను లుండును. భూమ్యక్షదిశలో సంభవించిన యీమార్పునకు కనుగుణమైన మార్పు భూమధ్యరేఖాతలదిశయందును, నభోమధ్యరేఖ క్రాంతివృత్తము పరస్పరము ఖండించుకొను బిందువుల స్థానమునందును ప్రాప్తించునుగదా! కాబట్టి మేషాదిబిందువు తులాది బిందువు ప్రతిసంవత్సరము 50.26 సెకనుల దూరము పశ్చిమదిశగా నడచుచున్నవి. అందుచేత రమారమి 25,800 సంవత్సరముల కాలములో విషువత్తులు ఒకవృత్తమును చుట్టును.

క్రీస్తుపూర్వము 60 వ సంవత్సరమునకు పూర్వము మేషాదిబిందువు మేషరాశిలో నుండెడిది. అయనచలనము వలన క్రీ. పూ. 60 వ సంవత్సరములో అది మీనరాశియున్న ప్రదేశములోనికి మారినది. క్రీ. శె. 2,740 సంవత్సరములో అది కుంభరాశిలోనికి వచ్చును. క్రీ. శె. 25,740 ప్రాంతమునగాని తిరిగి అది మేషరాశిని చేరుకొనదు.

భూమ్యక్షతలము 25,800 సంవత్సరముల కాలములో ఒక శంఖును చుట్టి వచ్చునప్పుడు భూమ్యుత్తర దక్షిణధ్రువములు క్రాంతివృత్తధ్రువములను కేంద్రములుగా గలిగి 23½° వ్యాసార్ధములుగల చిన్నవృత్తములను ఆకాశమున చుట్టును. ఈ రీతిగా భూమ్యక్షదిశయందు మార్పువచ్చుటచేత ధ్రువస్థానమలంకరించిన నక్షత్రములోకూడ మార్పువచ్చును. ప్రస్తుతము భూమ్యక్షపు ఉత్తరదిశగానున్న ఆల్ఫా అర్సా మైనోరిస్ నక్షత్రము ధ్రువస్థానముననుండి ధ్రువనక్షత్రమను పేరున బరగు

చున్నది. అయనచలనమువలన కొద్దికాలములో ఆల్ఫా అర్సా మైనోరిస్ నక్షత్రమునకే ధ్రువనక్షత్రపదవిపోవును. ఆతరువాత క్రీ. వె. సుమారు 5,000 సంవత్సరమునాటికి సెఫియస్‌రాశి లోని గామా సెఫియై నక్షత్రమును, ఆతరువాత క్రీ. వె. సుమారు 8,000 సంవత్సరమునాటికి సెఫియస్‌రాశిలోని ఆల్ఫా సెఫియై నక్షత్రమును, అటుపిమ్మట వరుసగా క్రీ. వె. సుమారు 10,000 నాటినుండి సైగ్నస్ రాశిలోని ఆల్ఫా, గామా నక్షత్రములును, క్రీ. వె. 14,000 నాటినుండి లైరా రాశిలోని వేగానక్షత్రమును, క్రీ. వె. 16,000 నాటినుండి హెర్క్యులస్ రాశిలోని నక్షత్రములును, ఆ తరువాత డ్రేకో రాశిలోని ఆల్ఫానక్షత్రమును ధ్రువపదవిని పొందును. క్రీ. వె. 27,000 సంవత్సరమునాటికి ఆల్ఫా అర్సా మైనోరిస్‌కు తిరిగి ధ్రువపదవి లభ్యమగును. ధ్రువ పదవియం దేనక్షత్రమున్నదో ఆనక్షత్రముచుట్టు నభోమూర్తు లన్నియు తిరుగుచున్నట్లు కనపడునుగాన ప్రస్తుతము ఆల్ఫా అర్సా మైనోరిస్ చుట్టును తిరుగుచున్న నభోమూర్తు లన్నియు భవిష్యత్తులో క్రమముగా గామా సెఫియై, ఆల్ఫా సెఫియై, ఆల్ఫా సైగ్ని, గామా సైగ్ని, వేగా, హెర్క్యులస్, ఆల్ఫా డ్రేకోనిస్ మున్నగు నక్షత్రముల చుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చు చున్నటు లభివ్యక్తమగును.

న్యూ టే ష న్

భూమ్యక్షపు శంఖాకారచలనము భూమధ్యరేఖాప్రాంత మందలి భూమియొక్క అధికద్రవ్యముపై సూర్యచంద్రుల

సంయుక్త ఆకర్షణఫలితముగా సంభవించినదే గదా! ఐతే భూమి ననుసరించి సూర్యచంద్రుల సాపేక్షస్థానము లెల్లప్పుడును ఏక రీతిగ నుండవు. ఆ హేతువుచేత అయనచలనమునకు కారణ భూతమైన వాని సంయుక్త ఆకర్షణబలమునందుకూడ మార్పు వచ్చును. ఈమార్పువలన భూమ్యక్షపు శంఖాకారచలనము నందును, ధ్రువములయొక్క వృత్తాకారచలనమునందునుకూడ పాముమెలికవంటి చలనము మిళితమైయుండును. ఈచలనము నకే న్యూటేషన్ అనిపేరు.

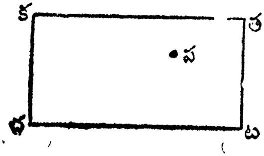
నభోగోళము

భూగోళముమీద నెక్కడనుండి చూచినను అక్కడ నున్నవారికి అక్కడి ఆకాశ మించుమించు అర్ధగోళాకారమున గోచరించును. కాని ఏకకాలములో భూమిమీది వేర్వేరు ప్రదేశములందున్న వారికి కనిపించు ఆకాశార్ధగోళములు సమానములు గావు. అంతేగాక భూమిమీద ఒకప్రదేశమందున్న వారికి కనిపించు ఆకాశార్ధగోళమును, వారికి సరిగా విముఖ దిశలో భూగోళమునకు రెండవ వైపున నున్నవారికి కనిపించు ఆకాశార్ధగోళమును పూర్తిగా విభిన్నములై యుండును. ఆ రెండు ఆకాశార్ధగోళములను చేర్చినచో ఒకసంపూర్ణ గోళమగును. ఆ సంపూర్ణ ఆకాశగోళమునకే నభోగోళమని పేరు. సూర్యుడు, చంద్రుడు, నక్షత్రములు, గ్రహములు మున్నగు నభోమూర్తు లన్నియును ఈనభోగోళము యొక్క లోపలితలమున సంచరించుచున్నట్లు మనకు గోచరమగును. అవేక్షకుని నేత్రమే యీనభోగోళకేంద్రస్థానము. కాని నభోగోళపరిమాణముతో పోల్చినపుడు భూగోళపరిమాణ మత్యల్పము గాన భూగోళకేంద్రముతో నభోగోళకేంద్ర మేకీభవించుచున్న దని భావించుట తప్పుకాదు. కనుక భూగోళ, నభోగోళములు ఏకకేంద్రకములని సైతము చెప్పవచ్చును.

నభోగోళతలమందున్న యొకమూర్తి స్థానమును గుర్తు పట్టుట యెట్లు? గదిలోనున్న ఒకవస్తువుస్థానమునుగాని భూతలమందున్న ఒకప్రదేశముయొక్క స్థానమునుగాని యేరీతిని

గుర్తింతుమో సరిగా నదేరీతిని భూగోళతలమందున్న యొక మూర్తి స్థానమునుకూడ గుర్తింపవచ్చును.

15 వ చిత్రము క చ ట త అను గదినేలను సూచించు చున్న దనుకొందము. ఆగదిలో నేలమీద నొకచోట ప- అను వస్తువొకటి ఉన్నదనికూడ భావింతము. ప- అను ఆవస్తుస్థానమును నిర్దేశింపవలెనన్నచో క చ- అను ఉత్తరదక్షిణముల గోడకు అది యెన్నిఅంగుళముల దూరములోనున్నదో చెప్పిన చాలదు; చ ట- అను తూర్పుపడమరల గోడనుండికూడ అది యెన్నిఅంగుళముల దూరములోనున్నదో తెల్పవలెను. దీనిని బట్టి నిలువు, అడ్డము అను రెండు దిశలనుమాత్రమే కలిగి యున్న ప్రదేశమందున్న (ఇట్టి దానికి ద్విధావిస్తృత ప్రదేశ మని పేరు) ఒకవస్తువు స్థానమును నిర్దేశించుటకు రెండుకొలత లవసరమని మనకు విదితమగును.



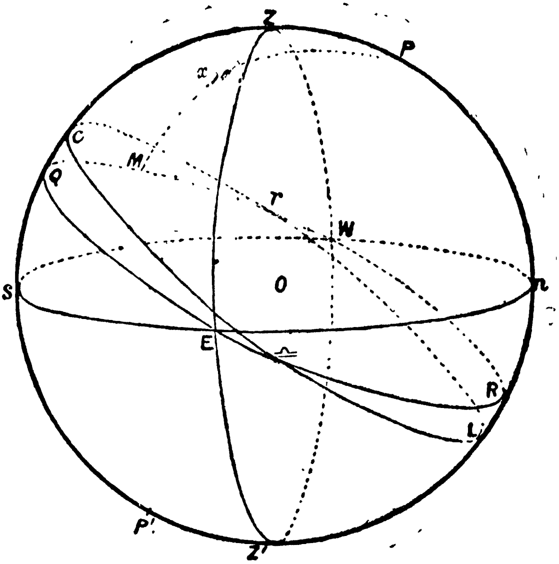
15 వ చిత్రము

భూతలముకూడ ద్విధావిస్తృతమే కాబట్టి భూతలముపై నొకపట్టణము లేదా ప్రదేశ మెక్కడనున్నదో తెల్పుటకుకూడ రెండుకొలతలు కావలెను. అందొకటి ఉత్తరదక్షిణముల కొలత; రెండవది తూర్పుపడమరల కొలత. గదినేలయును, భూతలమునుగూడ ద్విధావిస్తృతములేయైనను, వాని తలముల స్వభావములో వ్యత్యాసమున్నది. గదినేల సమతలము; భూతలము వక్రతలము. ద్విధావిస్తృతమైన సమతలములో నిలువు అడ్డముల కొలతలను దైర్ఘ్యమానములోను, వక్రతలములో

ఆకొలతలను కోణీయమానములోను తెల్పెదరు. భూతలముపై ఉత్తరదక్షిణముల కొలతను రేఖాంశమువలనను తూర్పుపడమరల కొలతను అక్షాంశమువలనను మనము తెలిసికొందము.

ఇక నభోగోళతలముకూడ ద్విధావిస్తృతమే కాబట్టి అందున్న ఒకమూర్తిస్థానమును సరిగా నిర్ణయించుటకు రెండు కొలతలు కావలెను. భూతలమువలెనే నభస్తలముకూడ వర్తులముగా నున్నది. అందుచేత భూమిపై ఒకప్రదేశముయొక్క స్థానమును నిరూపించు అక్షాంశ, రేఖాంశములను ఏరీతిగా కోణీయమానములో పేర్కొందుమో ఆరీతిగనే నభోగోళతలమందున్న ఒకమూర్తిస్థానమును సూచించు కొలతలనుకూడ కోణీయమానములోనే పేర్కొనిన యుక్తముగా నుండును. ఈవిషయమును చర్చించుటకుముందు కొన్ని సాంకేతికపదముల అర్థములను వివరించవలసియున్నది.

ఒక అవేక్షకునికి సరిగా నడునెత్తిని ఆకాశమందున్న బిందువునకు శీర్షబిందువు అనిపేరు. శీర్షబిందువునకు విముఖముగా నభోగోళమందున్న బిందువు పాదబిందువు. అవేక్షకునకు కానవచ్చుచున్న అర్ధనభోగోళమందుగాక రెండవ అర్ధనభోగోళమందు పాదబిందువుండును. కాబట్టి అవేక్షకునకు పాదబిందువు కనిపించదు. శీర్షబిందువు, పాదబిందువు- రెండును కూడ ఊహాసృష్టములే. ఒకత్రాటికి బెడ్డనుకట్టి సమప్రదేశమున వ్రేలాడదీసినచో ఆత్రాటిదిశ శీర్షపాదబిందువులదిశను సూచించును. అవేక్షకుని స్థానమును నిరూపించు బిందువుతో శీర్షబిందువును కలుపగా నేర్పడు సరళరేఖకు (ఇది శీరపాద



16 వ చిత్రము

శీర్షబిందువు, Z	పాదబిందువు, Z'
నభఉత్తరధ్రువము, P	నభదక్షిణధ్రువము, P'
ప్రాగ్బిందువు, E	పశ్చిమబిందువు, W
ఉత్తరబిందువు, n	దక్షిణబిందువు, s
మేషాదిబిందువు, r	తులాదిబిందువు, ♎
కటకాయనము, C	మకరాయనము, L
నభోదిక్చక్రము, $n\ E\ s\ W$	నభోమధ్యరేఖ, $E\ Q\ W\ R$
యామ్యోత్తరవృత్తము, $Z\ s\ Z'\ n$	క్రాంతివృత్తము, r C ♎ L
x అను ఒకనభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్‌వృత్తము, $P\ x\ M\ P'$	ఉత్తరధ్రువదూరము, $P\ x$
రైట్ ఎసెన్షన్, $r\ M$	డెక్లినేషన్, $M\ r$

బిందువును నేలను సూచించునట్టి రేఖయే.) లంబముగానుండు నట్లు అపేక్షకుని స్థానమును నిరూపించు బిందువునుండి ఒక సమతలమును విస్తరింపజేసినచో అది నభోగోళమునొక వృత్తమున తాకును. ఆవృత్తమునకు నభోదిక్చక్రము అని పేరు. నభోదిక్చక్రమునకు పైనున్న నభోమూర్ధ్నమే అపేక్షకునకు కానవచ్చును.

భూమ్యక్షమును ఉత్తరదక్షిణములుగా పొడిగించినపుడు ఆకాశము నది యెచ్చట ఖండించునో ఆరెండుబిందువులకును క్రమముగా నభఉత్తర, నభోదక్షిణ ధ్రువములని పేరు. ఈనభఉత్తర, నభోదక్షిణధ్రువములకు సమానదూరమున, వానిని కలుపుచున్న సరళరేఖకు లంబతలమున నుండునట్లు నభోగోళము చుట్టును గీసిన వృత్తము నభోమధ్యరేఖను సూచించును. భూమధ్యరేఖాతలమును పొడుగించినయెడల అది నభోమధ్యరేఖయందే నభోగోళమును తాకును.

నభఉత్తర నభోదక్షిణ ధ్రువములను, ఒకప్రదేశము యొక్క శీర్షపాదబిందువులను కలుపుచు గీసిన వృత్తమునకు యామ్యోత్తరవృత్తమని పేరు.

యామ్యోత్తరవృత్తము దిక్చక్రమును రెండుబిందువుల వద్ద కలియును. ఆబిందువులే ఉత్తర, దక్షిణబిందువులు. నభోమధ్యరేఖ దిక్చక్రమును కలియు బిందువులు ప్రాక్పశ్చిమ బిందువులు.

సూర్యుడొక సంవత్సరకాలములో నక్షత్రముల నను సరించి నభోవీథిని సంచరించిన ట్లగపడు వృత్తాకారమార్గమును క్రాంతివృత్తమని పేర్కొనియుంటిమి. క్రాంతివృత్తమును

నభోమధ్యరేఖయును ఒకదానికొకటి ఏటవాలుగా నున్నవి. వీని వాలు 23° 27′. నభోమధ్యరేఖయును క్రాంతివృత్తమును ఖండించుకొను బిందువులకు విషువత్తులని పేరు. వీనిలో దక్షిణమునుండి ఉత్తరాభిముఖుడై సంచరించుచున్నప్పుడు సూర్యుడు దాటునట్టి విషువత్ బిందువునకు మేషాదిబిందువనియును, ఉత్తరమునుండి దక్షిణాభిముఖుడై ప్రయాణము చేయుచున్నప్పుడాయన దాటునట్టి విషువత్ బిందువునకు తులాదిబిందువనియును పేర్లు. మేషాదిబిందువును మేకకొమ్ముల ఆకృతినున్న ఏరీజ్ (♈) అను గుర్తుచేతను, తులాదిబిందువును తులాదండాకృతిగల లైబ్రా (♎) అను గుర్తుచేతను సాధారణముగా సూచింతురు. క్రాంతివృత్తమార్గములో బాగుగా ఉత్తరముననున్న బిందువునకు కటకాయన మనియును, బాగుగా దక్షిణముననున్న బిందువునకు మకరాయన మనియును పేర్లు.

ఇక గగనతలమున ఖగోళముల స్థానములను గుర్తించు టెట్లో పరిశీలింతము.

నభోమూర్తులస్థానములను గుర్తించుటకై అనేకపద్ధతులు ప్రచారములో నున్నవి. కాని వానిలో ఎక్కువ ముఖ్యమైనది డెక్లినేషన్-రైట్ ఎసెన్షన్ పద్ధతి.

నభోగోళతలమందున్న x- అనునొక మూర్తిని (చూడు: చిత్రము- 16) గుర్తింపవలెననుకొందము. అందుకు ఉత్తర దక్షిణములుగా నొక కొలతయును, తూర్పుపడమరలుగా నొక కొలతయును కావలయునుగదా! x- అను ఆనభోమూర్తినుండి నభఉత్తర, నభోదక్షిణధ్రువములను కలుపుచు నొకపెద్ద వృత్తమును ఊహించుము. ఆ వృత్తము నభోమధ్యరేఖను M-

అను బిందువువద్ద ఖండించుచున్న దనుకొందము. అప్పుడు Mx అను కోణీయదూరము ఆనభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్‌ను సూచించును. Px అను దూరము ఉత్తరధ్రువమునకును ఆనభోమూర్తికిని గల దూరమును వ్యక్తపరచును. దీనికి ఉత్తరధ్రువ దూరమని పేరు.

నభోధ్రువముల ద్వారమునను, x- అను ఆనభోమూర్తి ద్వారమునను పోవుచున్న PxMP′ అను వృత్తమును x- అను నభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ వృత్తమని పేర్కొందుము. కాబట్టి డెక్లినేషన్‌వృత్తముమీదుగా కొలిచినపుడు నభోమధ్యరేఖనుండి నభోమూర్తికిగల దూరమును ఆనభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ అని మనము నిర్వచింపవచ్చును.

నభోమధ్యరేఖకు ఉత్తరముననున్న నభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్‌ను ధనసంజ్ఞ గలదిగను, దక్షిణముననున్న నభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్‌ను ఋణసంజ్ఞగలదిగనుపరిగణింతుము. N,S అను సంకేతముల మూలమునకూడ వానిని గుర్తించుట కలదు. 'δ' (డెల్టా) అను గ్రీకు అక్షరమును సాధారణముగా డెక్లినేషన్‌కు సంజ్ఞగా వాడుదుము. నభోమధ్యరేఖమీది నభోమూర్తి డెక్లినేషన్ 0°; ధ్రువముల దగ్గరి నభోమూర్తుల డెక్లినేషన్ 90°. నభోమధ్యరేఖకును ధ్రువములకును నడుమనున్న నభోమూర్తుల డెక్లినేషన్‌లు 0° కును 90° కును నడుమగల విలువలను కలిగి యుండును.

డెక్లినేషన్ రైట్‌ఎసెన్షన్ పద్ధతిలో డెక్లినేషన్ అనునది నభోమూర్తియొక్క ఉత్తరదక్షిణముల కొలత. ఇక ఆనభోమూర్తిస్థానమును నిర్దిష్టముగా గుర్తింపగలుగుటకుగాను తూర్పు

పడమరల కొలత కావలసియున్నది. ఈతూర్పుపడమరల కొలతకే రైట్ఎసెన్షన్ అనిపేరు. దీనిని మేషాదిబిందువునుండి లెక్కింతురు. 16 వ చిత్రములో r_ మేషాదిబిందువును సూచించును. M అనునది x అను నభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్‌వృత్తము నభోమధ్యరేఖను ఖండించుబిందువు. నభోమధ్యరేఖమీదుగా r,M లకు గల కోణీయదూరమునకే ఆనభోమూర్తియొక్క రైట్ ఎసెన్షన్ అని పేరు.

రైట్ ఎసెన్షన్‌ను మరియొకరీతినిగూడ వివరించుటకు వీలుగలదు. నభోమధ్యరేఖమీదుగా కొలిచినపుడు మేషాదిబిందువుయొక్క డెక్లినేషన్ వృత్తమునకును, ఒక నభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ వృత్తమునకును గల కోణీయదూరమే ఆ నభోమూర్తియొక్క రైట్ఎసెన్షన్. మేషాదిబిందువుయొక్క రైట్ఎసెన్షన్ 0° అనుకొని దానినుండి తూర్పు దిశగా 360° వరకును కొలిచి, నభోమూర్తియొక్క రైట్ఎసెన్షన్ ఎంతయో పేర్కొందురు.

ఒక నభోమూర్తియొక్క రైట్ఎసెన్షన్ కొలతను అంశలలోగాక గంటలు నిమిషములలోకూడ పేర్కొనుట కలదు. ఒకరోజు 24 గంటలకు సమానము. నభోగోళము 24 గంటలకొక భ్రమణమును చేయును; అనగా నది 24 గంటల కాలములో 360 అంశల మేరను, 1 గంటకాలములో $\frac{360}{24}=15$ అంశల మేరను,........చుట్టును. కాబట్టి మేషాదిబిందుద్వారముగా పోవుచున్న డెక్లినేషన్ వృత్తము '0' గంటలను నిరూపించుచున్నదనుకొన్నచో 15° తూ. డెక్లినేషన్ వృత్తము 1 గంటను, 30° తూ. డెక్లినేషన్‌వృత్తము 2 గంట

లను,... .....అట్లే వేర్వేరు డెక్లినేషన్ వృత్తములు ఆయా కాలములను నిరూపించుచున్నవని భావింపవచ్చును. అనగా 1 గంట రైట్ ఎసెన్షన్ గల నభోమూర్తి మేషాదిబిందువునకు 15 అంశల దూరమునను, 2 గంటల రైట్ ఎసెన్షన్ గల నభోమూర్తి మేషాదిబిందువునకు 30 అంశలదూరమునను,......... ఉండును. డెక్లినేషన్వృత్తముల నీరీతిగా గంటలలోకూడ వ్యక్తపరచుటకు వీలున్నది కాబట్టి వానిని హోరావృత్తము లనియును పేర్కొందురు.

మేషాదిబిందువుద్వారముగా పోవుచున్న డెక్లినేషన్ వృత్తము అవేక్షకుడున్న ప్రదేశములోని యామ్యోత్తరవృత్తమును చేరుకొనునప్పుడు కాలము 0 గంటలని (నక్షత్రకాలము) సాధారణముగా భావింతురు. భూభ్రమణమువలన డెక్లినేషన్ వృత్తములు పశ్చిమముగా సంచరించుచున్నట్లు కనపడును. అందుచేత 1 గంట డెక్లినేషన్ వృత్తము (అనగా 15° డెక్లినేషన్ వృత్తము) మీది నక్షత్రములన్నియును 1 గంట నక్షత్రకాలమునకు యామ్యోత్తరవృత్తముమీదికి వచ్చును. అట్లే 2 గంటల డెక్లినేషన్వృత్తముమీది నక్షత్రములన్నియును 2 గంటల నక్షత్రకాలమునకును, 3 గంటల డెక్లినేషన్ వృత్తముమీది నక్షత్రములన్నియును 3 గంటల నక్షత్రకాలమునకును,......... యామ్యోత్తర వృత్తముమీదికి వచ్చును. ఇక అవేక్షకుడున్న ఒకప్రదేశమందు కాలము (నక్షత్రకాలము) 4 గంటలయినచో, 4 గంటల రైట్ ఎసెన్షన్ గల నక్షత్రములన్నియును యామ్యోత్తర వృత్తముమీదను, 5 గంటల రైట్

ఎసెన్షన్‌గల నక్షత్రములు యామ్యోత్తరవృత్తమునకు 15° తూర్పునను, 2 గంటల రైట్ ఎసెన్షన్‌గల నక్షత్రములు యామ్యోత్తర వృత్తమునకు 30° తూర్పునను,......... ఉండును. ఆసమయముననే 5 గంటల రైట్ ఎసెన్షన్‌గల నక్షత్రములు యామ్యోత్తర వృత్తమునకు పడమరగా 15° దూరముననను, 6 గంటల రైట్ ఎసెన్షన్‌గల నక్షత్రములు యామ్యోత్తరవృత్తమునకు పడమరగా 30° దూరముననను, ...ఉండును. కాబట్టి నక్షత్రకాలమును తెలియ జేయునట్టి గడియారమును, నక్షత్రపట్టికయును ఉన్నచో ఒక ప్రదేశమం దేసమయమున ఏనక్షత్రములు ఆకాశమం దేస్థాన ములో కనపడునో సులువుగా చెప్పవచ్చును.

మనము నిత్యము వాడుకొనుచుండు గడియారములు చూపు కాలమునకును, నక్షత్రకాలమునకును కొద్దివ్యత్యాస ముండును. మనము వాడుకొనుగడియారములుచూపు కాల మునకు మాధ్యమసౌరకాలమని పేరు.

మేషాదిబిందువునకును, ఒకనక్షత్రమునకును గల దూరములోగాని, ఆనక్షత్రమునుండి నభోమధ్యరేఖదూర ములోగాని భూభ్రమణ, పరిభ్రమణములవలన మార్పురాదు. అందుచేత నక్షత్రములయొక్క డెక్లినేషన్, రైట్ ఎసెన్షన్‌లు స్థిరముగనేయుండును. కాని అయనచలనమువలన మేషాదిబిందు స్థానములో మార్పువచ్చును కాబట్టి ఒక నక్షత్రముయొక్క రైట్ ఎసెన్షన్ కొలతలో కాలము గడచినకొలదియు అత్యల్పమైన మార్పు సంభవించునని గ్రహింపవలెను.

నక్షత్రరాసులు

నక్షత్రములు ఆకాశమందంతటను సమానముగా వ్యాపించిలేవు; ఒకచోట దట్టముగను, వేరొకచోట పల్చగను అవి యున్నవి. అవి సమానతీక్ష్ణతతోకూడ ప్రకాశించుట లేదు; వానిలోకొన్ని ఎక్కువదీప్తిమంతములై యున్నవి; మరికొన్ని అత్యల్ప తేజోవంతములైయున్నవి. నక్షత్రములను వరుసగా కొన్ని నెలలలో, దినములలో పరిశీలించినయెడల, భూభ్రమణ, పరిభ్రమణములవలన వానిస్థానములలో సదా మార్పు వచ్చుచున్నను, వానిసాపేక్షస్థానములలోమాత్ర మెట్టి మార్పు మనకు గోచరము కాదు. గదిలో నీలిరంగుపూసిన గోడపై చేతివ్రేళ్ళతో సున్నమును చిలికినట్లయిన చుక్కలు చుక్కలుగా నది గోడపై పడును. ఆచుక్కలకేసి తదేకధ్యానముతో కొంతసేపు చూచినయెడల వానిలో కొన్ని చిన్నవి, కొన్ని పెద్దవి యున్నటులను, అవి యన్నియు సమానముగా వ్యాపించి యుండనటులను, కొన్నికూటములుగా నవి అమరియుండి కొన్ని అకారములను స్ఫురింపజేయుచున్నటులను మనకు వ్యక్తమగును. ఆకాశములో నక్షత్రములను పరిశీలించిననుకూడ ఒక్కొక్కప్రాంతమందున్నవి చేరి భూమిపై మనకు పరిచితములైన ఆకారములుగా- మనుజుని ఆకారము, సింహాకారము, త్రిభుజాకారమునంటివి- నేర్పడినటుల స్ఫురించును. ఇట్టి ఆకారములుగా నేర్పడిన నక్షత్రసమూహములకే నక్షత్రరాసులని పేరు. భూమిమీదనియొక పట్టణమును గుర్తించుటకు ఆపట్టణమున్న దేశము, మండలము ఎట్లు సాయపడునో ఆరీతిగనే యొక

నక్షత్రమును గుర్తుపట్టుటకు ఆనక్షత్రమున్న నక్షత్రరాశి విశేషముగా తోడ్పడును.

నక్షత్రములను రాసులుగా నేర్పరచుటలో పౌరాణిక గాథలను ప్రాతిపదికగా ప్రాచీనులు స్వీకరించిరి. ఉదాహరణముగను కచదేవయానీగాథను సంబంధించిన కచుడు, దేవయాని, శర్మిష్ఠ, పురూరవుడు మున్నగు రాసులన్నియును వరుసగా ఆకాశరంగమున నేర్పాటుచేయబడినవి. సునీతి కుమారుడు పరమేశ్వరునిగూర్చి ఘోరతపమాచరించి, సుస్థిరమైన ధ్రువపదమును బొందుట, మత్స్యగంధి వృత్తాంతము,......ఆదిగా గల అనేకములు గగనతలమున మనకు గోచరమగును. అట్లే గ్రీకు పౌరాణికగాథలకును నక్షత్రరాసులకును సమన్వయము కుదుర్పవచ్చును. కాబట్టి పౌరాణికగాథలను సూచించు బొమ్మల పుస్తకముగా ఆకాశతలమును ప్రాచీనులు వినియోగించుకొనిరని మనము భావించినను భావింపవచ్చును.

పైని పేర్కొనినట్లు ప్రాచీను లేర్పరచిన నక్షత్రరాసులు నక్షత్రములను గుర్తుపట్టుటకు హెచ్చుగా తోడ్పడుననుటలో సందేహము లేదు. కాని వారి నక్షత్రరాసుల సరిహద్దులు అంతగా నిర్దిష్టములుగావు; పైగా ఒకదేశమువారి నక్షత్రరాసులకును వేరొకదేశమువారి నక్షత్రరాసులకును వ్యత్యాసము లున్నవి. ఖగోళవిజ్ఞానము బాగుగా పెంపొంది, అంతర్జాతీయ ఖ్యాతిని కూడ పొందినతరువాత ఇట్టి సందిగ్ధత కోరతగినది కాదుగదా ! అందుచేత 1928 వ సంవత్సరములో అంతర్జాతీయపు టొడంబడికవలన నక్షత్రముల నన్నిటిని 88 రాసులుగా శాస్త్రజ్ఞు లేర్పరచి, యేయే నక్షత్రరాశి ఆకాశమం దేయే

అక్షాంశ, రేఖాంశముల మధ్య వ్యాప్తమై యున్నదో నిర్దేశిం చిరి. అంతేగాక ఒక్కొక్క నక్షత్రరాశిలోనున్న వేర్వేరు నక్షత్రములను వాని దీప్తుల ననుసరించి క్రమముగా ఆల్ఫా, బీటా, గామా, డెల్టా,........మున్నగు గ్రీకుఅక్షరములతో చేర్చి పిలుచుటను ఆచరణలో పెట్టిరి. టారస్ రాశిలో మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన ఆల్డిబెరాన్ నక్షత్రమునకు ఆల్ఫాటారై అనిపేరు. అయితే అత్యధిక దీప్తిమంతములైన కొన్ని ప్రత్యేకనక్షత్ర ములను, ఉదాహరణమునకు ఆల్ఫాకేనిస్ మెజోరిస్, ఆల్ఫా లైరె, బీటాఒరయానిస్ మున్నగు వానిని ఈపేర్లతోపాటు (ఈపేర్లు ఆల్ఫా, బీటా, గామా మున్నగు ఉపపదము లతోకూడిన నక్షత్రరాసుల నామములు.) వాని ప్రత్యేక నామ ములు అనగా సిరియస్, వేగా, రిగెల్ మున్నగుపేర్లతోకూడ వ్యవహరింతురు. మిక్కిలి తక్కువ దీప్తిమంతములైన నక్షత్ర ములను అవి యే నక్షత్రరాశికి చెందినవో ఆనక్షత్రరాశి నామముతో ఒక అంకెనుచేర్చి పిలుతురు. ఉదాహరణమునకు '27 కేనిస్ మెజోరిస్' అనునది కేనిస్ మేజర్ రాశిలో దీప్తి క్రమమున 27 వ నక్షత్రము. తక్కువ దీప్తిమంతమైన మరికొన్ని నక్షత్రములను ఆనక్షత్రముల నెవ రవేక్షించి పట్టిక కెక్కిం చిరో ఆ యవేక్షకుని పట్టికాసంఖ్యతో వ్యవహరించుటయును గలదు. ఉదాహరణమునకు 'ఫ్లాంస్టీడ్ 359' అనునది ఫ్లాంస్టీడ్ శాస్త్రజ్ఞుడు తయారుచేసిన నక్షత్రపట్టికలో 359 వ నక్షత్రము. ఇక విలక్షణమైన కొన్నిప్రత్యేక నక్షత్రములను ఆనక్షత్రముల నెవ రవేక్షించి యనుశీలించిరో వారిపేరున పిలుతురు. అత్య

ధిక వేగముగల బార్నార్డ్స నక్షత్రము. హెచ్చుద్రవ్యమయమైన పియజ్జి నక్షత్రము, శ్వేతవామనతారమైన వాన్ మేనన్ నక్షత్రమును ఇట్టివే.

పెద్దపెద్ద పట్టణములలో ఏదైన నొకయిల్లు ఎక్కడ నున్నదో తెలిసికొనుటకు అది యేపేటలో, ఏవీథిలో నున్నదో, దాని 'నెంబ' రెంతో తెలియుట యెట్టులముఖ్యమో ఆరీతిగనే ఆకాశమందున్న ఒక నక్షత్రమును సులువుగా గుర్తుపట్టుటకు అది యేనక్షత్రరాశికి చెందినదో, దీప్తిక్రమమునుబట్టి దాని పేరేమిటో, దాని రైట్ఎసెన్షన్ డెక్లినేషన్‌లు ఎంతెంతయో మున్నగు విషయముల పరిజ్ఞానముకూడ చాల అవసరము.

నక్షత్రరాసులను, ఆనక్షత్రరాసులలోని ముఖ్యమైన నక్షత్రములను గుర్తుపట్టుటకు సులభమైన విధానము యామ్యోత్తర వృత్తమును దాటునట్టి సమయములో ఆయా నక్షత్రరాసులను నక్షత్రపటముల సాహాయ్యమున ననుశీలించుట. భూమిపై నొకప్రదేశముయొక్క స్థానమునం దెంతకాలమైనను నెట్టిమార్పును భూతలముపైనున్న యొక అపేక్షకునకు కానరాదు. అందుచేత ఒకప్రదేశముయొక్క అక్షాంశ రేఖాంశములెల్లప్పుడు స్థిరముగనే యుండును. కాని భూభ్రమణ పరిభ్రమణములవలన నక్షత్రముల స్థానములలో సదా మార్పువచ్చుచుండును. కాబట్టి నక్షత్రముల డెక్లినేషన్ రైట్ఎసెన్షన్‌లు స్థిరముగనే యుండున ట్లేర్పాటుచేయబడినను, అక్షాంశ రేఖాంశములు తెలిసినప్పుడు భూగోళపటసాహాయ్యమున నొకప్రదేశమును సులువుగా గుర్తుపట్టగలిగినట్లు ఖగోళపటసాహాయ్యమున నక్షత్రములను గుర్తుపట్టలేము. అందులకై నక్షత్రరాసు

లను గుర్తుపట్టుటను నేర్చుకొనసంకల్పించినవారు అనుదిన మును రాత్రి 8–10 గంటలమధ్య యామ్యోత్తర వృత్తమును దాటు నక్షత్రరాసులను అనుశీలించినచో ఒకసంవత్సరకాల ములో వారున్నప్రదేశములో కనపడు నక్షత్రరాసుల నన్నిటిని గుర్తుపట్టుట వారికి తెలియును. 2, 3 పటములలో ముఖ్యమైన నక్షత్రరాసులు, వాని డెక్లినేషన్ రైట్‌ఎసెన్షన్‌లు పొందు పరచడమైనది. పటముల దిగువను పేర్కొనబడిన నెలలనుబట్టి ఆయా నెలలకెదురుగానున్న రైట్‌ఎసెన్షన్‌లుగల నక్షత్రములు ఆయా నెలలలో రాత్రి 9 గంటలప్రాంతమున యామ్యోత్తర రేఖపై నుండునని తెలియనగును. ఒకనక్షత్రముయొక్క డెక్లినేషన్ క– అంశ లయియుండి, అవేక్షకుడా నక్షత్రమును చ– అంశల అక్షాంశప్రదేశమునుండి అనుశీలించుచున్నయెడల, యామ్యోత్తరరేఖపై నున్నపుడా నక్షత్రము శీర్షబిందువునకు (చ– క) అంశల దూరమున కనపడును. (చ– క) విలువ ధనరాశియైనచో ఆనక్షత్రము శీర్షబిందువునకు దక్షిణమునను, ఋణరాశియైనచో నది శీర్షబిందువునకు ఉత్తరమునను గోచర మగును.

నక్షత్రరాసులను సాధారణముగా ఉత్తరమండల నక్షత్రరాసులు, క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్రరాసులు, దక్షిణ మండల నక్షత్రరాసులని మూడువర్గములుగా విభజింతురు. పరి ధ్రువ నక్షత్రరాసులు, క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్రరాసులు, నభోమధ్యరేఖామండల నక్షత్రరాసులని మరియొక తీరునకూడ వానిని వర్గీకరించుట కలదు.

భూమి గోళాకారమున నుండుటచేత ఉత్తరధ్రువప్రాంతమువారికి ఉత్తరధ్రువనక్షత్రము నడునెత్తిమీద కానవచ్చి, నభోమధ్యరేఖకు ఉత్తరమందున్న నక్షత్రములుమాత్రమే గోచరములగును. వారికి కన్పడు నక్షత్రము లివి మాత్రమే. వీనికి ఉదయాస్తమయములు లేవు ; రాత్రికాలమం దెప్పుడు చూచినను ఇవి ప్రత్యక్షమగును. భూమి ధ్రువనక్షత్రదిశగానున్న తనయక్షముపై 24 గంటల కాలములో నొకసారి భ్రమించుచుండుటవలన నీప్రాంతమందలి ప్రతి నక్షత్రమును దిక్చక్రమునకు నిర్దిష్టమైన కొంత యెత్తులోనుండి ధ్రువనక్షత్రముచుట్టును అపసవ్యదిశలో ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నట్లుల అభివ్యక్తమగుచున్నది. అందువలన ఉత్తరధ్రువమునుండి చూచినపుడు కానవగు ప్రతినక్షత్రమును పరిధ్రువనక్షత్రము.

ఉత్తరధ్రువమునుండి చూచినపుడు కన్పడు ఆకాశదృశ్యమునకు సాదృశ్యమైన దృశ్యమే దక్షిణధ్రువమునుండి యవలోకించినపుడు కానవగును. దక్షిణధ్రువప్రాంతస్థులకు దక్షిణధ్రువబిందువునకు చేరువగానున్న సిగ్మా ఆక్టాన్‌టిస్ ఇంచుమించుగా నడునెత్తిమీదను, నభోమధ్యరేఖకు దక్షిణమందున్న నక్షత్రములు దానిచుట్టును సవ్యదిశలో ప్రదక్షిణమొనర్చుచు నుగోచరించును. అందుచే నివి యన్నియునుకూడ పరిధ్రువనక్షత్రములే. వీనికిని ఉదయాస్తమయములుండవు. దిక్చక్రమునకు సమీపమందున్న నక్షత్రములు దిక్చక్రమునకు సమాంతరముగానున్న వర్తుల మార్గమునను, బాగుగా ఎత్తుననున్న నక్షత్రములు సిగ్మాఆక్టాన్‌టిస్ చుట్టు చిన్న వృత్తాకార

మార్గమునను సంచరించుచు రాత్రికాలమం దేసమయమున నవేక్షించినను ప్రత్యక్షమగును.

ధ్రువములనుండి చూచినపుడు కానవగు ఆకాశదృశ్యమునకును భూమధ్యరేఖనుండి చూచినపుడు కానంబడు నా దృశ్యమునకును హెచ్చువ్యత్యాస మున్నది. ధ్రువమునుండి చూచినపుడు అదియున్న నభోగోళార్ధభాగమందలి నక్షత్రములు మాత్రమే కంటబడునుగాని భూమధ్యరేఖనుండి చూచినపుడు నక్షత్రరాసు లన్నియును ప్రత్యక్షమగును. కాని వీనిలో నొక నక్షత్రమునుకూడ పరిధ్రువనక్షత్రముకాదు. అందుచేత నివి యన్నియును ఉదయించి, అస్తమించుచుండును. ఆకాశములో రాత్రికాలమందంతయును సాధారణముగా నివి గోచరములు కావు. ఇక్కడినుండి చూచినపుడు ధ్రువనక్షత్రములు నడునెత్తిసిగాక దిక్చక్రమున ప్రత్యక్షము లగును.

ఆంధ్రదేశము భూమధ్యరేఖ కుత్తరమున రమారమి 12-20 అక్షాంశములనడుమ వ్యాపించియున్నది. కాబట్టి మనదేశములో నేప్రదేశమునుండియైనను చూచినపుడు దిక్చక్రమునకు కొంచెముఎత్తుగా ధ్రువనక్షత్రము కనపడును. ఇక ఇక్కడప్రత్యక్షమగు నక్షత్రములలో చాలతక్కువ నక్షత్రములు మాత్రమే పరిధ్రువ నక్షత్రములు; మిగిలినవన్నియును ఉదయాస్తమయములు గలవియే. రమారమి 70 దక్షిణఅక్షాంశరేఖవరకును వ్యాపించియున్న నక్షత్రములన్నియును మనకగపడును.

పై వివరణనుబట్టి ఒకప్రదేశమున కన్పడు నక్షత్రములకును వేరొక ప్రదేశమున నగపడు నక్షత్రములకును వ్యత్యాస

మున్నదని వ్యక్తమగును. పరిధ్రువనక్షత్రములసంఖ్య అపేక్షకస్థానముపై నాధారపడియుండును. ఏనక్షత్రముయొక్క ధ్రువదూరము అపేక్షకస్థానఅక్షాంశముకంటె తక్కువగ నుండునో ఆప్రదేశమున నదియే పరిధ్రువ నక్షత్ర మగుచుండును కాబట్టి అపేక్షకస్థానఅక్షాంశము తగ్గినకొలదియు నక్కడనుండి చూచినపుడు ప్రత్యక్షమగు పరిధ్రువనక్షత్రములసంఖ్యకూడ తగ్గును. ఇక అపేక్షకస్థానము భూగోళమందే యర్ధగోళమున నేయక్షాంశమందున్నదో నభోగోళమునందు రెండవఅర్ధభాగమున అన్నిఅంశలకంటె తక్కువ ధ్రువదూరముగల నక్షత్రములు కనపడవు. ఉదాహరణమునకు 30 ఉత్తరఅక్షాంశమునుండి అపేక్షించినపుడు దక్షిణ నభోఅర్ధగోళమందలి 30 అంశలలోపు ధ్రువదూరముగల నక్షత్రములు తప్ప మిగిలిన నక్షత్రములన్నియును గోచరించును. అట్లే 20 దక్షిణ అక్షాంశమునుండి ఆకాశమును వీక్షించినపుడు ఉత్తర నభోఅర్ధగోళమందలి 20 అంశలలోపు ధ్రువదూరముగల నక్షత్రములు తప్ప మిగిలిన వన్నియు ప్రత్యక్షమగును.

భూమిసూర్యునిచుట్టును తిరుగుచున్న మార్గమునకు, లేదా ఆకాశములో సూర్యుని దృశ్యమార్గమునకు క్రాంతివృత్తమని పేరుగదా! ఈక్రాంతివృత్తమునుండి కొద్దిఅంశలమేర ఉత్తర దక్షిణములుగా విస్తరించియున్న మండలమే క్రాంతివృత్తమండలము. సూర్యుడేగాక గ్రహములును చంద్రుడునుకూడ ఈ మండలమందే సంచరించుచున్నట్లగపడుదురు. ఈమండల మందలి నక్షత్రరాసులకు క్రాంతివృత్తమండలరాసులని పేరు.

అశ్వినినుండి రేవతివరకునుగల 27 నక్షత్రములును ఈభాగమందే యున్నవి. అశ్విని, భరణి మున్నగు నక్షత్రములు సామాన్యముగా ఏకనక్షత్రములుకావు; కొన్ని నక్షత్రములచేరికచే నవి యేర్పడినవి. అందుచేత ఒక్కొక్క నక్షత్రము ఆకాశములో కొంతమేరవరకును వ్యాపించియుండును. ఇట్లు ఒక్కొక్క నక్షత్రము వ్యాపించియున్న ప్రదేశమును స్థూలముగ నాలుగు భాగములుచేసి, ఆభాగములను పాదములని పేర్కొనిరి. ఇట్టి పాదములను తొమ్మిదింటిని చేర్చినయెడల ఒకనక్షత్రరాశి యగును. అశ్వినీనక్షత్రముయొక్క నాలుగుపాదములు, భరణీ నక్షత్రముయొక్క నాలుగుపాదములు, కృత్తికానక్షత్రము యొక్క మొదటిపాదము చేరి మేషరాశి యగును; కృత్తికా నక్షత్రముయొక్క మిగిలిన మూడుపాదములు, రోహిణీనక్షత్ర ముయొక్క నాలుగుపాదములు, మృగశిరానక్షత్రముయొక్క మొదటి రెండుపాదములుచేరి వృషభరాశి యగును. ఇట్లే మేషాది ద్వాదశరాసులును ఆయానక్షత్రపాదముల చేరికచే నేర్పడుచున్నవి.

అంతర్జాతీయ ఖగోళవిజ్ఞానసమితివారి 1928 వ సంవత్సరపు ఒడంబడిక ప్రకారము మొత్తము నక్షత్రరాసులసంఖ్య 88 గదా! వానిలో 28 ఉత్తరమండల నక్షత్రరాసులు; 12 క్రాంతి వృత్తమండల నక్షత్రరాసులు ; 48 దక్షిణమండల నక్షత్ర రాసులు. ఈదిగువ పట్టికవలన ఆనక్షత్రరాసుల పేర్లను తెలిసికొనవచ్చును. ఆతరువాతిపుటలలో ఆనక్షత్రరాసులలో ముఖ్యమైనవానిని గుర్తించువిధానము వివరించుటమైనది.

ఉత్తరమండల నక్షత్రరాసులు. (28)

1 ఏండ్రోమిడా
2 ఏక్విలా
3 ఆరిగా
4 బూటెస్
5 కేమెలో పర్డాలిస్
6 కేనెస్ వెనాటిసి
7 కేసియోపియా
8 సెఫియస్
9 కోమా బెరినైసెస్
10 కోరోనా బోరియాలిస్
11 సైగ్నస్
12 డెల్ఫినస్
13 డ్రేకో
14 ఈక్యూలియస్
15 హెర్క్యులస్
16 లాసెర్టా
17 లియోమైనర్
18 లిన్క్స్
19 లైరా
20 ఒఫియూఖస్
21 పెగాసస్
22 పెర్సియస్
23 సగిట్టా
24 సర్పెన్సు
25 ట్రయాంగ్యులమ్
26 అర్సా మేజర్
27 అర్సా మైనర్
28 వుల్పెక్యులా

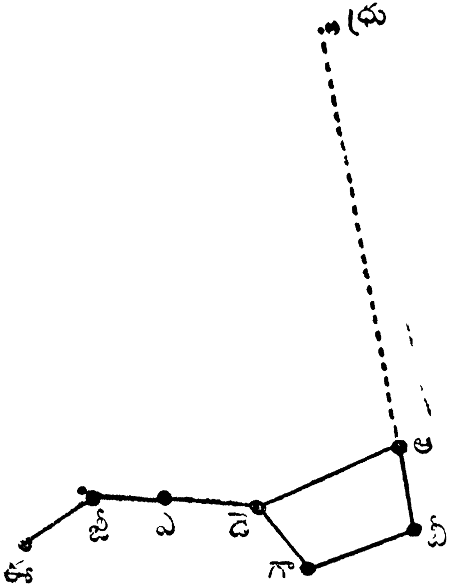
క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్రరాసులు. (12)

1 ఎక్వేరియస్
2 ఏరీజ్
3 కేన్సర్
4 కేప్రికార్నస్
5 జెమినై
6 లియో
7 లైబ్రా
8 పిసీజ్
9 సగిటేరియస్
10 స్కార్పియస్
11 టారస్
12 వర్గో

దక్షిణమండల నక్షత్రరాసులు. (48.)

1 ఏన్ట్లియా
2 ఏపస్
3 ఏరా
4 కేలమ్
5 కేనిస్ మేజర్
6 కేనిస్ మైనర్
7 కరైనా
8 సెంటారస్
9 సీటస్
10 కెమిలియాన్
11 సర్సినస్
12 కొలంబా
13 కొరోనా ఆస్ట్రినా
14 కార్వస్
15 క్రేటర్
16 క్రక్స
17 డొరేడొ
18 ఎరిడేనస్
19 ఫర్నాక్స
20 గ్రస్
21 హొరొలాజియమ్
22 హైడ్రా
23 హైడ్రస్
24 ఇన్డస్
25 లెపస్
26 ల్యూపస్
27 మెన్సా
28 మైక్రోస్కోపియం
29 మోనోసెరాస్
30 మస్కా
31 నార్మా
32 ఆక్టాన్స
33 ఒరయన్
34 పేవో
35 ఫీనిక్స
36 పిక్టర్
37 పైసిస్ ఆస్ట్రినస్
38 ప్యూపిస్
39 పైక్సిస్
40 రెటిక్యులమ్
41 స్కల్ప్టర్
42 స్కూటమ్
43 సెక్స్టాన్స
44 టెలిస్కోపియమ్
45 ట్రయాంగ్యులమ్ ఆస్ట్రేలి
46 ట్యూకానా
47 వేలా
48 వోలక్స

ఉత్తరార్ధగోళమందున్నవారికి సామాన్యముగా సంవత్సరము పొడుగునను కనబడు నక్షత్రరాశి సప్తర్షిమండలము. సులువుగా గుర్తుపట్టగలిగినదికూడ ఇదే. ఈనక్షత్రరాశిని గుర్తుపట్టుటను బాగుగా నేర్చుకొన్నచో మిగిలిన నక్షత్రరాసులను సులభముగ తెలిసికొనవచ్చును. ఇది అర్సామేజర్ అను నక్షత్రరాశిలో భాగము.



17 వ చిత్రము

ధ్రు — ధ్రువనక్షత్రము
ఆ — ఆల్ఫా (క్రతువు)
బీ — బీటా (పులహుడు)
గా — గామా (పులస్త్యుడు)
డె — డెల్టా (అత్రి)
ఎ — ఎప్సిలాన్ (అంగీరసుడు)
జీ — జీటా (వసిష్ఠుడు)
ఈ — ఈటా (మరీచి)

ఆకాశమం దుత్తరభాగములో చతురస్రాకారపు శీర్ష బిందువులందు నాలుగునక్షత్రములును, ఆనక్షత్రములకు తోకగా మూడు నక్షత్రములును మొత్తము ఏడు కాంతిమంతమైన నక్షత్రములు కనపడును. ఈయేడునక్షత్రములకే సప్తర్షి మండలమని పేరు. చతురస్రాకారపు శీర్షబిందువులందున్న నాలుగు నక్షత్రములకును వరుసగా ఆల్ఫా (క్రతువు), బీటా (పులహుడు), గామా (పులస్త్యుడు), డెల్టా (అత్రి) అని పేర్లు. తోకలోనున్న నక్షత్రములకు తోక మొదటినుండి వరుసగా ఎప్సిలాన్ (ఆంగీరసుడు), జీటా (వసిష్ఠుడు), ఈటా (మరీచి) అని పేర్లు. తోకలో మధ్యనున్న వసిష్ఠనక్షత్రమునకు ప్రక్కగ మినుకు మినుకుమనుచు నుండు చిన్ననక్షత్రమే అరుంధతి. అరుంధతీవసిష్ఠులను జంటతారలని పూర్వులభిప్రాయపడిరి. వివాహసమయములో నూతనదంపతులకు చూపించునట్టి జంట యిదే. ఒకదానినొకటి యెడబాయక సంచరించుచున్న ట్లగ పడుచున్న ఆ యరుంధతీవసిష్ఠ నక్షత్రములకు హైందవపౌరాణికులు దాంపత్యము నారోపించి, ఆపురాణదంపతులు కల కాలమునుండియు నొకరినొక రనుసరించి యెల్లనునుకూలముగా ప్రవర్తించుచుండిరో ఆరీతిగనే యీ నూతన దంపతులుకూడ తమ దాంపత్యజీవితమును గడపవలయునను మహాదాదర్శముతో నాజంటను వివాహసమయమున చూపించుచుందురు.

సప్తర్షి మండలమును 'బిగ్ డిప్పర్' అని అమెరికాదేశీయులును, 'ప్లౌ' అని ఆంగ్లేయులును వ్యవహరింతురు. అర్సామేజర్ రాశినంతటిని కలిపి 'గ్రేట్ బేర్' అను దానిఆంగ్లేయ పర్యాయపదముతో కొందరు పేర్కొనుచుందురు.

సప్తర్షి మండలములోని బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రములు రెండింటికిని సూచికలనిపేరు. బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రములను కలుపునట్టి రేఖను బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రముల నడిమిదూరమునకు రమారమి అయిదురెట్లుదూరము బీటా ఆల్ఫా దిశగా పొడిగించినచో నది ఆకాశములో ఉత్తరముననున్న మరియొక నక్షత్రము ప్రక్కనుండి దూసికొనిపోవును. అదియే ధ్రువనక్షత్రము. ఉత్తానపాదుని తనయుడైన ధ్రువుడు శ్రీమన్నారాయణునిగూర్చి ఘోరమైనతప మాచరింపగా భగవంతుడు మెచ్చి, ఆకాశమం దుత్తరధ్రువపదము నలంకరించి మహోజ్జ్వలదీప్తితో వెలుగొందుచు చిరకాలము స్థిరముగా నుండునట్లాయనకు వరమిచ్చె ననియును, తదనుగుణముగనే ఆకాశములో కలకాలమునుండి వెలుగొందుచు ధ్రువనక్షత్ర మున్నదనియును, నక్షత్రము లన్నిటివలె వినువీథిని సంచరింపక నది స్థిరముగా నున్నదనియును మన వేదములందున్నది. ఈకథ వేదష్షల కల్పనాశక్తికి ప్రబల నిదర్శనము. నక్షత్రము లన్నియును సంచరించుచున్నట్లు ధ్రువనక్షత్రము గగనవీథిని ప్రయాణము చేయక స్థిరముగానుండుట కొంతవరకు నిజమే ; కాని పూర్తిగా సత్యముగాదు. పైగా అది స్థిరముగా నుండుటకు కారణము భగవంతుని వరముకాదు. భూమ్యక్షమును ఉత్తరదిశగా పొడిగించినచో అది ఆకాశము నెక్కడచేసినో ప్రస్తుతము ధ్రువనక్షత్రము ఇంచుమించు అక్కడనే యున్నది. భూమి తన యక్షముపై భ్రమించుచుండుటచేతనే నక్షత్రములకు దైనిక చలనము కలుగుచున్నది కాబట్టి భూమ్యక్షదిశలో ఆకాశమం

మున్న నక్షత్రములకు భ్రమణగతి యుండదు; అవి స్థిరముగ నున్నట్లుగనే కనపడును. స్థూలదృష్టికి ధ్రువనక్షత్రము స్థిరముగ నున్నట్లగపడునుకాని సూక్ష్మముగా నవేక్షించినచో నది కూడ భ్రమణగతికి లోనైయున్నట్లును, అత్యల్పవ్యాసార్థము గల వర్తుల మార్గమున భ్రమించుచున్నట్లును వ్యక్తమగును. నభోత్తరధ్రువమునకు రమారమి 1¼ అంశలదూరములో ప్రస్తుతము ధ్రువనక్షత్ర ముండుటయే అందుకు కారణము.

ధ్రువనక్షత్రమును జాగ్రత్తగా అవేక్షించినయెడల అది యొక నక్షత్రరాశికి చెందినదని వ్యక్తమగును. ఈ నక్షత్రరాశి సప్తర్షి మండలమును పోలియేయుండును. దీనికి అర్సామైనర్ అనిపేరు. ఈనక్షత్రరాశియందుకూడ చతురస్రాకారపు శీర్షము లందు నాలుగు నక్షత్రములును, ఆనక్షత్రములకు తోకవలె మూడునక్షత్రములును ఉండును. ఈమూడు నక్షత్రములలో చివరినక్షత్రమే ధ్రువుడు. ఆరాశిలోని నక్షత్రములందెల్ల మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన నక్షత్ర మదియే.

ఆకాశములో అర్సామేజర్ వ్యాపించియున్నంత ఎక్కువ ప్రదేశమునకు అర్సామైనర్ విస్తరించియుండలేదు. పైగా వీనిలో నొకటి తలక్రిందుగా నున్నపుడు రెండవది నిలువుగా నుండి, వాని తోకభాగము లెల్లపుడును ఒకదాని కొకటి విముఖదిశలోనే విస్తరించియుండును.

అర్సామేజర్ నక్షత్రరాశిని, ధ్రువనక్షత్రమును గుర్తిం చుటను బాగుగా తెలిసికొనినపిమ్మట ఆకాశమం దుత్తరభాగ మందలి యితరనక్షత్రరాసులను గుర్తించుట కడు సులభము.

అర్సామేజర్, అర్సామైనర్ రాసులు రెంటింటికిని నడుమ నున్న నక్షత్రములు డ్రేకోరాశికి చెందినవి. ఇవి బీటా అర్సా మేజోరిస్‌కును ధ్రువనక్షత్రమునకును ఇంచుమించు మధ్యనుండి అర్సామైనరురాశిలో చతురస్రాకారపు శీర్షములందున్న నక్షత్రముల దిశగా బాగుగాపైకి వ్యాపించి, అక్కడనుండి ధ్రువతారవైపునకు పెద్దవంపు తిరిగి, మరల ధ్రువతారకు విముఖదిశగా హెర్క్యులస్ రాశివైపునకు విస్తరించియున్నవి. ఆంగ్లభాషలోని 'S' అను అక్షరమును కుడియెడమలు తారు మారుచేయగా నేర్పడు ఆకారమున ఈరాశి యున్నది.

సప్తర్షి మండలములో సూచికలను కలుపు రేఖను ధ్రువ నక్షత్రమువైపునకు, ధ్రువనక్షత్రమును దాటి యింకను మీదికి పొడిగించినచో, W- ఆకారమందున్న 5 పెద్దనక్షత్రముల దరి నుండి అది పోవును. ఈ నక్షత్రములగుంపే కాసియోపియా రాశి. ధ్రువనక్షత్రమున కొకవైపున సప్తర్షి మండలమును, దానికి విముఖదిశలో కాసియోపియారాశియును, ధ్రువనక్షత్ర మునకు సమానదూరమందున్నవి. కాసియోపియారాశిలో W- ఆకారమున చేరియున్న అయిదు నక్షత్రములను 'కాసి యోపియాయొక్క కుర్చీ' యని పేర్కొందురు.

కాసియోపియా నక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రములన్నియును భూమికి సమానదూరములో లేవు. కాసియోపియా నక్షత్ర రాశిలోనివి మాత్రమే గాక మరియేయితరనక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రములునుకూడ సామాన్యముగా భూమికి సమానదూర మున నుండవు. కంటియొక్క దృష్టిలోపమువలన మిక్కిలి

ఎక్కువదూరమందున్న వస్తువులన్నియు సమానదూరమందున్నట్లు గోచరించును. తదనుగుణముగనే కాసియోపియా నక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రములన్నియు భూమికి సమానదూరమందున్నట్లగపడి ఏకతలమందున్న యొక ఆకారమును స్ఫురింపజేయుచున్నవి. కాని యీ నక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రములలో ఒక్కొక్కటి ఒక్కొక్క పరిమాణముగల వేగముతో సంచరించుచుండుటవలన శతాబ్దములు, సహస్రాబ్దములు గడచునప్పటికి ఈరాశి ఆకారములో మార్పువచ్చుట తథ్యము.

కాసియోపియారాశిని శర్మిష్ఠరాశియని హిందువులు వ్యవహరింతురు.

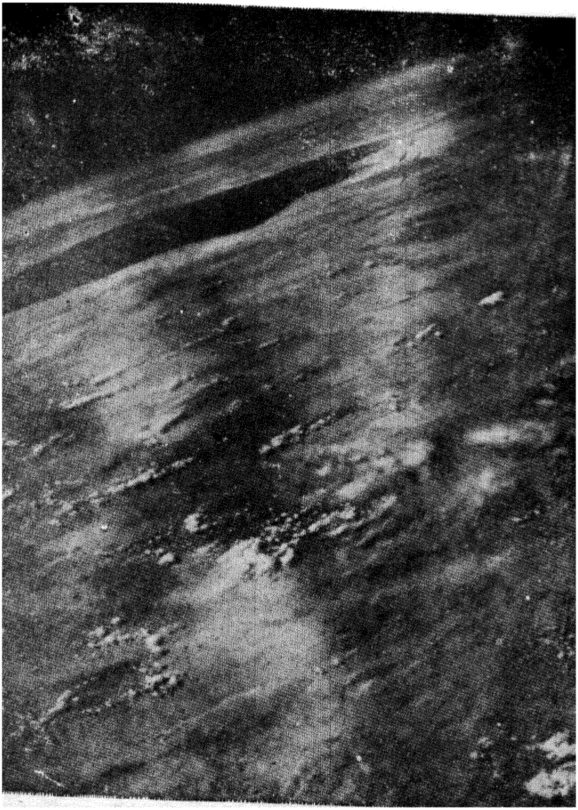
సప్తర్షి మండలములోని బీటా ఆల్ఫా నక్షత్రముల దిశలోనే కాసియోపియా నక్షత్రరాశినిదాటి, కాసియోపియారాశి ధ్రువనక్షత్రమున కెంతదూరమందున్నదో ఇంచుమించు అంత దూరము మనదృష్టిని ప్రసరించినచో ఏండ్రోమిడారాశివచ్చును. ఈఏండ్రోమిడారాశిలోని మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము పెగాసస్ రాశిలో చతురస్రముయొక్క శీర్షకలందున్న నాలుగు నక్షత్రములలో నొకటి. దీనికి ఆల్ఫా ఏండ్రోమిడీ యనిపేరు. ఈనక్షత్రరాశికే చెందిన బీటా, గామా అను మిక్కిలి దీప్తిమంతములైన రెండునక్షత్రములును ఆల్ఫా ఏండ్రోమిడీనుండి ఒకేదిశగా వ్యాపించియున్నవి. గామా ఏండ్రోమిడీకి ఆల్మాక్ అని మరియొక నామము గలదు. ఇది చక్కని జంటతార. బీటా ఏండ్రోమిడీకిని, బీటా కాసియోపియాకును నడుమ బీటా ఏండ్రోమిడీనుండి నాల్గవవంతు దూరములో నొక నెబ్యులా యున్నది. వట్టికంటికి గోచరమగు నెబ్యులాయిది యొక్కటే.

దీనిని ఏండ్రోమిడా రాశిలోని గ్రేట్ నెబ్యులా యని పేర్కొందురు.

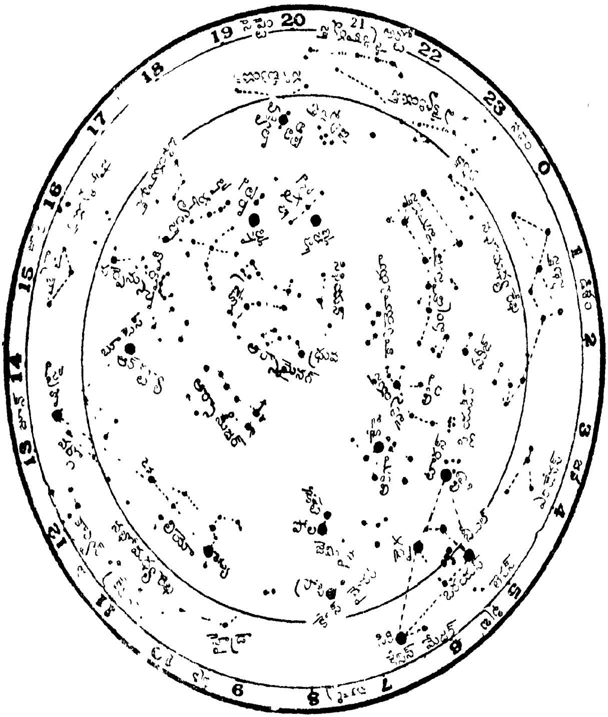
ఏండ్రోమిడారాశిలోని మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన ఆల్ఫా నక్షత్రమునుండి బీటా, గామా అను రెండు పెద్దనక్షత్రములు ఏ దిశగా వ్యాపించియున్నవో ఆదిశలోనే కొంచెము ముందునకు పోయినచో పెర్సియస్ రాశివచ్చును. ఈరాశిలో ముఖ్యమైనవి యేడు నక్షత్రములు. కాసియోపియా, కృత్తికా నక్షత్రములనడుమ మినుకు మినుకు మనుచు నివిప్రకాశించుచున్నవి. పెర్సియస్ రాశిని గుర్తించుటకు మరియొక ఆధారము అది ఏండ్రోమిడారాశికిని ఆరిగారాశిలోని కేపెల్లా నక్షత్రమునకును నడుమ నుండుట.

పెర్సియస్ రాశిలోని ఆల్గాల్ లేదా బీటాపెర్సై నక్షత్రము ఆరాశిలోని నక్షత్రములలో దీప్తిక్రమమున రెండవది. ఇది వృద్ధిక్షయతార; అనగా దానికాంతి ఒక నియతవ్యవధిలో హెచ్చుచును తగ్గుచును గోచరించును. పెర్సియస్ నక్షత్రరాశికి ప్రాముఖ్య మీవృద్ధిక్షయతారవలననే వచ్చినది. ఈవిషయమును ప్రాచీన గగనావేక్షకులుకూడ గమనించియేయుండిరి. పెర్సియస్ రాశిలోని కొన్నినక్షత్రము లొకశాఖగా చీలి పాలపుంతలోనికి వ్యాపించియున్నవి. ఈరాశిలోని గరిష్ఠ దీప్తిమంతమైన మిర్ఫేక్ (ఆల్ఫాపెర్సై) నక్షత్ర మీభాగమందే గలదు.

పెర్సియస్ రాశికి చేరువగనే సిఫియస్, కేమెలో పర్డాలిస్, లింక్సు నక్షత్రరాసులున్నవి. వీనిలో మిక్కిలిముఖ్యమైనది సిఫియస్ రాశి.

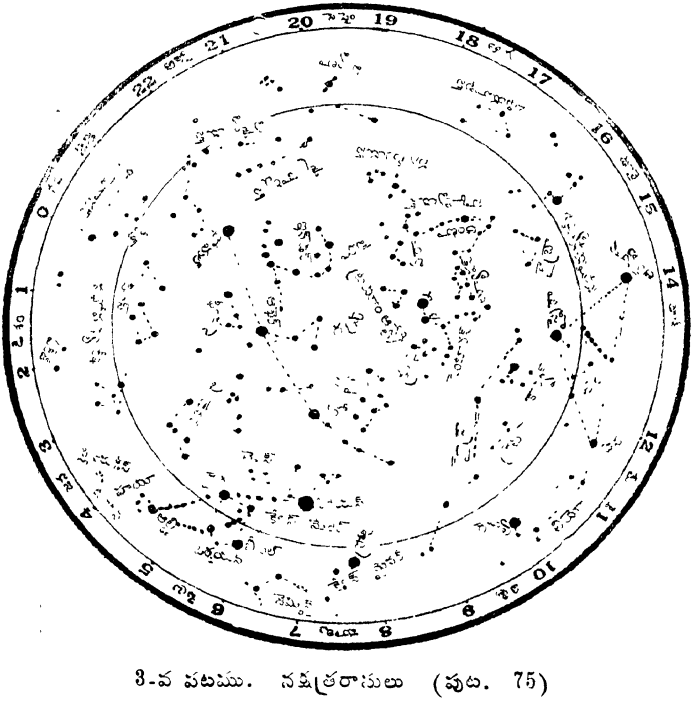


1-వ పటము. 100 మైళ్ళ యెత్తునుండి తీసిన న్యూమెక్సికో ప్రాంత
మండలి భూభాగపు ఛాయాచిత్రము (పుట. 13)

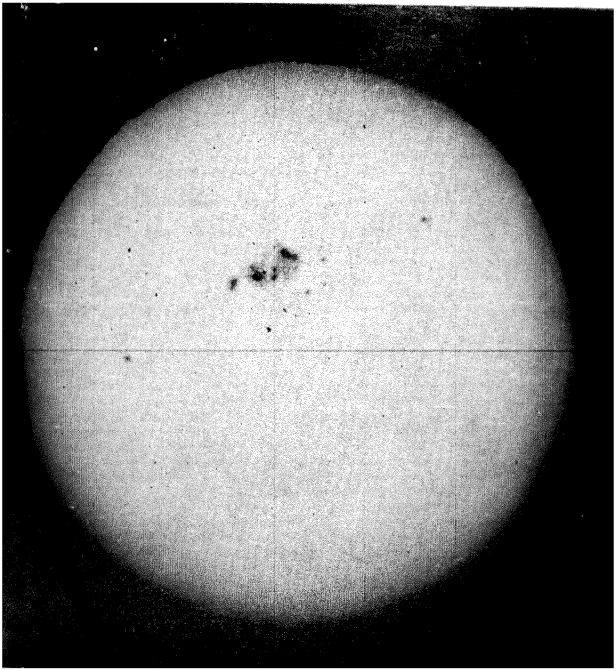


2-వ పటము. నక్షత్రరాసులు (పుట. 75)

అంచుచుట్టునున్న అంకెలు రైట్ ఎసెన్షన్‌ను సూచించును.



3-వ పటము. నక్షత్రరాసులు (పుట. 75)
అంచుమట్టునున్న అంకెలు రైట్ఎసెన్షన్‌ను సూచించును.



4.వ పటము. దీప్త్యావరణము (పుట. 132)

కాసియోపియారాశికి పెర్సియస్ రాశి యెంతదూరమున నున్నదో ఇంచుమించు అంతేదూరములో దానికి రెండవవైపున సిఫియస్‌రాశి గలదు. కాసియోపియారాశికంటె నీరాశి ధ్రువనక్షత్రమునకు చేరువగ నున్నది. ఈరాశిలో ముఖ్యమైన నక్షత్రము లారు. అవి మిగుల దీప్తికలవి కావుగాని వానిలో డెల్టాసిఫియై విలక్షణమైన వృద్ధిక్షయతార యగుటవలన నీరాశికి ప్రత్యేకప్రాముఖ్య మేర్పడినది.

సిఫియస్, కాసియోపియా, పెర్సియస్, ఏండ్రొమిడా అను నాలుగు ఉత్తరమండల నక్షత్రరాసులును ఒకదాని ప్రక్క నొకటి యున్నవి.

ఆకాశమందున్న నక్షత్రములన్నిటిలోను 20 నక్షత్రములు మిక్కిలి ఎక్కువ దీప్తిమంతమైనవి. వీనిలో మూడు నక్షత్రములు- వేగా, డేనబ్, ఆల్టైర్- సెప్టెంబరు నెలలో రాత్రి సుమారు 9 గంటలకు ఆకాశములో ఉత్తరభాగమున యామ్యోత్తర రేఖాప్రాంతమందు కనపడును. ఈనక్షత్రములను మూడింటిని చేర్చినచో చక్కటి త్రిభుజ మేర్పడును. ఇక వీనిలో అధికదీప్తిమంతమైనది వేగానక్షత్రము. ఆకాశములోని నక్షత్రము లన్నింటిలోను దీప్తిక్రమమున నిది నాల్గవది. అర్సామేజర్ రాశిలోని గామా, డెల్టా నక్షత్రములను కలుపు రేఖను డెల్టావైపునకు పొడిగించినచో లేతనీలికాంతితో తేజరిల్లుచున్న వేగానక్షత్రము ద్వారమున అది పోవును.

వేగానక్షత్రము లైరానక్షత్రరాశికి చెందిన తార. ఈ నక్షత్రరాశి చాలచిన్నది. కాని అనేక అద్భుతదృశ్యములు

ఆకాశములో నీనక్షత్రరాశియున్న తావున గోచరించును. లైరా నక్షత్రరాశిలోని మరినాలుగు నక్షత్రములు సమాంతరచతు ర్భుజ శీర్షములందు వేగా నక్షత్రమునకు దక్షిణమున నున్నవి. వీనిలో బీటా, గామా నక్షత్రముల నడుమప్రదేశములో అంగు ళ్యాకార నెబ్యులా కలదు.

డేనబ్ నక్షత్రము సైగ్నస్ రాశికి చెందినది. దీనికి ఆల్ఫా సైగ్ని అని సాంకేతికనామము. లైరారాశికి సరిగా తూర్పున పాలపుంతలోనికి వ్యాపించియున్న నక్షత్రరాశియే సైగ్నస్. ఈరాశికిచెందిన బీటాసైగ్ని నక్షత్రము అందమైన యుగళతార. 'కోల్ సాక్ నెబ్యులా' యీనక్షత్రరాశియున్న తావుననే కలదు. ఈనక్షత్రరాశికిచెందిన 61–సైగ్ని నక్షత్రదూరమునే శాస్త్ర జ్ఞులు మొట్టమొదట కనుగొనినారు.

ఆల్టైర్ నక్షత్రము ఏక్విలానక్షత్రరాశిలో ముఖ్యమైన తార. వేగా, బీటాసైగ్ని నక్షత్రములను కలుపునట్టి రేఖను బీటాసైగ్నిదిశగా పొడిగించినచో నది ఆల్టైర్ నక్షత్రమును చేరుకొనును. ఆల్టైర్ నక్షత్రమున కిరువైపుల రెండు చిన్న నక్షత్రము లున్నవి. ఈనక్షత్రము లన్నియును ఏక్విలా నక్షత్ర రాశికి చెందినవే.

సైగ్నస్, ఏక్విలా రాసులకు నడుమ డెల్ఫినస్, సగిట్టా అను రెండు చిన్ననక్షత్రరాసు లున్నవి. సగిట్టా అల్పదీప్తి మంతములైన ఐదు నక్షత్రములతో నేర్పడిన నక్షత్రరాశి. డెల్ఫినస్ రాశికి పశ్చిమముగా పాలపుంతనుచేరి యీనక్షత్రరాశి

యున్నది. సగిట్టా లైరా నక్షత్రరాసులకు నడుమనుండి అల్ప తేజోవంతమైన మఱియొక నక్షత్రరాశి వుల్‌పెక్యులా. డమ్‌బెల్ ఆకారమందున్న నెబ్యులా యీభాగమందే గలదు.

లైరారాశికి పశ్చిమదిశగా వ్యాపించి హెర్క్యులస్, కొరోనా బొరియాలిస్, బూటెస్, కేనస్ వెనాటసి నక్షత్ర రాసులు వరుసగా వ్యాపించియున్నవి. ఇవన్నియు వేసవి కాలపు నక్షత్రరాసులే.

సప్తర్షి మండలమందలి తోకలోని నక్షత్రము లేరీతిగా వంపుతిరిగియున్నవో ఇంచుమించు ఆవిధముగనే ఒకవంపు రేఖను దక్షిణముగా పొడిగించినచో నది ఆర్క్టూరస్ అను ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన నక్షత్రమును చేరుకొనును. ఇది బూటెస్ నక్షత్రరాశికి చెందినతార. ఆల్ఫాబూటిస్ అది దాని సాంకేతికనామము. బూటెస్ రాశిలోని మిగిలిన నక్షత్రములంత యెక్కువదీప్తిమంతములు గావు. కాని ఎప్సిలాన్ బూటిస్ నక్షత్రము అందమైన జంటతార.

బూటెస్ రాశికి ప్రక్కగా తూర్పుననున్న చిన్ననక్షత్ర రాశియే కొరోనాబొరియాలిస్. దీనిలోనినక్షత్రము లన్నియును అర్ధవృత్తాకారమున నమరియున్నవి.

కొరోనాబొరియాలిస్, లైరా నక్షత్రరాసులకు నడుమ నున్న పెద్దనక్షత్రరాశి హెర్క్యులస్. ఇది ఆకాశములో చాల మేర వ్యాపించియున్నది.

హెర్క్యులస్ రాశికెసరిగా దక్షిణముననున్న ఒఫియూకస్ నక్షత్రరాశియును, దానికి దక్షిణముననున్న స్కార్పియస్

నక్షత్రరాశియనుకూడ ఆకాశములో ఎక్కువప్రదేశము నాక్రమించియున్న నక్షత్రరాసులు.

స్కార్పియస్‌రాశిని గుర్తించుట కడుసులభము. ఎర్రని కాంతితో ప్రకాశించుచును నధికదీప్తిమంతమైయున్న ఆంటారెస్ నక్షత్రమును, ఆనక్షత్రమునుండి తేలుతోకను స్ఫురింపజేయుచు వంకరగా వ్యాపించియున్న నక్షత్రములును స్కార్పియస్ రాశిని గుర్తించుటను సులభతరమొనర్చుచున్నవి. ఉత్తరధ్రువ నక్షత్రమునుండి కొరోనాబొరియాలిస్, హెర్క్యులస్ రాసుల నడుమగా నొకగీతను గీసినచో నది ఆంటారెస్ నక్షత్రద్వారమున పోవును. ఈస్కార్పియస్ నక్షత్రరాశిని గుర్తుపట్టుట కిది మరియొకపద్ధతి. ఆంటారెస్ చాలపెద్ద నక్షత్రము. మనసూర్యగోళవ్యాసమునకు రమారమి 400 రెట్లు దీనివ్యాసమున్నది. దీనిచుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చుచు ఆకుపచ్చనినక్షత్రము చిన్నదొకటి యున్నదని ఆధునిక ఖగోళవిజ్ఞాను లన్వేషించినారు.

స్కార్పియస్ నక్షత్రరాశి 12 క్రాంతివృత్త మండల నక్షత్రరాసులలో నొకటి. దీనిలో ఎక్కువభాగము క్రాంతివృత్తమునకు దక్షిణముగా నున్నది. దీనికి తూర్పుననున్న సగిటేరియస్‌రాశిలోను, పశ్చిమముననున్న లైబ్రారాశిలోను ఎక్కువదీప్తిమంతమైన నక్షత్రములేమియు లేవు.

ఏండ్రొమిడా, పెగాసస్, ట్రయాంగ్యులమ్, ఏరీజ్, పిసీజ్, ఎక్వేరియస్‌లు శీతకాలములో కనబడు నక్షత్రరాసులు. ధ్రువనక్షత్రమునుండి యొకగీతను కాసియోపియారాశి పడమటి ప్రక్కనుండి దక్షిణదిశగా పొడిగించినచో ఇంచుమించు సమ

చతురస్రాకారమందున్న నాలుగు కాంతిమంతమైన నక్షత్రముల నది చేసుకొనుము. అదియే పెగాసస్ రాశి. పెగాసస్ రాశియొక్క పెద్దచతురస్రము (ది గ్రేట్ స్క్వేర్ ఆఫ్ పెగాసస్) అని యీనాలుగు నక్షత్రములను శీర్షికలుగా గలిగిన ఆకారమును పేర్కొందురు. ఈపెద్దచతురస్రశీర్షికలందలి నాలుగు నక్షత్రములలోను మూడునక్షత్రము లీరాశికిని, ఒకనక్షత్రము ఏండ్రోమిడా రాశికిని చెందియున్నవి. ఈచతురస్రమందు చిన్నచిన్ననక్షత్రములనేకములు గలవు; వట్టికంటితో రమారమి 100 నక్షత్రములనుకూడ అందు కనుగొనవచ్చును. అర్సామేజర్ రాశివలె నీరాశికూడ ఆకాశములో చాలమేరకు విస్తరించియున్నది. ఆల్ఫాపెగాసైనుండి డెల్ఫినస్ రాశివైపునకును, బీటాపెగాసైనుండి సైగ్నస్ రాశివైపునకును పెగాసస్ రాశికి చెందిన రెండుశాఖలు వ్యాపించియున్నవి.

పెగాసస్ ఏండ్రోమిడా రాసులకు దక్షిణమున V- ఆకారమందున్న నక్షత్రరాశియే పిసీజ్. దానికి తూర్పున ఏరీజ్ రాశియున్నది. ఇది చాల చిన్న నక్షత్రరాశి. పెగాసస్ రాశిలోని చతురస్రమునకును ఆల్డిబెరాన్ నక్షత్రమునకును నడిమిభాగములో పెగాసస్ రాశిలోని చతురస్రమునకు కొద్దిగా చేరువగానున్న ద్వితీయపరిమాణతార ఏరీజ్ రాశిలోని ముఖ్యనక్షత్రము. దీనికి ఆల్ఫాఏరైటిస్ అనిపేరు. ఈనక్షత్రమునకు చేరువగా నైఋతిదిశలో మరిరెండు చిన్ననక్షత్రము లున్నవి. ఇవియును ఏరీజ్ రాశికి చెందిన నక్షత్రములే. సూర్యుడుత్తరాభిముఖుడై ఆకాశమున సంచరించుచు ఈనక్షత్రరాశియున్న

తాపునసే అతిప్రాచీనకాలములో నభోమధ్యరేఖను దాటుచుం డెడివాడు. క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్రరాసులలో మొదటి దానిగా ఏరీజ్ రాశి పరిగణింపబడుటకు కారణమిదే. కాని అయనచలనమువలన ఉత్తరాభిముఖసంచారియైన సూర్యుడు పిసీజ్ రాశియున్న తావున ప్రస్తుతము నభోమధ్యరేఖను దాటు చున్నట్లు గోచరమగుచున్నది.

పిసీజ్ రాశికి పశ్చిమమున ఎక్వేరియస్, కేప్రికార్నస్ రాసులు వరుసగా నున్నవి.

ఏరీజ్ రాశి కుత్తరమునను, ఏండ్రోమిడా రాశిలోని గామా నక్షత్రమునకు సరిగా దక్షిణమునను, ఆల్ఫా ఏరైటస్ గామా ఏండ్రోమిడె నక్షత్రములకు సమానదూరములోను ట్రయాంగ్యులమ్ రాశి గలదు. ఇది మిక్కిలి చిన్న నక్షత్రరాశి.

పెర్సియస్ రాశికి దక్షిణముననున్న చిన్న నక్షత్రముల గుంపునకు ప్లియడీస్ అని పేరు. ఈగుంపులో పట్టికంటికి రమా రమి 7 నక్షత్రములు గోచరమగును. పిల్లలకోడియని మనము పేర్కొనున దీరాశియే. టారస్ రాశిలో ఇదియొకభాగము.

టారస్ రాశిలో ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము ఆల్డిబెరాన్. ప్లియడీస్‌కు ఆగ్నేయదిశగా నిది యున్నది. హాయాడిస్ అను నక్షత్రసమూహము ఈరాశికి చెందినదే.

శీతకాలమున కనిపించు నక్షత్రరాసులలో ఒరయన్ రాశి మిగుల ఆకర్షకమైనది. ప్లియడీస్ నక్షత్రసమూహమునుండి ఆల్డిబెరాన్ నక్షత్రద్వారమున ఆగ్నేయదిశగా నొక గీతను గీసినచో నది మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన బీటల్‌గాజ్ నక్షత్రమును

చేసుకొనును. బీటల్‌గాజ్ నక్షత్రము ఒరయన్‌రాశికి చెందిన తార. దీనికి ఆల్ఫా ఒరయానిస్ అని సాంకేతికనామము. ఒరయన్‌రాశికి చెందిన బీటా ఒరయానిస్ నక్షత్రముకూడ మిగుల దీప్తిమంతమైనదే. రైగల్ అని దానికి ప్రత్యేక నామము గలదు. బీటల్‌గాజ్, రైగల్ నక్షత్రములకు మధ్య నున్న డెల్టా, ఎప్సిలాన్, జీటా నక్షత్రములను 'ఒరయనుని పటకా' యని పేర్కొందురు. ఈపటకాగా నేర్పడిన నక్షత్రములకు ప్రక్కగా, రైగల్‌నక్షత్రమువైపున నొక నెబ్యులా యున్నది. ఒరయన్‌రాశిలోని గొప్పనెబ్యులా (ది గ్రేట్ నెబ్యులా ఇన్ ఒరయన్) యని దానికి పేరు.

ఒరయనుని పటకా సరిగా నభోమధ్యరేఖపై నున్నది. అందుచేత ఒరయన్‌రాశిలోని కొంతభాగము ఉత్తరార్ధనభోగోళమందును, మరికొంతభాగము దక్షిణార్ధనభోగోళమందును నుండును.

ఒరయన్‌రాశిగలప్రదేశము ఆకాశములో మిగుల దీప్తిమంతమైన నక్షత్రములుగల మండలము. ఒరయన్‌రాశికి చెందిన బీటల్‌గాజ్, రైగల్ నక్షత్రములు, కేనిస్‌మేజర్‌కు చెందిన సిరియస్ నక్షత్రము, కేనిస్‌మైనర్‌కు సంబంధించిన ప్రోసియాన్ నక్షత్రమును, టారస్‌రాశిలోని ఆల్డిబెరాన్ నక్షత్రమును ఈమండలమందే యున్నవి.

ఆకాశమందలి నక్షత్రము లన్నిటిలోను మిక్కిలి దీప్తిమంతమైనది కేనిస్‌మేజర్‌రాశికిచెందిన సిరియస్ నక్షత్రము. ఒరయనుని పటకాభాగమందలి డెల్టా, ఎప్సిలాన్, జీటాలను

కలుపురేఖను ఆగ్నేయదిశగా పొడిగించినయెడల నది సిరియస్ నక్షత్రమును చేరుకొనును.

ఒరయన్ నక్షత్రరాశికి చెందిన బీటల్‌గాజ్, కేనిస్ మేజర్ రాశికి చెందిన సిరియస్, కేనిస్ మైనర్ రాశికి చెందిన ప్రోసియాన్ అను నక్షత్రములు మూడును సమబాహు త్రిభుజ శీర్షి కలవలె నభోవీథియందు అమరియున్నవి. ప్రోసియాన్ కూడ తేజోవంతమైన నక్షత్రమే. పాలపుంత కొకవైపున ప్రోసియాన్ నక్షత్రము, రెండవవైపున సిరియస్ నక్షత్రము నుండుట గమనింపదగినది. దీనినిబట్టి యీనక్షత్రరాసులను సులువుగా గుర్తించవచ్చును.

కేనిస్ మేజర్, కేనిస్ మైనర్ రాసులకు నడుమ మోనోసెరాస్ నక్షత్రరాశిగలదు. ఈరాశిలోని నక్షత్రములన్నియు నత్యల్ప దీప్తి కలవి.

ప్రోసియాన్ నక్షత్రమునకు సరిగా నుత్తరమున నున్న దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము పోలక్స్. ఇది జెమినై నక్షత్రరాశికి చెందినతార. దీనిని బీటా జెమినోరమ్ అని కూడ పేర్కొందురు. పోలక్స్, ఆల్డిబెరాన్, సిరియస్ నక్షత్రములు మూడును కూడ సమబాహుత్రిభుజ శీర్షి కలవలె నమరియున్నవి. అర్సా మేజర్ రాశిలోని డెల్టా, బీటా నక్షత్రములను కలుపురేఖను బీటా నక్షత్రదిశగా పొడిగించినచో నది పోలక్స్ నక్షత్రము చెంతకు పోవును. పోలక్స్ నక్షత్రమునకు చేరువను సరిగా ఉత్తరముననున్న నక్షత్రము కేస్టర్. ఇది ఆల్ఫాజెమినోరమ్.

టారస్ రాశిప్రక్కను ఉత్తరదిశయందున్న నక్షత్రరాశి ఆరిగా. పెర్సియస్ రాశికి చెందిన గామా, ఆల్ఫా, డెల్టా

నక్షత్రములను కలుపునట్టి వంపురేఖను డెల్టానక్షత్ర దిశగా పొడిగించినచో నది ఆరిగానక్షత్రరాశిలోని హెచ్చు దీప్తిమంతమైన నక్షత్రమును చేరుకొనును. అదే ఆరిగానక్షత్ర రాశిలోని కేపెల్లా నక్షత్రము. దీనిని ఆల్ఫాఆరిగె యనికూడ పేర్కొందురు. పాలపుంతయందు మన, ఆల్డిబెరాన్ నక్షత్రమున కుత్తరముననున్నట్లిది యగపడును.

ఆరిగానక్షత్రరాశిలో తక్కువ దీప్తికల నక్షత్రములు చాలగలవు. అవి యెక్కువగా పాలపుంతలోనే యున్నవి. ఈభాగమందు పాలపుంత వెడల్పు చాలహెచ్చు.

ఆరిగా నక్షత్రరాశి ఫిబ్రవరినెలలోను, జెమినైరాశి మార్చినెలలోను రాత్రి 9 గంటల ప్రాంతములో యామ్యోత్తరరేఖపై గోచరమగును. జెమినై నక్షత్రరాశికి తూర్పుననున్న లియోరాశి రాత్రికాలమందు దానసమయములో ఏప్రిల్ నెల నడుమగాని యామ్యోత్తరరేఖపై ప్రత్యక్షముకాదు. అర్సామేజర్ రాశిలోని సూచికలను కలుపురేఖను ధ్రువనక్షత్రము వైపునకుగాక దానికి విముఖదిశగా పొడిగించినచో నది లియో నక్షత్రరాశిని చేరుకొనును. ఈరాశిలోని ఎక్కువదీప్తిమంతమైన నక్షత్రమునకు రెగ్యులస్ అనిపేరు. ఆల్ఫాలియోనిస్ అని దీని సాంకేతికనామము. బీటాలియోనిస్‌ను డెనబోలా యని వ్యవహరింతురు.

లియో, జెమినై రాసులకు నడుమనున్నదే కేన్సర్ రాశి. ఈరాశిలో ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన నక్షత్ర మొకటియును లేదు. ప్రెసెపె యను విచిత్రమైన నభోమూర్తి యీరాశికి

చెందినదే. పొట్లపువ్వు ఆకారమందున్న మబ్బుతునకవలె గోచరమగునుగాని వాస్తవముగా నది యనేక నక్షత్రముల కూటమి. దూరదర్శినితో నవేక్షించినయెడల ఈకూటమిలోని నక్షత్రములు విడివిడిగా మనకు గోచరమగును.

లియోకు తూర్పుననున్న వర్గోరాశికూడ క్రాంతివృత్త మండల నక్షత్రరాశియే. సప్తర్షి మండలములోని ఆల్ఫా, గామా నక్షత్రములను కలుపురేఖను గామా నక్షత్రదిశగా పొడిగించిన యెడల అది వర్గోనక్షత్రరాశిలో అధికదీప్తికల స్పైకా నక్షత్రము చెంతనుండి పోవును. స్పైకానక్షత్రమునకు ఆల్ఫా వర్జినిస్ అని సాంకేతికనామము. శ్వేతనీలికాంతితో నిది ప్రకాశించుచుండును. వర్గోనక్షత్రరాశిలోని తారలలో నిదియొక్కటియే అధికదీప్తిగల నక్షత్రము. బూటెస్‌రాశిలోని ఆర్క్ట్యూరస్ నక్షత్రమునకు దక్షిణముగా నిది యున్నది. నభోమధ్యరేఖ కిరువైపులను ఆకాశములో చాలమేర విస్తరించి యీ నక్షత్రరాశి గలదు.

కార్వస్, హైడ్రా, సెక్స్టాన్సు మున్నగు దక్షిణార్ధ నభోగోళమందలి నక్షత్రరాసు లన్నియును వర్గో, లియో నక్షత్రరాసులకు దక్షిణమందున్నవి.

ఒఫియూఖస్ నక్షత్రరాశి క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్ర రాసులలో నొకటి గాకపోయినను స్కార్పియస్ రాశినుండి సగిటేరియస్‌రాశికి పోవునపుడు ఈరాశిఅవధుల నడుమ రమారమి 18½ దినములు సూర్యుడు గడపును. ఈరాశి స్కార్పియస్ రాశికి సరిగా ఉత్తరముననున్నది. ఇందధిక దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము లేమియును లేవు.

సగిటేరియస్‌కు తూర్పుననున్న క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్రరాశి కేప్రికార్నస్. దీనిలోగాని దీనికి తూర్పుననున్న ఎక్వేరియస్ రాశిలో గాని అధిక తేజోవంతమైన నక్షత్రము లేమియును లేవు. అక్టోబరు, నవంబరు నెలలలో రాత్రి తొమ్మిదిగంటలలోపున యామ్యోత్తర రేఖపై నీనక్షత్రరాసులు గోచరమగును.

స్కార్పియస్ నక్షత్రరాశిలోని తేలుతోకకు తూర్పు భాగమందు టెలిస్కోపియం, ఏరా, పేవో, ఇన్‌డస్ రాసులును, పశ్చిమభాగమందు ల్యూపస్, సెంటారస్ నక్షత్రరాసులును నున్నవి. దక్షిణమండల నక్షత్రరాసులలో సెంటారస్ ఎక్కువ మేరకు విస్తరించియున్న రాశి. ఈనక్షత్రరాశికిచెందిన ఆల్ఫా, బీటా నక్షత్రములు రెండునుకూడ దీప్తిమంతమైనవి. దీప్తిక్రమములో ఆల్ఫాసెంటారీనక్షత్రము మూడవనక్షత్రముగా పరిగణనమునకు వచ్చును. ఆల్ఫాసెంటారీ నక్షత్రమునకు సహచరిగానున్న ప్రోక్సిమాసెంటారియే సూర్యుని తరువాత భూమికి దగ్గరగానున్న నక్షత్రము. ఇది అల్పదీప్తికల నక్షత్రమగుటవలన వట్టికంటికి కనిపించదు.

సెంటారస్ నక్షత్రరాశికి దక్షిణమున క్రక్సు నక్షత్రరాశి గలదు. ఉత్తరార్ధగోళమందలి అర్సామేజర్ రాశివలె దక్షిణార్ధగోళమందీరాశిని దక్షిణధ్రువబిందువును కనుగొనుటకై యుపయోగింతురు. కాని అర్సామేజర్ రాశివలె నిది యెక్కువమేరకు విస్తరించిలేదు. ఈరాశికిచెందిన ముఖ్యమైన నాలుగునక్షత్రములును ఎక్కువదీప్తికలవి; వానిలోరెండు

నక్షత్రములు అర్సామేజర్ రాశికి చెందిన ఆల్ఫా, బీటా నక్షత్రములకంటెనుకూడ తేజోవంతములై యుండును.

దక్షిణమండల నక్షత్రరాసులందెల్ల ఎరిడేనస్ నక్షత్రరాశి కడుదీర్ఘమైనది. ఇది ఒరయన్ రాశికిచెందిన రైగల్ నక్షత్రముదగ్గర ప్రారంభమై సీటస్, ఫీనిక్స్, ట్యూకానా రాసులను దాటుకొని వంకరటింకరగా దక్షిణమునకు విస్తరించి చివరకు హైడ్రస్ రాశిని చేరుకొనును. ఈరాశికిచెందిన ఆఖర్ నార్ నక్షత్రము మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన తార.

ఎరిడేనస్ నక్షత్రరాశికి తూర్పువైపున కరైనా, పశ్చిమమున పైసిస్ ఆస్ట్రినస్ నక్షత్రరాసులున్నవి. కరైనా నక్షత్రరాశికి చెందిన కెనోపస్ నక్షత్రము కడునుజ్జ్వలమైన తార; సిరియస్ నక్షత్రము తరువాత అదియే మిగుల దీప్తికలది. సిరియస్ నక్షత్రమునకు ఆగ్నేయ దిశగా నిది యుండును.

పైసిస్ ఆస్ట్రినస్ చాల చిన్ననక్షత్రరాశి. పెగాసస్ నక్షత్రరాశిలోని బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రములను కలుపుచున్న రేఖను నభోమధ్యరేఖను దాటి దక్షిణముగా పొడిగించిన యెడల నది పైసిస్ ఆస్ట్రినస్ రాశిలో దేదీప్యమానముగ వెలుగు ఫోమల్ హాట్ నక్షత్రమును చేరుకొనును.

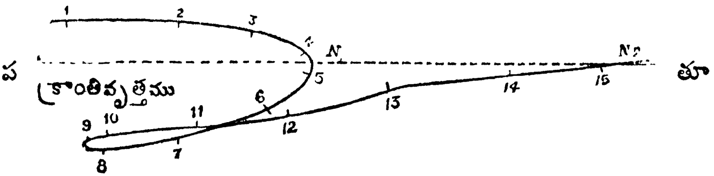
సూర్యకుటుంబము

గ్రహచారము

ఆకాశములో మేషాదిరాసులు గల క్రాంతివృత్తమార్గమున సంవత్సరము పొడుగునను సూర్యుడు సంచరించుచున్నట్లభివ్యక్తమగునుగాని వాస్తవముగా నందు సంచరించుచున్నది భూమియే. నభోమూర్తులను జాగ్రత్తగా కొంతకాల మవేక్షించినచో గ్రహములును, చంద్రుడునుకూడ ఇంచుమించుగా క్రాంతివృత్తమార్గము ననుసరించియే సంచరించుచున్నట్లు స్పష్టమగును; అయితే గ్రహసూర్యుల గతులలో నొక వ్యత్యాసము మనకు కానరాకపోదు. సూర్యుడెల్లప్పుడు పడమరనుండి తూర్పునకు ప్రయాణము చేయుచున్నట్లు గోచరించును; ప్రయాణము నడుమ కొంతతడవాగి స్థిరముగా నిలిచియుండుటగాని, వెనుకకు నడచుటగాని ఆయనపట్ల గోచరముకాదు. సూర్యుడొక్కొక్క రాశిలో రమారమి ఒక నెలరోజులుండును కాబట్టి ఆయన గమనవేగముకూడ సామాన్యముగా సమానముగనే యుండును. కాని గ్రహముల విషయమున నట్లుగాదు. కొన్ని నెలలో, సంవత్సరములో నిర్విరామముగా గ్రహముల నవేక్షించినచో అవి పడమరనుండి తూర్పుదెసగా కొంతకాలము ప్రయాణముచేసి, పిమ్మట హఠాత్తుగా కొన్ని దినము లక్కడ ఆగి, ఆతరువాత పడమటిదెసగా వెనుకకు నడిచి అటుపైని తూర్పుదెసగా ప్రయాణమును సాగించినటుల వ్యక్తమగును; అంతేగాక వాని వేగపరిమాణములోకూడ మార్పువచ్చిన

ల్లభివ్యక్తమగును. గ్రహములు పడమరనుండి తూర్పుగా పయనించుచున్నపుడవి ఋజుగతిని కలిగియున్నవనియు, తూర్పునుండి పడమరదెసగా సంచరించినపుడు వక్రించినవి లేదా వక్రగతిని పొందినవనియు, సుస్థిరముగా నున్నపుడు స్తంభించియున్నవనియు, మితిమీరిన వేగముతో చరించినపుడు అతిచారము నొందినవనియును శాస్త్రపరిభాషలో పేర్కొందురు.

భూమినుండి అవేక్షించినపుడు ఆకాశములో నొక గ్రహము సంచరించినమార్గము నక్షత్రములనుబట్టి యెట్లుగోచరమగునో 18 వ చిత్రము సూచించును. చిత్రములోని అంకెలు



18 వ చిత్రము

సమానవ్యవధిగలకాలములలో నొకగ్రహస్థానములను సూచించును. ఇంచుమించుగా 5- అంకె గల స్థానమువరకును తూర్పుగా సంచరించిన ఆ గ్రహము అంతనుండి పశ్చిమదిశగా వెనుకకు సంచరించుటను ప్రారంభించి, రమారమి 9- అంకె గల స్థానమువరకును ఆదిశగానే గమనించినది ; ఆతరువాతనది తిరిగి తూర్పుదిశగా ముందునకు ప్రయాణమును సాగించినది. చిత్రమును జాగ్రత్తగా పరిశీలించినచో 4, 5- అంకెలు సూచించుస్థానముల ప్రాంతమునను, 9- అంకె సూచించుస్థానమునకు వెనుకను ఆ గ్రహము తనకక్ష్యయందు స్థిరముగా

నున్నట్లు వ్యక్తమగును. అనగా నప్పుడా గ్రహము స్తంభించి యున్నది. గ్రహస్తంభము గ్రహగతి ఋజుగతినుండి వక్రగతికి మారినపుడును, వక్రగతినుండి ఋజుగతికి మారినపుడునుకూడ కలుగునని చిత్రమునుబట్టి మనకు వెల్లడియగును.

ఈరీతిగా సూర్యునకుగాని, యేనక్షత్రమునకు గాని లేని స్తంభవక్రగతులు గ్రహముల కుండుటకు కారణమేమి ? అవి వాస్తవముగా వానికున్నగతులా ? లేదా వానికవి నిజముగా లేకపోయినను భూమినుండి చూచుచున్నపుడు ఉన్నట్లుగా కనిపించుచున్నవా ?

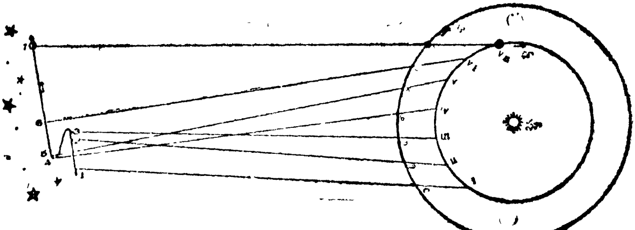
గ్రహములకు స్తంభ, వక్రగతులు వాస్తవముగా నున్నవి గావు. సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న భూమినుండి ఆసూర్యునిచుట్టునే పరిభ్రమించుచున్న గ్రహముల నవేక్షించుటచేతనే వాని గమనములలో నట్టి విచిత్రగతులు గోచరమగుచున్నవి. అవియెట్లు సంభవించుచున్నదో స్థూలముగ పరిశీలింతము.

వాల్తేరునుండి సింహాచలమువరకును రెండురైళ్ళు ఏకసమయమున నడుచుటకు వీలుగా జంట మార్గము లున్నవి. అట్టివింకను పెక్కుతావులందుండవచ్చును. మెయిలు, ప్యాసెంజరు అను రెండురైళ్ళు వాల్తేరునుండి బయలుదేరి ఆమార్గములవెంబడి సింహాచలమువైపు పోవుటకు సిద్ధముగానున్నవనుకొందము.

ఆరైళ్ళలో మెయిలునందు మనము కూర్చుంటిమని యూహింతము. ప్యాసింజరుబండి మనముకూర్చుండిన మెయిలు

బండికంటె ముందు బయలుదేరి సింహాచలమువైపు పోవుచున్నదనికూడ భావింతము. ఆతరువాత కొంతసేపటికి మనమున్న మెయిలుబండి వాల్తేరులో బయలుదేరి ప్యాసింజరుబండికంటెను ఎక్కువవేగముతో సింహాచలమువైపు పోవుచున్నదనుకొందము. మెయిలుబండి బయలుదేరినవెంటనే దానినుండి మనము ప్యాసింజరుబండిని చూచినచో ప్యాసింజరుబండి ముందుకు పోవుచున్నట్లగపడును. ప్యాసింజరుబండి వేగముకంటె మెయిలుబండివేగము అధికముగాన బయలుదేరిన కొంతసేపటికి మెయిలుబండి ప్యాసింజరుబండిని కలిసికొనుట కవకాశమున్నది. అట్లవి కలిసికొనినసమయములో మనముకూర్చుండిన మెయిలుబండినుండి ప్యాసింజరుబండిని చూచినచో అది స్థిరముగనున్నట్లు కనపడును. ఆతరువాత కొంతసేపటికి మెయిలుబండి ప్యాసింజరుబండిని దాటిపోవును. అప్పుడు మనము మెయిలుబండినుండి ప్యాసింజరుబండివైపు చూచినచో ఆ ప్యాసింజరుబండి వెనుకకుపోవుచున్నట్లగపడును. భిన్నవేగములు గల రెండు రైలుబండ్లలో ఒకదానినుండి రెండవదానిని చూచినపుడు వాని సాపేక్షస్థానములను, సాపేక్షవేగములనుబట్టి వాని గతులలో పురోగమన, తిరోగమన, స్తంభము లభివ్యక్తమగునని దీనివలన వ్యక్తమగును. ఈరెండు రైలుబండ్లవలెనే గ్రహములు కూడ ఏకదిశలో సూర్యునిచుట్టును భిన్నవేగములతో సంచరించుచున్నవి కాబట్టి పరిభ్రమణస్థితియందున్న భూమినుండి చూచినపుడు అవేక్షితగ్రహము తన సాపేక్షవేగము ననుసరించి ఋజువక్రాదిగతులను కలిగియున్నట్లు కనపడును.

19 వ చిత్రములో సూ- సూర్యుని, లోపలిమార్గము భూకక్ష్యను, వెలుపలిమార్గము కుజగ్రహకక్ష్యను నిరూపించుచున్నవనుకొందము. లోపలికక్ష్యలోని I, II, III, IV, V, ... అను అంకెలు సమానవ్యవధిగల కాలములలో



19 వ చిత్రము

ఆకక్ష్యయందలి భూమిస్థానములను, వెలుపలికక్ష్యలోని ౧, ౨, 3, ౪, ౫,...అను అంకెలు లోపలికక్ష్యలోని భూస్థానములకు అనురూపమైన కుజగ్రహస్థానములను ఆవెలుపలికక్ష్యలోను నిరూపించుచున్న వనుకొందము. భూమి I నుండి III కు ప్రయాణముచేయునప్పటికి కుజగ్రహము తనకక్ష్యలో ౧ నుండి 3 కు ప్రయాణముచేయును. కాని నక్షత్రములనుబట్టి గగనతలమున నది 1 నుండి 3 వరకును పయనించినట్లగపడును. ఇట్లది గగనతలమున 1 నుండి 3 వరకును ప్రయాణముచేసినట్లగపడుట కేవలము దృశ్యముమాత్రమే; వాస్తవముగా జరిగినదికాదు. భూమి III ను చేరుకొనినప్పుడు సూర్యుడును, భూమియును, కుజుడునుకూడ ఇంచుమించుగా ఒకేసరళరేఖలో నుండును. ఇంతటినుండి నక్షత్రములనుబట్టి గగనతలమున కుజుడు వక్రగతినిపొందినట్లు గోచరించును. భూమి IV ను

ప్రవేశించునప్పటికికూడ కుజుని చింకను వక్రగతియే. భూమి కుజుని బాగుగాదాటి ముందుకు పోయినపిమ్మటగాని కుజ గ్రహము వక్రగతిని విడువదు. భూమి V ను చేరుకొనునప్పటికి కుజగ్రహము ఋజుగతిని పొందినట్లు మనకుగోచరించును. అప్పు డది ఆకాశములో 5 అనుస్థానముననున్నట్లు కనపడును.

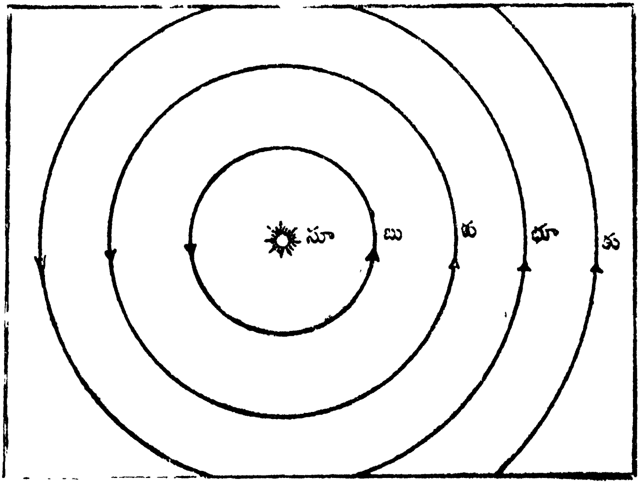
గ్రహ పరిభ్రమణము

గ్రహముల ఋజువక్రాదిగతులు కేవలము దృశ్యములు మాత్రమే. అవి వాస్తవముగా సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించు చున్నవి. సూర్యునిచుట్టును గ్రహములు భిన్నవేగములతో నిర్దిష్టకక్ష్యలనెంబడి పరిభ్రమించుచున్నవని యూహించినచో గ్రహగతులను సులభముగా విశదీకరింపవచ్చునని కోపర్నికస్ అను విజ్ఞాని 16 వ శతాబ్దములో వెల్లడించెను. అటుపిమ్మట 17 వ శతాబ్దములో గ్రహకక్ష్యల యాకారమునకును, వానిగతులకును అన్వయించు నియమములను కెప్లర్ విజ్ఞాని అరసెను. గ్రహములు సూర్యునిచుట్టు నియమితకక్ష్యలలో నియమబద్ధములై సంచరించుటకు కారణము సూర్యుడు గ్రహములపై ప్రవర్తింపజేయుచున్న గురుత్వాకర్షణబలమేయని కనుగొనిన మేధావి న్యూటన్.

సూర్యకుటుంబములో సూర్యుడు, గ్రహములు, ఉప గ్రహములు, తోకచుక్కలు, ఉల్కలు నున్నవికదా! సూర్య కుటుంబపు మొత్తము ద్రవ్యసంచయములో నూటికి 99.86 పాళ్ళు సూర్యునియందే కేంద్రీకృతమైయున్నది. ఇక మిగిలిన 0.14 పాళ్ళ ద్రవ్యములోనే గ్రహములు, ఉపగ్రహములు, అనేకసంఖ్యాకములైన తోకచుక్కలు, ఉల్కలు నేర్పడినవి.

భూగోళద్రవ్యసంచయముకంటె సూర్యగోళ ద్రవ్యసంచయము రమారమి 3,32,000 రెట్లు హెచ్చు !

బ్రహ్మాండములో ద్రవ్యమయమైన మూర్తు లొకదాని నొకటి పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుననియును, ఆయాకర్షణబల పరిమాణము లామూర్తుల ద్రవ్యరాసులనుబట్టియును, వాని నడిమిదూరములనుబట్టియును నుండుననియు మనకు తెలిసినదే. సూర్యకుటుంబములో సూర్యు డధికద్రవ్యమయుడుగాన తన యధికద్రవ్యరాశిఫలితముగా నేర్పడిన బలముచే సూర్యకుటుంబములోని యితరమూర్తులనన్నిటిని తనచుట్టును త్రిప్పుకొనుచున్నాడు. సూర్యునిచుట్టును ప్రత్యక్షముగా తిరుగుచున్న మూర్తులలో నెన్నదగినవి గ్రహములు.

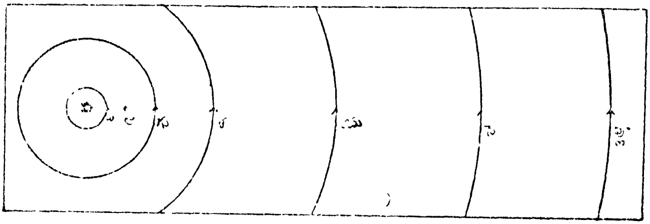


20 వ చిత్రము

గ్రహముల సాపేక్షదూరములు.

సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుటలో గ్రహములన్నియును కలిసి యేకమార్గము ననుసరించుటలేదు. ఒక్కొక్క గ్రహమునకు నిర్దిష్టమై యొక్కొక్క మార్గమున్నది. భిన్న గ్రహములపై సూర్యుడు ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబల పరిమాణములనుబట్టి ఆయా గ్రహకక్ష్యలపరిమాణములు నిర్ణీతమగును.

సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్న గ్రహములలో సూర్యునకు మిక్కిలి చేరువగానున్న కక్ష్యయందున్నది బుధగ్రహము. శుక్రుడు, భూమి, కుజుడు, ఆస్టిరాయిడులు, గురుడు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటో గ్రహము లాతరువాత క్రమముగా వరుసలోనున్న కక్ష్యలలో సంచరించుచున్నవి. భూకక్ష్య



21 వ చిత్రము

గ్రహముల సాపేక్షదూరములు.

సూ — సూర్యుడు

బు — బుధుడు

శు — శుక్రుడు

భూ — భూమి

కు — కుజుడు

ఆ — ఆస్టిరాయిడులు

గు — గురుడు

శ — శని

యు — యురేనస్

నె — నెప్ట్యూన్

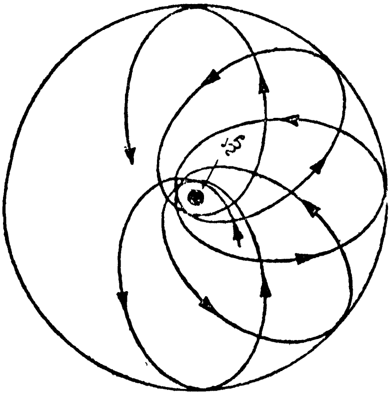
ప్లూ — ప్లూటో

వలెనే గ్రహముల కక్ష్యలుకూడ దీర్ఘవృత్తాకారములే. అవియును ఎక్కువగా సాగియుండలేదు; అనగా వాని వికేంద్రతలు చాలతక్కువ. గ్రహములన్నిటిలోను ఎక్కువ వికేంద్రతగల కక్ష్యగలది ప్లూటో; దాని కక్ష్యవికేంద్రత 0.249 తక్కువ వికేంద్రతగల కక్ష్యగలది శుక్రుడు; దాని కక్ష్యవికేంద్రత 0.0068; కాబట్టి స్కేలునకు సరిగా గ్రహకక్ష్యలను గీసినచో వృత్తములకును దీర్ఘవృత్తాకారములైన యీగ్రహ కక్ష్యలకును ఎక్కువవ్యత్యాసము కానరాదు. ఈకక్ష్యలలో ఒకనాభియందు సూర్యు డేర్పరచుకొని ఆయనచుట్టును గ్రహములు ఒకేదిశలో పరిభ్రమించుచుండును.

బుధగ్రహసంచలనమందు మఱియేయితరగ్రహపరిభ్రమణమందును పొడగట్టని విచిత్రాంశమొకటి వ్యక్తమైనది. బుధగ్రహము సూర్యుని నాభిగా చేసికొని దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నదికదా! ఆకక్ష్యలో సూర్యునికి మిక్కిలి చేరువగానున్న బిందువును ఆగ్రహముయొక్క నీచస్థానమందురు. సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నది బుధగ్రహమొక్కటే అయియుండినట్లయిన, బుధుని నీచస్థానము సదా ఒకేబిందువు నొద్ద స్థిరముగా నుండియుండును. కాని వాస్తవముగా నది యట్లుండుటలేదు. ఆస్థానము క్రమముగా నాకక్ష్యలో ఒక బిందువునుండి వేరొకబిందువునకు సంచరించుచున్నది. ఈసంచారపరిమితి నూరుసంవత్సరములకు 35″ ఉండునని 1845 లో లివెర్రియర్ విజ్ఞాని లెక్కచేసి కనుగొనెను. కాని ఆతరువాత కొందరు శాస్త్రజ్ఞుల లెక్కలవలన ఈసంచారము నూరుసంవత్సరములకు 40″ అని తేలినది.

బుధగ్రహకక్ష్యలో ఒకబిందువున కేర్పడిన యీసంచారము బుధగ్రహముపై నితరగ్రహములు కలుగజేసిన వైకల్యము వలననైన నేర్పడవలెను ; లేదా యేన్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతముననుసరించి గ్రహగతులు సాగుచున్నవని మనము విశ్వసించుచుంటిమో ఆసిద్ధాంతమైనను తప్పుకావలెను.

బుధునియొక్క యీవిపరీతసంచలనము బుధసూర్యుల నడుమనున్న గ్రహములవలననే కలుగుచున్నదని లీవెర్రియర్ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించి, బుధగ్రహసంచలనములో నామార్పునకు కారణభూతమైన గ్రహముల ద్రవ్యరాశి యెంతయుండవలెనో కూడ లెక్కకట్టి చెప్పెను. అట్టి గ్రహములున్నవని ఆదిలో చాలకాలమువరకును శాస్త్రజ్ఞులు భావించిరి గాని మహాధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినులు వాడుకలోనికి వచ్చినపిమ్మట అట్టిగ్రహము లేమియును లేవని తేలినది. ఆరీతిగా బుధగ్రహముయొక్క ఆవిపరీతసంచలనమునకు సరియైన కారణము నొసగలేక శాస్త్రజ్ఞులు తల్లడిల్లుచున్న సమయములో ఐన్‌స్టైన్ పండితుడు సాపేక్షసిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించి



22 వ చిత్రము

న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతరీత్యా వివరింపసాధ్యముగాని యీవిపరీతసంచలనమును సులువుగావిశదీకరించెను. సూర్యునికి సన్నిహితముగానుండి ఆగోళముయొక్క ఆకర్షణబలమున కధికముగాలోనైన బుధగ్రహము తనకక్ష్యలో కేవలముసూర్యుని చుట్టును పరిభ్రమించుటయే గాక ఆకక్ష్యకూడ అల్పవేగముతో పరిభ్రమించుచున్నదనియును, తత్ఫలితముగనే బుధగ్రహము యొక్క ఆవిపరీతసంచలనము సంభవించుచున్నదనియును ఆయన వివరించెను. 22 వ చిత్రములో బుధగ్రహకక్ష్య పొందుచున్న యీమార్పును తిలకింపవచ్చును.

గ్రహస్థానములు

గ్రహకక్ష్య లెక్కువగా సాగియుండకపోయినను దీర్ఘవృత్తములే యగుటవలనను, ఆదీర్ఘవృత్తములలో కేంద్రమందు గాక కొంచెము ప్రక్కగానున్న నాభియందు సూర్యుడుండుటచేతను సూర్యునకు నొకగ్రహమునకు గల దూరములో కొద్ది మార్పు వచ్చుచుండును. కుజుడు సూర్యునకు మిక్కిలి చేరువగా నున్నపుడు కుజసూర్యుల మధ్యదూరము 14,87,00,000 మైళ్ళును, ఎక్కువదూరముగా నున్నపుడు వాని మధ్యదూరము 15,40,00,000 మైళ్ళును, కుజసూర్యులసరాసరి మధ్యదూరము 14,17,00,000 మైళ్ళును ఉండును. ఒకగ్రహము సూర్యునకు మిక్కిలిచేరువగానున్నపుడది నీచస్థితియందును, మిక్కిలి దూరముగానున్నపుడది ఉచ్చస్థితియందును నున్నదని వచింతురని యిదివరకే పేర్కొనియుంటిమి.

ప్లూటోగ్రహకక్ష్యాతలము తప్ప మిగిలిన గ్రహము లన్నింటి కక్ష్యాతలములును ఇంచుమించు క్రాంతివృత్తతల మందే యున్నవి. ప్లూటో గ్రహకక్ష్యాతలము మాత్రము క్రాంతివృత్తతలమునకు 17° ఏటవాలుగా నున్నది. క్రాంతివృత్తతలమున కెక్కువ యేటవాలుగానున్న తలముగల కక్ష్య గలది ప్లూటోగ్రహ మొక్కటే. అందుచేత ద్విధావిస్తృతమైన యొకపుస్తకముమీద సూర్యునకును ఆయాగ్రహములకును గల దూరముల ననుసరించి 'స్కేలు'నకు సరిగా దీర్ఘవృత్తములను గీసినచో నవి వేర్వేరుగ్రహముల కక్ష్యలను స్థూలముగా సూచించుననుటకు సందేహములేదు. ఈకక్ష్యలవెంబడి అపసవ్యదిశలో సూర్యుని చుట్టును గ్రహములు పరిభ్రమించుచున్నవి.

సూర్యునకును గ్రహములకును గల దూరములు స్థూలముగా నొక నియమము ననుసరించి యున్నవని టాటియస్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొనెను. అదేనియమమును బోడే యను మరియొక విజ్ఞానికూడ స్వతంత్రముగా నన్వేషించి యెక్కువ ప్రచారములోనికి తీసికొని వచ్చుటచే బోడేనియమ మని దానికి పేరువచ్చినది. ఈనియమము అంతసరియైనది కాదుగాని సూర్యునినుండి గ్రహములదూరములను జ్ఞప్తియందుంచుకొనుటకది బాగుగాతోడ్పడుననుటలో సందేహములేదు.

ఒకదానికొకటి రెట్టింపు ఉండునట్లు 0, 1, 2, 4, ... అను శ్రేణిని వ్రాసి, దానిని 3 చే గుణించి, ఆవచ్చిన లబ్ధములకు 4 ను కలుపగా బోడే నియమము వచ్చును.

శ్రేఢి

0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256

3 చే గుణించి 4 ను కలుపగా

4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196, 388, 772

బు శు భూ కు ఆ గు శ యు నె ప్లూ

నిజమైన సరాసరి దూరములు

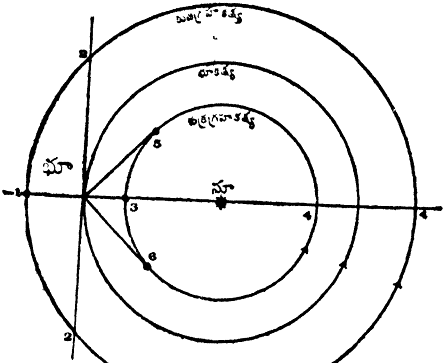
3.9, 7.2, 10, 15.2,27.7,52.1,95.4,191.9,300.7,394.6

ఇందు '10' ని భూసూర్యుల నడిమిదూరముగా మనము పరిగణించినచో 4, 7, 16, 28, 52, 100, 196 లు క్రమముగా సూర్యునినుండి బుధుడు, శుక్రుడు, కుజుడు, ఆస్టిరాయిడులు, గురుడు, శని, యురేనస్ గ్రహముల దూరములను స్థూలముగ సూచించును. నెప్ట్యూన్, ప్లూటో గ్రహముల విషయమునమాత్ర మీనియమము తప్పినది.

భూసూర్యులమధ్యప్రదేశములో సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న బుధ, శుక్రగ్రహములకు అంతర్ గ్రహములనియును, భూకక్ష్యకు వెలుపల కక్ష్యల నేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టును తిరుగుచున్న గ్రహములకు బాహ్యగ్రహములనియును పేర్లు.

భూమిననుసరించి అంతర్గ్రహములును, బాహ్యగ్రహములును పొందు వేర్వేరుస్థానములను 23 వ చిత్రమునుబట్టి గ్రహింపవచ్చును. ఏదైన నొకగ్రహము భూసూర్యులదిశయందుండి, భూమిమాత్రము గ్రహమునకును సూర్యునకును నడుమ లేనప్పుడాగ్రహము యుతి లేదా యోగమును పొందినదందుము.

భూమి సూర్యున కేవైపున నున్నదో ఆవైపుననే గ్రహము కూడ నున్నచో నది అంతరయోగమును పొందినదనియును,



23 వ చిత్రము

1 - మధ్యాంతరము
2, 2 - పాదస్థము
3 - అంతరయోగము
4, 4 - బాహ్యయోగము
5 - గ్రేటెస్టు ఈస్టరన్ ఈలాంగేషన్
6 - గ్రేటెస్టు వెస్టరన్ ఈలాంగేషన్

అటుగాక సూర్యునకు భూమియేవైపుననున్నదో దానికి విముఖముగ గ్రహమున్నచో నది బాహ్యయోగమును పొందినదనియును వ్యవహరింతురు. బాహ్యగ్రహముల విషయములో బాహ్యయోగమునకేగాని అంతరయోగమున కవకాశము లేదు. బాహ్యగ్రహముల విషయమున భూసూర్యులును గ్రహమును నొకే దిశయందుండి గ్రహమునకును సూర్యునకును నడుమగా

భూమివచ్చినపుడు ఆ గ్రహము షడ్భాంతరమును పొందిన దందురు. షడ్భాంతరమనగా ఆరురాసులఅంతరము. అట్టి స్థితిలో సూర్యునకును బాహ్యగ్రహమునకును ఆరురాసుల యంతరముండును. షడ్భాంతరమును పొందినపుడు గ్రహములు సూర్యాస్తమయముకాగానే యుదయించి, సూర్యోదయకాలమువరకును ఆకాశమున ప్రకాశించుచుండును.

భూసూర్యులకు లంబదిశలో బాహ్యగ్రహ మున్న యెడల నది పాదస్థమున నున్నదందురు. అప్పుడు గ్రహసూర్యులకు నడుమ మూడురాసుల యంతర ముండును. సూర్యునకు తూర్పునందు గ్రహమున్నపుడు జరుగుపాదస్థమును పూర్వపాదస్థమనియును, సూర్యునకు పడమటను గ్రహమున్నపుడు జరుగు పాదస్థమును పశ్చిమపాదస్థమనియును పేర్కొందురు. పూర్వపాదస్థము యోగమునకు పూర్వము కలుగును; అప్పుడు గ్రహము సూర్యాస్తమయమునకు పూర్వమే యుదయించి సూర్యాస్తమయకాలమున యామ్యోత్తరరేఖపై నుండును. పశ్చిమపాదస్థము యోగము తరువాత సంభవించును. అప్పుడు గ్రహము సూర్యాస్తమయము తరువాత అర్ధరాత్రిసమయమున నుదయించి సూర్యోదయకాలమున యామ్యోత్తరరేఖపై నుండును. యోగసమయములో బాహ్యగ్రహము సూర్యునితో నుదయించి సూర్యునితోనే యస్తమించుటవలన రాత్రికాలమందాకాశమున కానరాదు. అట్టిస్థితిలో గ్రహము అస్తమించియున్నదని వ్యవహరింతుము.

ఇక అంతర్గ్రహము న్యూనయోగకాలమందు భూసూర్యులనడుమనుండి సూర్యునితో నుదయించి సూర్యునితోనే

యస్తమించుటచే రాత్రికాలమున ఆకాశమందు కానరాదు. అంతర్గ్రహము తనకక్ష్యయందు చరించునప్పుడు అంతర్గ్రహ స్థానమును భూస్థానమునకు కలుపు రేఖ ఆ అంతర్గ్రహకక్ష్యకు స్పర్శరేఖయైనచో నట్టిస్థితియందా యంతర్గ్రహము సూర్యుని నుండి గరిష్ఠదూరములో ఆకాశమున గోచరించును. అంతర గ్రహము సూర్యునకు తూర్పున గరిష్ఠదూరములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు ఈస్టరన్ ఈలాంగేషన్' ను పొందినదనియును, సూర్యునకు పశ్చిమమున గరిష్ఠదూరములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు వెస్టర్న్ ఈలాంగేషన్' ను పొందిన దనియును పేర్కొందురు.

భౌ తి క ప రి స్థి తు లు

గ్రహసూర్యుల దూరములకును గ్రహముల భౌతికపరిస్థితులకును అవినాభావ సంబంధమున్నది. గ్రహములకు సొంతముగా తేజ, ఉష్ణములు లేవనియు, సూర్యుని వలననే వానినవి పొందుచున్నవనియు మనకు తెలిసినదే. అందుచేత సూర్యునికి చేరువగానున్న గ్రహములపైని తాపక్రమ మధికముగాను, దూరముగానున్నగ్రహములపై నల్పముగను నుండుట సహజము. ఇక సూర్యునకును గ్రహములకునుగల మధ్యదూరములమీదనే గ్రహములపై సూర్యుడు ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలములుకూడ నాధారపడియుండును. అందువలన గ్రహముల పరిభ్రమణవేగములలోకూడ వ్యత్యాసములు కలుగుచున్నవి. సూర్యునకు చేరువగానున్న గ్రహములపై సూర్యా

కర్షణబల మధికమగుటవలన వానిపరిభ్రమణవేగము లధికముగ నుండును; సూర్యునికి చేరువగానున్న గ్రహముల కక్ష్యలు చిన్నవికూడ నగుటవలన వాని పరిభ్రమణకాలములు తగ్గును. అట్లే సూర్యునకు దూరముననున్న గ్రహముల పరిభ్రమణ వేగములు తక్కువ యగుటవలనను, వానికక్ష్యలు పెద్దవి యగుటచేతను, వానిపరిభ్రమణకాలము లెక్కువపరిమాణము గలవియైయుండును. ఇక నొకగ్రహముపై అది ఉచ్చస్థితియందున్నపుడుకంటె నీచస్థితియందున్నపుడు సూర్యుడు ప్రవర్తించు నట్టి యాకర్షణబలపరిమాణ మధికముగనుండును కాబట్టి ఉచ్చస్థితియందుకంటె నీచస్థితియందున్నపుడు గ్రహపరిభ్రమణ వేగ మధికముగ నుండును.

గ్రహము తన దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యనుబట్టి పోవుచు ఒకసారి చుట్టివచ్చెడి కాలమునకు గ్రహసంవత్సర మనిపేరు. పైని పేర్కొనిన కారణములవలన ఈకాలపరిమాణములు వేర్వేరు గ్రహములకు వేర్వేరుగా నుండును. సూర్యునినుండి గ్రహదూరము హెచ్చినకొలదియు దానిసంవత్సరపరిమాణ ముకూడ హెచ్చును. సూర్యునకును గ్రహమునకును గల దూరమునకును, గ్రహసంవత్సరపరిమాణమునకును గల సంబంధమును కెప్లర్ విజ్ఞాని కనుగొనెను. గ్రహసూర్యుల మధ్యదూరముయొక్క ఘనములు ఆగ్రహసంవత్సరముల వర్గ ములకు అనులోమానుపాతములో (దూ$^3 \propto$ కా^{2}) నుండునని ఆనియమము తెల్లమొనర్చును.

గ్రహవేగము సంవత్సరముపొడుగున నెల్లు మారునని విశదముచేయు నియమమునుకూడ కెప్లర్ శాస్త్రజ్ఞు డరసెను. ఏదైననొక గ్రహము తననియమిత దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యయందు సమానవ్యవధిగల కాలములలో సమానపరిమితిగల దూరములను చుట్టదు; కాని దానిని సూర్యునితో కలుపురేఖ సమానపరిమాణముగల కాలములలో సమానవైశాల్యములుగల క్షేత్రములను చుట్టును. కాబట్టి గ్రహపరిభ్రమణవేగ మెల్లప్పుడు సమానముగనుండక గ్రహము సూర్యునిసమీపించినకొలదియు నధికమగునని స్పష్టమగును. ఈవిషయమును భూమివిషయములో భూపరిభ్రమణమునుగూర్చి చర్చించినప్పుడు వివరించియుంటిమి.

సూర్యునకును గ్రహములకునుగల దూరములలోను, వాని పరిభ్రమణకాలములలోను, ఉపరితల తాపక్రమములలోను వ్యత్యాసము లున్నట్లుగనే వాని ద్రవ్యరాసులలోకూడ తేడా లున్నవి. గ్రహములలో కొన్ని భూమికంటె పెద్దవి; మరి కొన్ని చిన్నవి. గ్రహములలో మిక్కిలి తక్కువ ద్రవ్యరాశిగలది బుధుడు; మిక్కిలి యెక్కువ ద్రవ్యరాశిగలది గురుడు. బుధుని తరువాత క్రమముగా కుజుడు, శుక్రుడు, ప్లూటో, భూమి, యురేనస్, నెప్ట్యూన్, శనిగ్రహములు పెద్దవి. గ్రహముల ద్రవ్యరాసులను పరిశీలించినచో ఆశ్చర్యకరమైన విషయమొకటి వెల్లడియగును. గ్రహశ్రేణిలో గురుతమమైన గురు శని గ్రహములు రెండును మధ్యనుండి అక్కడినుండి శ్రేణియొక్క రెండుకొనలకును పోయినకొలది గ్రహములద్రవ్యసంచయములు క్రమముగా తగ్గును. రెండవ అనుబంధములో నిచ్చిన పట్టికను బట్టి గ్రహముల సాపేక్షద్రవ్యరాసులను తెలిసికొనవచ్చును.

గ్రహముల ఆకర్షణబలమునకును, వాని ద్రవ్యరాసులకును అవినాభావసంబంధ మున్నదిగదా! ఇక గ్రహవాతావరణమండములయెత్తు, ఆవాతావరణముల సాంద్రత మున్నగు విషయములు ఆగ్రహముల ఆకర్షణబలములనుబట్టియును, వాని తాపక్రమములను బట్టియును ఉండును. చాలతక్కువ ద్రవ్యరాశియు ఎక్కువ తాపక్రమమునుగల బుధగ్రహమువంటివానికి వాతావరణ ముండుట కవకాశములేదు. ఇక ఎక్కువద్రవ్యరాశియు తక్కువ తాపక్రమమునుగల గురుగ్రహమునకు మిక్కిలి సాంద్రమును, దళమునునైన వాతావరణముండుట నిక్కువము. కాబట్టి జీవోత్పత్తికిని, జీవవికాసమునకును ఉష్ణము, స్వేచ్ఛాస్థితిలోనున్న కొన్నిరకముల వాయువులు అవసరమని భావించినచో గ్రహములలో నన్నియును జీవవికాసమున కనువుగా లేవని మనకు స్పష్టమగును. శాస్త్రజ్ఞులకు తెలిసినంతవరకు భూమిమీదగాక మరి యేగ్రహమునైనను జీవము లేదు. జీవమనెడి మహత్తరసంపదను కలిగియున్నది భూమి యొక్కటే. కుజగ్రహమందు జీవముండుటకు తగిన పరిస్థితులు కొన్నియుండుటచే అక్కడేదైన నొకరకము జీవముండిన నుండవచ్చునని కొందరుశాస్త్రకర్త లభిప్రాయపడుచున్నారు.

సూర్యకుటుంబమునుగూర్చి సంక్షిప్తముగా తెలిసికొనిన పిమ్మట దాని నమూనాను మన మూహించుకొనగల్గినచో ఎక్కువ ఉపయుక్తముగానుండును. మన వాసస్థానమైన భూమి యొక కందిగింజ అనుకొందము. అప్పుడు సూర్యగోళము పెద్ద

గుమ్మడిపండంత ఉండును. ఆపెద్దగుమ్మడిపండునకు 36 గజముల దూరములో ఒక చిన్నావగింజను పెట్టినచో నది బుధుని నిరూపించును. అట్లే సూర్యుని సూచించుచున్న పెద్దగుమ్మడిపండునకు 67 గజముల దూరమందున్న మరియొక కందిగింజ శుక్రగ్రహమును, 93 గజముల దూరమందున్న కందిగింజ భూమిని, 142 గజముల దూరమందున్న పెద్ద ఆవగింజ కుజగ్రహమును, 483 గజముల దూరమందున్న పెద్దనిమ్మపండు గురుగ్రహమును, 880 గజముల దూరమందున్న మరియొక చిన్ననిమ్మపండు శనిగ్రహమును, 1780 గజముల దూరముననున్న యొక రేగుపండు యురేనస్‌ను, 2790 గజముల దూరమందున్న మరియొక రేగుపండు నెప్ట్యూన్‌ను, 3680 గజముల దూరమందున్న సన్నావగింజ ప్లూటోను నిరూపించును. అప్పుడా పెద్దగుమ్మడిపండుచుట్టు నాయాగింజలు, కాయలు, పళ్ళు ఆయాదూరములలోనేయుండి ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నట్లు మనమూహింపవలెను. ఇదే స్థూలముగా సూర్యకుటుంబపు నమూనా. ఉపగ్రహములను, తోకచుక్కలను, ఉల్కలనుకూడ మనమందు చేర్చగలిగినచో సూర్యకుటుంబము సమగ్రముగా మనకన్నులకు కట్టినట్లుండును.

సూర్యుడు

సూర్యకుటుంబములో ప్రధానమైనమూర్తి సూర్యుడు. సూర్యకుటుంబ గతినిశ్చలతకవసరమైన మహత్తరబలమంతయు ఆయనయందు కేంద్రీకృతమైయుండుటయేగాక సూర్యకుటుంబములోని ఇతరమూర్తులకు తేజఉష్ణములు ఆయనవలననే సమకూరుచున్నవి. కాని సూర్యకుటుంబమునుదాటి అంతరాళములోనికి దూరముగాపోయి చూచినచో బహుళసంఖ్యాకములైన నక్షత్రములలో నొకనక్షత్రముగనే సూర్యుడుకూడ గోచరించును. వాస్తవమునకు సూర్యుడొక నక్షత్రమే. నక్షత్రములందెల్ల భూమికి మిక్కిలి దగ్గరగానున్న నక్షత్రము సూర్యుడు. భూసూర్యులనడిమిదూరము 9,30,05,000 మైళ్ళు. భూమికి దగ్గరగానున్న ఆ తరువాతి నక్షత్రము ప్రోక్సిమా సెంటారీ. భూమినుండి దానిదూరము సుమారు 25,00,000,00,00,000 మైళ్ళు; అనగా భూసూర్యులమధ్య దూరమునకు రమారమి 2,70,000 రెట్ల దూరములో నది యున్నది. సూర్యుడిట్లు భూమికి దగ్గరగా నుండుటచేతనే తీక్ష్ణకరుడై ప్రకాశించుచున్నాడు; బింబపరిమాణయుతుడై ప్రత్యక్షమగుచున్నాడు. కాని నిజముగా మినుకుమినుకుమని ప్రకాశించుచు చుక్కలవలె కనిపించుచున్న నక్షత్రములలో పెక్కింటికంటె సూర్యుని పరిమాణమును, దీప్తియును తక్కువే.

విశ్వమందలి కోటానగోట్లనక్షత్రములలో సూర్యుడు కూడ నొక నక్షత్రమేయైనను భూమిపైనున్న జీవుల కాయన యాధారముకాబట్టి మనకాయనయెడల గౌరవము మెండు.

భగవంతునిగా నొనర్చి ఆయనకు పూజలుసైతము మనము చేయుచున్నాము. సామాన్యమానవులకంటెనుకూడ సత్యాన్వేషణాశీలురైన విజ్ఞానులకు సూర్యుడింకను పూజనీయుడు. విశ్వవిజ్ఞానపిపాసువులై గగనతలము నవేక్షించుచున్న ఆశాస్త్రవేత్తలకు అండయై, మార్గదర్శియై ఆయన యుండుటయే అందుకు హేతువు.

ద్రవ్యము

సూర్యకుటుంబములోని మూర్తులనన్నిటిని తనచుట్టును త్రిప్పుకొనగలిగినబలము తన మహత్తరద్రవ్యరాశిచే సూర్యునకు సమకూడుచున్నది. ఆయన నొక బృహద్గోళము. భూమికిని సూర్యునకును గల అధికదూరమునుబట్టి కొన్ని అంగుళముల వ్యాసముగల బింబముగమాత్రమే ఆయన గోచరమగుచున్నను, సూర్యగోళవ్యాసము భూగోళవ్యాసమునకు రమారమి 109 రెట్లు హెచ్చు. సూర్యగోళవ్యాసము 8,66,600 మైళ్ళు. భూగోళవ్యాసము 7,916 మైళ్ళు. ఇక ఘనపరిమాణమందు భూగోళముకంటె సూర్యగోళము 12,95,000 రెట్లు పెద్దది; భూతలవైశాల్యముకంటె సూర్యగోళ తలవైశాల్యము 11,880 రెట్లు హెచ్చు. సూర్యగోళద్రవ్యరాశికూడ మిక్కిలి యెక్కువ. భూగోళద్రవ్యరాశికి రమారమి 3,31,100 రెట్లు సూర్యగోళద్రవ్యరాశి యున్నది.

కొన్నిగ్రాముల ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుయొక్క ఆకర్షణబలముతో భూమ్యాకర్షణబలమును పోల్చి భూగోళద్రవ్యరాశి నెట్లు కనుగొనగలుగుచున్నామో, అట్లే భూమ్యాకర్షణ

బలములో సూర్యాకర్షణబలమును పోల్చి సూర్యగోళ ద్రవ్యరాశిని తెలిసికొనవచ్చును. సూర్యాకర్షణబలపరిమాణము భూమిని దానికక్ష్యయందు తిరుగునట్లు చేయుటకు సరిగ సరి పడియున్నది. ఇక చంద్రుడు తనకక్ష్యలో భూమిచుట్టును తిరుగుచుండుటకు కారణము భూమి చంద్రునిపై ప్రసరింప జేయునట్టి ఆకర్షణబలమేకదా! భూమ్యాకర్షణబలపరిమాణము కూడ చంద్రుని తనకక్ష్యలో తిరుగునట్లు చేయుటకు సరిగా సరిపడిమాత్రమే యున్నది. భూచంద్రకక్ష్యల వ్యాసార్ధములను బట్టియును, ఆకక్ష్యలలో భూచంద్రులపరిభ్రమణవేగములను బట్టి యును సూర్యునియొక్కయు, భూమియొక్కయు సాపేక్ష ఆకర్షణ బలములను, తన్మూలముగా వాని సాపేక్ష ద్రవ్యరాసులను గణింపవచ్చును. భూద్రవ్యరాశియెంతయో మనకు తెలిసియే యున్నది. కాబట్టి సూర్యునిద్రవ్యరాశిని చిన్నలెక్కజేసి సులువుగా కనుగొనవచ్చును.

భూగోళముకంటె సూర్యగోళము ఘనపరిమాణము నందు 12,95,000 రెట్లు పెద్దదిగా నున్నను, సూర్యగోళద్రవ్య రాశి భూగోళద్రవ్యరాశికి 3,31,100 రెట్లు మాత్రమే అధిక ముగనున్నది. దీనినిబట్టి సూర్యగోళసాంద్రత భూసాంద్రత కంటె తక్కువ యని మనకు స్పష్టమగును. భూమిసరాసరి సాంద్రత ఘనశతాంశమీటరునకు 5.527 గ్రాములు; కాని సూర్యునిసాంద్రత ఘనశతాంశమీటరునకు 1.39 గ్రాములే!

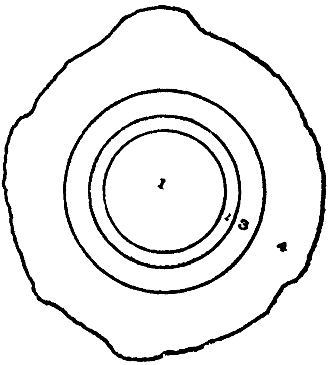
పై అంకెలను పరీక్షించినయెడల సూర్యుడు చాల తేలికయైనగోళమని మనకు స్ఫురింపకపోదు. భూగోళపరి

మాణము సూర్యగోళపరిమాణమంత యుండియున్నయెడల అప్పుడు సూర్యగోళము భూగోళముకంటె నాలుగంతలు తేలికగ నుండునని కూడ మనకు స్పష్టమగును. సాపేక్షముగా సూర్యుడింత తేలికగానుండుటకు కారణము సూర్యగోళమధిక తాపక్రమస్థితియందుండుటయే. నీరు బరువైనదేయైనను నీటిని తప్తపరచుటచే నేర్పడిన ఆవిరి తేలికయైనది. దీనికి కారణము ద్రవరూపముననున్న నీటిలో అణువులు చాల దగ్గరగనుండును. నీటిని వేడిచేసిన వెంటనే నీటియందలి యణువులు ఉష్ణశక్తిని గ్రహించి, అధికశక్తిసమన్వితములై, అధికవేగముతో అటునిటు పరుగిడుచుండును ; తత్ఫలితముగా అణువునకును అణువునకును గల దూరము అధికముకాగా, ఆవిరిసాంద్రత నీటిసాంద్రత కంటె బాగుగా క్షీణించును. ఒకగ్రాము ద్రవ్యసంచయము గల నీరు ఒక ఘనశతాంశమీటరు పరిమాణమును ఆక్రమించుచుండ దానిని వేడిచేయుటచే నేర్పడిన యావిరి సుమారు 1720 ఘనశతాంశమీటరుల పరిమాణము నాక్రమించును. అయినచో నీటియందుకంటె ఆవిరి యందలి యణువులెంత పలుచనైయున్నవో, నీటిసాంద్రతకంటె ఆవిరిసాంద్రత యెంత తక్కువైయుండునో మన మూహించుకొనవచ్చును. దీనినిబట్టి సూర్యుని అల్పసాంద్రతకు కారణము సూర్యగోళతాపక్రమ మత్యధిక మగుటయే యనుటలో సందేహము లేదు. ఈ యధిక తాపక్రమమువలన సూర్యగోళములోని ద్రవ్యమంతయు వాయు రూపమును పొందుచున్నది. కాని సూర్యగోళమందలి వాయువులకును, భూగోళమందలి వాయువులకును స్వభావములో

చాల వ్యత్యాసము గలదు. భూగోళమందున్నట్లు సూర్యగోళమందవి తటస్థస్థితిలో నుండలేవు. ఈవాయువుల ప్రవేశము సూర్యగోళములో ఉపరిభాగమునుండి కేంద్రమువైపునకు పోయినకొలదియు అధికమగును. తత్ఫలితముగా సూర్యగోళములోని ద్రవ్యసాంద్రతకూడ గోళమందంతటను సమానముగా నుండక కేంద్రమువైపు పోయినకొలదియు హెచ్చును.

నిర్మాణము

భూగోళమువలెనే సూర్యగోళముకూడ అంతటను సమానసాంద్రతను కలిగియుండలేదుగదా. అందువలన సాంద్రతాభేదములను బట్టి భూగోళమును వాతావరణము, శిలావరణము, భారావరణము, ఉష్ణావరణము అను ఆవరణములుగ విభజించినట్లే సూర్యగోళమునుకూడ కొన్ని ఆవరణములుగమనము విభజింపవచ్చును. సూర్యగోళకేంద్రముతో ఏకకేంద్రకమైయున్న గోళభాగమునకు గర్భమని పేరు. దీనిపైని వరుసగా దీప్త్యావరణము, పరివర్తకస్తరము, వర్ణావరణము, మకుటము— అను నాలుగావరణ లున్నవి.



24 వ చిత్రము

1 - గర్భము. దీని ఉపరితలమే దీప్త్యావరణము
2 - పరివర్తకస్తరము
3 - వర్ణావరణము
4 - మకుటము

తీక్ష్ణముగా ప్రకాశించుచున్న సూర్యుని మసిబారించిన గాజుఫలకము ద్వారమున చూచినప్పుడు కనపడు వలయాకార సూర్యగోళభాగమే దీప్త్యావరణము. కొన్నికోట్లమైళ్ళ దూరమునుండి అవేక్షించుటచే సన్నని వలయాకారపు రేఖవలె గోచరమగుచున్నది గాని వాస్తవముగా నది కొన్ని వందలమైళ్ళ మందముగల ఆవరణము. మనకు కనపడు సూర్యగోళావరణము లలో ఇదియే యెక్కువ దీప్తిమంతమైనది. దీని తాపక్రమము రమారమి 6000° (శ)

దీప్త్యావరణమున కడుగున మరుగుపడి సూర్యగోళ గర్భమున్నది. భూపటలమున కడుగుననున్న ఉష్ణావరణాది భూమ్యావరణ లేరీతిగ ప్రత్యక్షానుశీలనమునకు లోనుగావో ఆరీతిగనే దీప్త్యావరణము మరుగుననున్న సూర్యగోళగర్భము కూడ ప్రత్యక్షపరిశీలనమునకు చిక్కదు. అందుచేత దాని స్వభావమును అనుమానికముగా నరయవలయును.

భూగర్భమునకు పైనున్న పొరల బరువువలన భూగర్భ మందలి ద్రవ్య మధికప్రేషమునకు లోనయియున్నదని మనకు తెలిసినవిషయమే. భూకేంద్రసమీపమందలి ద్రవ్యముపై ప్రేషము చతురపుసెంటీమీటరునకు రమారమి 100,000,000 పౌనులుండును. ఇట్టి అధికప్రేషముచే పీడింపబడుచున్నను భూగర్భమందు ఘన, ద్రవస్థితులందున్న ద్రవ్యములు తమ స్వస్థితిని గోల్పోవుట లేదు. ఇక సూర్యగోళద్రవ్యరాశి భూగోళ ద్రవ్యరాశికి రమారమి 3,31,100 రెట్లు హెచ్చుగనున్నది. కాబట్టి సూర్యగోళగర్భమందలి ద్రవ్యము లోనగు ప్రేషము అనే

యముగ నుండును. భూగోళగర్భమందలి ప్రేషమున కీ ప్రేషము రమారమి 1,00,000 టన్నులుండునని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనినారు. సామాన్యఘనద్రవపదార్థము లీవిపరీత ప్రేషమును భరింప జాలవు. అందుచేత భూగోళనిర్మాణమువలెనే సూర్యగోళ నిర్మాణముకూడ ఉండియున్నయెడల ఇదివరకే యెన్నడో సూర్యగోళము భగ్నమైయుండెడిది. కాని అదియట్లు కాలేదు; పైగా రమారమి 50,00,00,000 సంవత్సరములనుండి నేడున్న విధముగనే, ఇంచుమించు నేడున్న పరిమాణమందే అదియున్నది. కాబట్టి సూర్యగోళమందలి ద్రవ్యము భూగోళమందలి ద్రవ్యమున్నస్థితిలో లేదనుట స్పష్టము. సూర్యగోళగర్భమందలి ద్రవ్యము అత్యధికతాపక్రమస్థితియందున్ననే అమేయమైన ప్రేషమునకులోనైయున్నను సూర్యగోళము భగ్నము కాకుండ స్థిరముగా నుండుట సాధ్యమగును. సూర్యగోళగర్భ తాపక్రమమెంతయున్నయెడల అది ఆవిపరీత ప్రేషస్థితిలో స్థిరముగానుండుటకు సాధ్యమగునో సైద్ధాంతికముగా గణించి సూర్యకేంద్రమునద్ద తాపక్రమము రమారమి 2,00,00,000° (శ) ఉన్నదని నిర్ణయించినారు !

సూర్యగోళగర్భమందున్న 2,00,00,000 అంశల తాపక్రమమును మనమూహించనైనను ఊహించలేము ! కణకణ మండుచున్న చింతనిప్పుల తాపక్రమమున కది రమారమి పది వేల రెట్లుండును !! ఈఅధికతాపక్రమమువలనను, విపరీత ప్రేషమువలనను సూర్యగోళగర్భమందున్న ద్రవ్యము తటస్థ స్థితిలో నుండలేదు. భూగోళపరిస్థితులందు సామాన్యముగా పరమాణుకేంద్రకములచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రానులు

సూర్యగోళమందు పరమాణుకేంద్రకములనుండి దూరముగా నెట్టగొట్టబడును; అందువలన పరమాణుకేంద్రకములును, ఎలక్ట్రానులును వేర్వేరుగా అక్కడనుండును. 'సూర్యగోళము ఎలక్ట్రాను, కేంద్రకముల కూర్పు' అని ఎడ్డింగ్టన్ ప్రభృతి శాస్త్రజ్ఞులు ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంత మిందులకనుసరణమైనదే.

సూర్యగోళగర్భమందలి ద్రవ్యములో నూటికి ఒకపాలు ఆక్సిజని, నైట్రోజని, కార్బనులును, నూటికి సుమారొకపాలు ఇనుమువంటి భారయుతమూలద్రవ్యములును, నూటికి అయిదు పాళ్ళవరకు హీలియమ్ను, మిగిలినభాగము హైడ్రోజనియును ఉన్నవి. కాని అక్కడి విపరీత పరిస్థితులలో ఈమూలద్రవ్య కేంద్రకములు స్వస్థముగా నుండలేవు. అవి ఉత్తేజితములై ఒకదానితోనొకటి ఢీకొనుచుండును. తత్ఫలితముగా అక్కడి ద్రవ్యము మూలద్రవ్యపరివర్తన మొందుచున్నది.

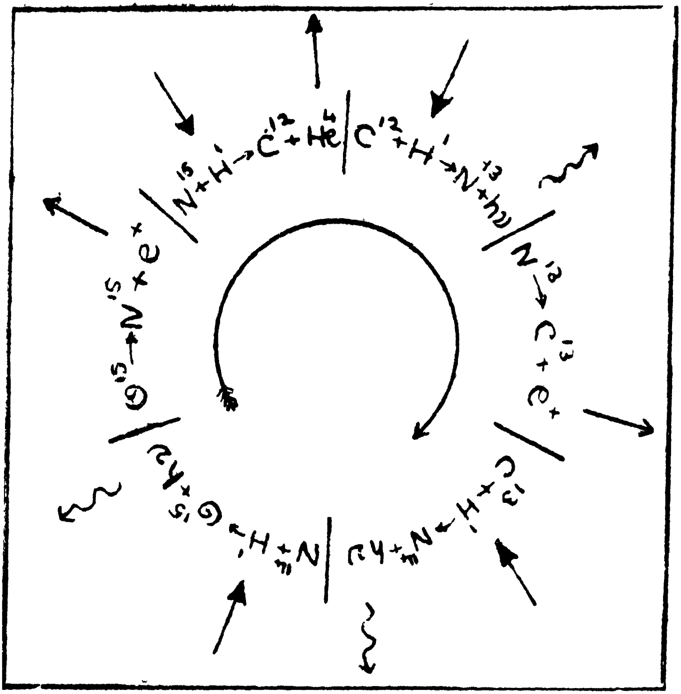
సూ ర్య శ క్తి

సూర్యగోళగర్భమందలి ద్రవ్యము మూలద్రవ్యపరివర్తన మొందుటలో అమేయమైనశక్తి విడుదలయగుచున్నది. సూర్యుడవిచ్ఛిన్నముగా ప్రదేశములోనికి ప్రసరించుచున్న తేజఉష్ణశక్తుల కదియే మూలము. ఈప్రక్రియ యేవిధముగా సంభవించుచున్నదో బెథే, వైజ్సేకర్ శాస్త్రజ్ఞులిటీవలనే సమగ్రముగా వివరించిరి.

సూర్యగోళగర్భమందు 1 భారముగల హైడ్రోజని కేంద్రకము 12 భారముగల కర్బనకేంద్రకముతో సంఘర్షించి,

చివరకు దానిలో లీనమైపోవును. తత్ఫలితముగా ఆ కర్బనము 13 భారములుగల సమస్థానీయ నైట్రోజని కేంద్రకముగా మారును. ఈవిధముగా కర్బన కేంద్రకము నైట్రోజని కేంద్రకముగా పరిణామము చెందుటలో కొంతపరమాణుశక్తి విడివడి అల్పతమ తరంగదైర్ఘ్యముగల గామాకిరణరూపములో వికీర్ణమగును. కాని 13 భారములుగల నైట్రోజని కేంద్రకము స్థిరమైనదికాదు. అందుచేత ఆఅస్థిరతను వదలి స్థైర్యమును పొందుటకై ఆనైట్రోజని కేంద్రకము ఒక పాజిట్రానును విసర్జించి 13 భారముగల కర్బనసమస్థానీయ కేంద్రకముగా మార్పునొందును. అయితే 13 భారముగల కర్బన కేంద్రకముకూడ స్థిరరచనకలది కాదు. అందుచేతనది స్థిరస్థితిని పొందుటకై ఆరాటపడి, ఒక హైడ్రోజని కేంద్రకమును కబళించి, 14 భారముగల నైట్రోజని కేంద్రకముగా మార్పునొందును. ఈమార్పులో తిరిగి కొంతపరమాణుశక్తి విడివడి గామాకిరణరూపములో ప్రసారితమగును. ఆపిమ్మట 14 భారములుగల నైట్రోజని కేంద్రకము తిరిగి మరియొక ప్రోటానును తోడుకొని, దానిని కబళించి 15 భారముగల అస్థిరఆక్సిజనిసమస్థానీయ కేంద్రకముగా మార్పునొందును. ఈసందర్భములోకూడ పరమాణుశక్తి విడివడి గామాకిరణరూపములో ప్రసారితమగును. 15 భారముగల అస్థిరమైన ఆఆక్సిజని కేంద్రకము ఆస్థితిలో స్థిరముగానుండుట యసంభవముగదా! వెంటనే అది తన కేంద్రకమునుండి యొక పాజిట్రానును ప్రోత్సర్జించి, 15 భారముగల సుస్థిర నైట్రోజనిసమస్థానీయ కేంద్రకముగా పరిణామమొందును. చిట్టచివరగా

ఈ 15 భారముగల నైట్రోజని కేంద్రకము ఒక హైడ్రోజని కేంద్రకముతో సమ్మేళనమొంది, ఆ వెంటనే తిరిగి హీలియమ్,



25 వ చిత్రము

సూర్యునిలో శక్తిజనించుటకు కారణభూతమైన ఆవృత్త కేంద్రక ప్రక్రియ.

కర్బన కేంద్రకములుగా విచ్ఛిన్నమగును. ఈ కర్బన కేంద్రకము ప్రక్రియప్రారంభములో హైడ్రోజని కేంద్రకమును కబళించిన కర్బన కేంద్రకమే. కాగా నాలుగు హైడ్రోజని కేంద్రకములు

కలిపి ఒక హీలియమ్ కేంద్రకముగా కర్బన,* నైట్రోజని కేంద్రకముల సాహాయ్యమున సూర్యగోళగర్భమందు పరివర్తన మొందుచున్నదనియును, ఆసందర్భములో వేరువేరు దశల యందు మహాశక్తివంతమైన పరమాణుశక్తి గామా కిరణజాల రూపములో బహిర్గతమగుచున్నదనియును, అదియే సూర్యుని తేజఉష్ణశక్తులకు మూలమనియును బెథే, వైజ్సేకర్ శాస్త్రజ్ఞులు పేర్కొనిరి.

సూర్యగోళగర్భమందు మూలద్రవ్యపరివర్తన ఫలితముగా గామాకిరణరూపములో విడుదలయైన శక్తి అమేయముగ నుండును. ఈశక్తియంతయు ప్రదేశములోనికి వికీర్ణమైన యెడల భూమ్యాదిగ్రహములను చేరుకొనిన మరుక్షణమున అవి భస్మీపటలము కావలసినదే. కాని సూర్యగోళగర్భము కంటె తక్కువ తాపక్రమమందున్న పైపొరలు ఈయుపద్రవము సంభవింపకుండ అరికట్టి చాలతక్కువ పరిమాణముగల శక్తిని మాత్రమే విడుదలచేయుచున్నవి. సూర్యుని దీప్త్యావరణము నుండి అనవరతము ప్రదేశములోనికి వికిరణమగుచున్న శక్తికి సమానముగా ఈశక్తియుండును. సూర్యగోళగర్భమందు మూలద్రవ్యపరివర్తనఫలితముగా నాదిలో నుద్భవించిన శక్తి గామా కిరణరూపములోనున్నను, ఆతరువాత సూర్యుని దీప్త్యావరణమును చేరుకొనుసరికది అధికతరంగదైర్ఘ్యములుగల వికిరణములుగా మారి తేజఉష్ణశక్తులుగా దీప్త్యావరణముచే ప్రసారితమగుచున్నది.

దీప్త్యావరణము

సూర్యగోళములో ఎక్కువగా అనుశీలింపబడిన మండలము దీప్త్యావరణము. దూరదర్శిని సాహాయ్యమునగాక వట్టి కంటితో మాత్రమే అవేక్షించినయెడల దీప్త్యావరణమంతటను సమానకాంతి తీక్ష్ణతను కలిగి నిష్కళంకమై గోచరించును. కాని దూరదర్శినితో నవేక్షించినప్పుడు సాపేక్షముగా కాంతి హీనములైన ప్రదేశము లక్కడక్కడ మచ్చమచ్చలవలె దృగ్గోచరమగును. ఈకాంతిహీనమైన ప్రదేశములను సూర్యాంకములని పేర్కొందురు. సూర్యాంకములచెంత దీప్త్యావరణముకంటె కూడ హెచ్చుకాంతిమంతమైన ప్రదేశములు కొన్నియున్నవి. వీనికి ఫ్లోక్యులిలని పేరు. సూర్యగోళప్రాంతములందే యివి సామాన్యముగా మనకు గోచరమగును. సూర్యాంకములను, ఫ్లోక్యులిలును లేని దీప్త్యావరణభాగమైనను, దూరదర్శినితో చూచినప్పుడు సమానకాంతితీక్ష్ణతతో గోచరముకాదు. మొలకలవలెనున్న యెక్కువకాంతిమంతమైన భాగములు దీప్త్యావరణమంతయు వ్యాపించియుండును. వీనిలో నొక్కొక్కదాని వ్యాసము సగటున 700 మైళ్ళుండును; వీని మొత్తము వైశాల్యము దీప్త్యావరణ వైశాల్యములో మూడవవంతువరకు నుండును. దీప్త్యావరణములో మొలకలవలెనున్న భాగములు అవి లేనిభాగములకంటె యెక్కువ దీప్తిమంతమైనవగుటవలన దీప్త్యావరణపు సరాసరి తాపక్రమముకంటె వీని తాపక్రమము రమారమి 150 అంశలవరకును ఎక్కువగనుండునని శాస్త్రజ్ఞులు లెక్కవేసిరి. ఈ మొలకలవలెనున్న భాగములు కొన్ని నిముసముల కంటె

నెక్కువకాలము నిలిచియుండవు. ఒక్కొక్క భాగము నశించిన వెంటనే ఆప్రక్కనేయున్నట్టివి మిలమిల నేర్పడుచుండును.

సూర్యకాంతిని పట్టకద్వారమున పంపి, వెలుపలికివచ్చిన కాంతిని తెల్లనిగోడపై పడునట్లు చేసినయెడల ఊదా మొదలు ఎఱుపు వరకునుగల వర్ణములు ఒకదానిని చేరి మఱొకటి గోడపై మాలగా గోచరమగును. ఇట్టిదానికి అఖండ వర్ణమాల యని పేరు. జ్వలనస్థితియందున్న ఘనద్రవపదార్థములును, కొన్ని సందర్భములలో వాయువులునుకూడ ఇట్టి వర్ణమాలల నేర్పరచును. అఖండవర్ణమాలను కలుగజేయుచున్న కాంతియుత్పత్తిస్థానము చుట్టును ఆయుత్పత్తిస్థానముకంటె తక్కువ తాపక్రమముగల వాయువును పొరగా కల్పించి, ఆపొర ద్వారమున దూసికొనివచ్చిన కాంతిని వర్ణమాలాదర్శినితో పరీక్షించినయెడల అఖండవర్ణమాలయందు నిట్టనిలువుగా కొన్ని కాంతిహీనమైన రేఖలు వేర్వేరు వర్ణముల భాగములలో కనపడును. వీనిస్థానములు తేజఉత్పత్తిస్థానము చుట్టునున్న వాయువునందలి మూలద్రవ్యములనుబట్టి యుండును. ఆవాయువు కేవలము సోడియముబాష్పము మాత్రమే యైనయెడల పసుపువర్ణభాగములో రెండుగాఢమైన నల్లని రేఖలు గోచరమగును; పాదరసబాష్పమైనయెడల ఆకుపచ్చ, నీలి భాగములలో నల్లనిరేఖ లేర్పడును. అట్లే వేర్వేరు మూలద్రవ్యములవలన వేర్వేరు ప్రదేశములలో నల్లనిరేఖలు కలుగును. ఇట్టివర్ణమాలకు శోషణవర్ణమాల యనిపేరు. శోషణవర్ణమాలలలోని నల్లనిరేఖలను ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలనుపేరుతో

వ్యవహరింతురు. వర్ణపటాలలో ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలస్థానము తేజ ఉత్పత్తిస్థానము నావరించియున్న వాయువులనుబట్టియుండును. కాబట్టి ఒకవర్ణపటాలయందలి అట్టి రేఖలనుబట్టి ఆవర్ణపటాలను కలుగజేసిన తేజఉత్పత్తి స్థానము చుట్టును ఏయే మూలద్రవ్యముల బాష్పములున్నవో తెలిసికొనవచ్చును.

సూర్యకాంతిని వర్ణపటాలాదర్శిని ద్వారమున పంపించి పరీక్షించినయెడల శోషణవర్ణపటాల మనకు కానవచ్చును. అందుచేత సూర్యగోళములో అధికతాపక్రమమును కలిగియున్న దీప్త్యావరణము అఖండవర్ణపటాలను కలుగజేయుచున్నదనియును, దీప్త్యావరణమును పరివేష్టించియున్న పరివర్తకస్తరము సాపేక్షముగా కొంతతక్కువతాపక్రమమందుండి, సూర్యవర్ణపటాలలో నల్లని ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖ లేర్పడుటకు కారణభూతమగుచున్నదనియును ఊహించవలసియున్నది. దీప్త్యావరణము నుండి ప్రసారితమైనకాంతి భూమిని చేరకుండ సంపూర్ణసూర్యగ్రహణసమయములో చంద్రు డరికట్టుచుండుటవలన అఖండవర్ణపటాలపై నల్లని రేఖ లేర్పడక ఆ నల్లని రేఖలస్థానములో దీప్తిమంతమైన వేర్వేరు వర్ణముల రేఖలు గోచరమగును. దీనిని బట్టి సూర్యవర్ణపటాలలోని ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలు పరివర్తకస్తరమువలననే యేర్పడుచున్నవన్నది నిస్సంశయము.

సూర్యాంకములు

దీప్త్యావరణమందలి తక్కువ కాంతిమంతమైన ప్రదేశములే సూర్యాంకములు. సూర్యాంకములనుగూర్చి చాల కాలముక్రిందటనే చైనాదేశీయులు తెలిసికొనియున్నారనుటకు

నిదర్శనము లున్నవి. మనపురాణములలోకూడ కొన్నిచోట్ల వీనిప్రస్తావన లేకపోలేదు. కాని గెలిలియో శాస్త్రజ్ఞుడు దూరదర్శినిని నిర్మించువరకును వీనినిగురించి సుస్పష్టమైన భావము లెవ్వరికిని లేదు. గతశతాబ్దమునుండి జరుగుచున్న తీవ్రపరిశోధనలవలన వీనినిగూర్చినజ్ఞానము బాగుగా హెచ్చినది.

సూర్యాంకములలో నొకదానిని ప్రత్యేకించి, జాగ్రత్తగా పరీక్షించినయెడల దానిలో ఇంచుమించు మధ్యభాగమున గాఢతమోమయమగు కృష్ణవర్ణప్రదేశము కనిపించును. దీనికి పూర్ణచ్ఛాయ యనిపేరు. ఈపూర్ణచ్ఛాయను చుట్టి పేలవమైన కృష్ణవర్ణప్రదేశ ముండును. దీనికి ఖండచ్ఛాయ యని సాంకేతికనామము. అయితే అన్నిసూర్యాంకములందును ఈభాగములు తప్పనిసరిగా నుండునని చెప్పలేము. ఒక్కొక్కప్పుడు కొన్ని సూర్యాంకముల పూర్ణచ్ఛాయలను పరివేష్టించి ఒకే ఖండచ్ఛాయ యుండును.

దీప్త్యావరణమందలి తక్కువ కాంతిమంతమైన ప్రదేశములను 'సూర్యాంకములు అనగా మచ్చలు' అని చులుకనగా మనము పేర్కొనినను వాని వైశాల్య మొక్కొక్కప్పుడు భూవైశాల్యముకంటె నెన్నోరెట్లధికముగ నుండును. సూర్యాంకములు విడివిడిగా గాక సమూహములుగనే సామాన్యముగా గోచరమగును. విడిగా నొక సూర్యాంక మెన్నడైన కనపడిన యెడల అదియొక సూర్యాంకసమూహముయొక్క అవశేషమే యని మనము గుర్తించవలెను. 1946 సంవత్సరము జనవరి 29 వ తేదీని సూర్యగోళపుతూర్పుఅంచున కనపడిన సూర్యాంక సమూహము 570,00,00,000 చతురపుమైళ్ళ వైశాల్యమునకు

వ్యాపించినది. దూరదర్శిని నిర్మింపబడినపిమ్మట అవేక్షితమైన
సూర్యాంకసమూహములలో ఇదియే మిక్కిలి పెద్దది. 1947
ఫిబ్రవరి 5 నుండి మే నెల 7 వరకును కనపడిన సూర్యాంక
సమూహముకూడ ఇంచుమించు ఇంత పెద్దదే. ఇట్టి పెద్ద
సూర్యాంకములు వట్టికంటికి కైతము కనపడును. కాని దీప్త్యా
వరణమందు తరచుగా నేర్పడు సూర్యాంకములు చాల చిన్న
విగా నుండును.

సూర్యాంకముల వైశాల్యమందు భేదమున్నటులనే
వాని జీవితపరిమాణమందును భేదముండును. కొన్ని చిన్న
సూర్యాంకములు బుద్బుదప్రాయములై పుట్టిన మరుక్షణము
ననే నశించిపోవును. గంటలు, దినములు, నెలలుకూడ నశింప
కుండనున్న యంకము లనేకము లున్నవి. కాని నెలదినముల
కంటె ఎక్కువకాలముండునట్టి యంకములు చాలతక్కువగ
నుండును. 1840 లో మాత్రము 18 నెలల వరకున్న
సూర్యాంకసమూహము నొకదానిని శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించి
యుండిరి. ఇంతవరకు ఇదియే గరిష్ఠజీవితపరిమాణమును కలిగి
యున్న సూర్యాంకసమూహమువలె కాన్పించుచున్నది. 1946
జనవరి 29 తేదీని కనిపించిన అంకసమూహము 99 దివసము
లున్నది.

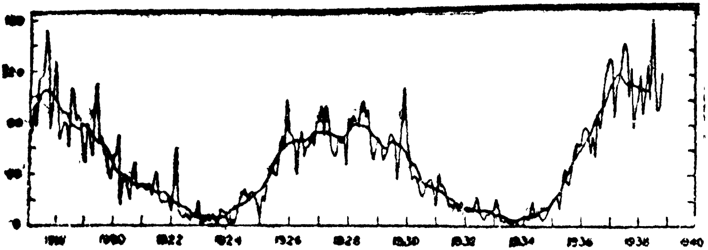
సూర్యాంకసమూహములు పెంపొందురీతియును, నశిం
చుతీరునుకూడ చాలచిత్రముగనేయుండును. సాధారణముగా
అంకములన్నియును వేగముగా వృద్ధిచెంది, నెమ్మదిగా నశించు
నని విల్సన్ పర్వత వేధశాలనుచెందిన ఆచార్యుడు నికల్సన్
వచించెను. పెద్దదిగా విస్తరించునట్టి అంకసమూహమునందు

సామాన్యముగా రెండుచిన్న అంకరాసులుండును. ఈ రెండు రాసులును ఇంచుమించు ఒకే అక్షాంశమందుండును గాని వాని నడుమమాత్రము 4, 5 అంశలయెడముండును. ఈ రాసులలో పడమటనున్న దానిని అగ్రగామిరాశియనియును, తూర్పుననున్న దానిని అనుసారిరాశియనియును మనము పేర్కొనవచ్చును. ఈ రెండురాసులును పెద్దఅంకసమూహముగా పెంపొందుటయే రూఢమైనయెడల, మొదటివారములోనే సామాన్యముగా నవి హెచ్చువైశాల్యమును బడయును ; అదేసమయములో వానినడిమిదూరముకూడ రమారమి 10 అంశలవరకును (రేఖాంశలు) హెచ్చును. ఆ సమయములో సాధారణముగా నీరెండు ప్రధానాంకరాసులకును నడుమ చిన్నచిన్న అంకములనేకము లేర్పడుచుండును. కాని యివి చాల అస్థిరమైనవి.

సూర్యాంకసమూహము గరిష్ఠవిస్తృతినిపొందినపిమ్మట అనుసారిఅంకరాశి క్రమముగా చిన్నచిన్న రాసులుగా విడిపోయి, నశించిపోవును. ఆసమయములో అగ్రగామిరాశికూడ తన్ను అనుసరించియున్న చిన్నచిన్న అంకములను గోల్పోయి, వర్తులమగు ఏకాంకముగా పరివర్తన మొందును. ఆతరువాత నదికూడ క్రమముగా విస్తృతి తగ్గుటవలన నశించిపోవును.

సూర్యాంకములు సంఖ్యావిషయమునకూడ నెల్లప్పుడును సమానముగ నుండవు. ఒకమాసముకంటె మరియొక మాసములో వానిసంఖ్య క్రమముగ హెచ్చి, గరిష్ఠపరిమాణమును పొందినపిమ్మట, తిరిగి క్రమముగతగ్గి కొన్ని నెలలపిమ్మట కనిష్ఠ పరిమాణమును చేరుకొని, అంతటినుండి క్రమముగ హెచ్చును.

ఈరీతిగా సూర్యాంకములసంఖ్య హెచ్చుటయును, తగ్గుటయును ఒక ఆవృత్తిక్రమములో జరుగుచున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. అంతేగాక ప్రతిసంవత్సరము జనించు మొత్తము సూర్యాంకములను పరిశీలించినను కూడ అవియును ఎల్లప్పుడు సమానముగనుండక ఒకఆవృత్తిక్రమములో హెచ్చుచును తగ్గుచును నున్నవని స్పష్టమగును. ఈవిషయమును మొట్టమొదట కనుగొనినవిజ్ఞాని ఎస్. హెచ్. ష్వాబె. సూర్యాంకములనుగూర్చి అంతవరకు (1843) సేకరింపబడిన అవేక్షణ



26 వ చిత్రము

సూర్యాంకముల ఆవృత్తము.

x- అక్షము కాలమును, *y*- అక్షము వూల్ఫసంఖ్యలను తెలియజేయును.

ఫలితములను నిశితముగా పరిశీలించి, సూర్యాంకములసంఖ్య వరుసగా రెండుమార్లు గరిష్ఠపరిమాణమును బొందుటకు నడిమి అంతరము, అనగా సూర్యాంకముల యావృత్తికాలము 11 లేదా 12 సంవత్సరము లుండునని ప్రకటించెను. కాని తరువాత కొందరు శాస్త్రజ్ఞులీ యావృత్తికాలము 23 సంవత్సరములనియును, 45 సంవత్సరములనియును, మరియొకటి ఘనియును, మరియొకటి ఘనియును ఏమేమో వచించిరి.

ఈయావృత్తికాలమును 11.2 సంవత్సరములుగా పరిగణించిన సమంజసముగా నుండునని ఆధునిక ఖగోళశాస్త్రప్రవీణులు పలువు రభిప్రాయపడుచున్నారు. కాని యిదికూడ ప్రామాణ్యముకాదు. గతసంవత్సరముల అవేక్షణఫలితముల ననుశీలించిన చో రెండుగరిష్ఠసంఖ్యాకముల నడుమ 13 సంవత్సరములు, 12 సంవత్సరములు, 10 సంవత్సరములు, 8 సంవత్సరములు, ఒకొ్కకచో 16 సంవత్సరములునుకూడ అంతరమున్నదని వ్యక్తమగును. అందుచేత సూర్యాంకములసంఖ్య యొక ఆవృత్తిక్రమములో మారుచుండుననియును, ఆ యావృత్తికాలము సుమారు 11.13 సంవత్సరములుండుననియును మనము వచింపగలముగాని ఆకాల మింతయని నిశ్చయముగా చెప్పజాలము.

ఇక సూర్యాంకము లేర్పడువిధానమందుకూడ నొక విచిత్రమున్నది. ఇవి దీప్త్యావరణమం దంతటను ఏర్పడక సూర్యగోళమధ్యరేఖ కిరుప్రక్కలను 40 ఉత్తర, దక్షిణఅక్షాంశముల లోపుననున్న ప్రదేశములందే యేర్పడును. ఆవృత్తి ప్రారంభమందివి 40 ఉత్తర దక్షిణ అక్షాంశముల సమీపమున నేర్పడును. ఆవృత్తి సాగినకొలదియు నివి క్రమముగా తక్కువ అక్షాంశములందు హెచ్చుగా గోచరములగుచు ఆవృత్తి పూర్తియగుసరికి సూర్యగోళ మధ్యరేఖాప్రాంతమున విశేషముగా కాన్పించును. కాని సూర్యగోళమధ్యరేఖమీద నెన్నడును అధికసంఖ్యలో అంకములు కానరావు. మరియు ఒకేసమయమున సూర్యగోళమందు ఉత్తరదక్షిణములుగా వ్యాపించియున్న అంకములకంటె తూర్పుపడమరలుగా వ్యాపించియున్న

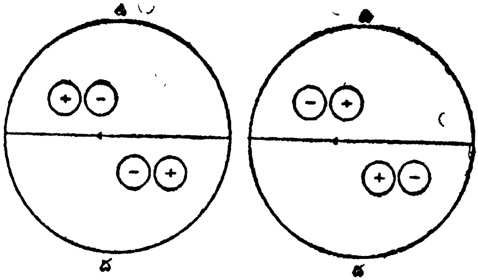
అంకములసంఖ్యయే చాల హెచ్చుగనుండును. అంతేగాక పెద్దఅంకము నాశ్రయించియుండు చిన్నఅంకములు దాని చుట్టును వ్యాపించియుండక పెద్దఅంకమునుబట్టి తూర్పునుండి పడమరకు బారుతీరి యుండును. దీనినిబట్టి ఒకసమయమందు ఒకే అక్షాంశముపై సూర్యాంకము లేర్పడుటకు ప్రయత్నించు చుండునని మనకు స్పష్టమగును.

సూర్యాంకములనుండి వికీర్ణమగు కాంతిని ప్రత్యేకముగా వర్ణమానాపక సాహాయ్యమున ననుశీలించుటవలన ఆ యంకముల తాపక్రమము దీప్యావరణపు తాపక్రమముకంటె తక్కువ యనియును, పూర్ణచ్ఛాయ తాపక్రమము రమారమి 4800°K ఉండుననియును విదితమైనది. దీప్యావరణముకంటె సాపేక్షముగా తక్కువ తాపక్రమస్థితియందు సూర్యాంకము లుండుటచేతనే వానిదీప్తి సాపేక్షముగా తక్కువగనున్నది. ఈశతాబ్దపు టారంభమునుండియు విల్సన్ పర్వత వేధశాలయందు హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడు సాగించిన అనుశీలనములవలన సూర్యాంకములు తక్కువదీప్తిమంతమైన ప్రదేశములేగాక శక్తిమంతమైన అయస్కాంతక్షేత్రములనికూడ స్పష్టమైనది. ఈఅయస్కాంతక్షేత్రముల తీక్ష్ణత భూమ్యయస్కాంత క్షేత్రతీక్ష్ణతకంటె కొన్ని లక్షలరెట్లు అధికముగ నుండును.

సూర్యాంకములందలి అయస్కాంతక్షేత్రముల యనుశీలనమువలన విచిత్రమైన విజ్ఞానాంశము లనేకములు బయల్పడినవి. సూర్యాంకములు సుమారు 11.13 సంవత్సరముల ఆవృత్తి ననుసరించియున్నవనియును, ఈయావృత్తి ఉత్తర

దక్షిణార్ధగోళములందు 40 అక్షాంశ ప్రాంతములలో ప్రారంభమై, సూర్యగోళమధ్యరేఖా ప్రాంతములకు జరిగి అక్కడ అంతమొందు చున్న దనియును తెలిసికొనియుంటిమి. దీనినిబట్టి 1901 సంవత్సర ప్రాంతమున 40 ఉత్తరదక్షిణ అక్షాంశములందు ప్రారంభించిన ఆవృత్తి 1912 లో సూర్యగోళమధ్యరేఖా ప్రాంతమందు అంతమొందుచుండినయెడల, ఆసమయమున నే నూతనావృత్తి 40 ఉత్తర దక్షిణఅక్షాంశములందు ప్రారంభమగునని విదితమగును. వాస్తవముగా 1912 వ సంవత్సరము తక్కువ సంఖ్యగల అంకములుగల సంవత్సరములలో నొకటి. 1912 లో హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడుగావించిన యవేక్షణలవలన ఉన్నతఅక్షాంశములందలి నూతన ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, నిమ్నాక్షాంశములందలి ప్రాతయావృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును పరస్పరవిరుద్ధములుగా నున్నట్లు విదితమైనది. మరియు నొకేయావృత్తిలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, అనుసారిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయునుకూడ పరస్పర విరుద్ధములుగా నున్నట్లు వ్యక్తమైనది. కాబట్టి 1912 లో ఆరంభమైన నూతనావృత్తిలోని అంకసమూహములందలి అగ్రగామిరాశియందును, అనుసారిరాశియందును తొలుదొలుత నేఅయస్కాంతలక్షణములు గోచరమయ్యెనో 1923 వరకును ఆయావృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశియందును, అనుసారిరాశియందును సరిగా ఆ అయస్కాంతలక్షణములే ప్రత్యక్షమయ్యెను. కాని

తరువాత 1923 లో ఉన్నతఅక్షాంశములందు ప్రారంభమైన మరియొక ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామి, అనుసారిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలు 1912 లో ప్రారంభ



27 వ చిత్రము

ఒకే ఆవృత్తిలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, అనుసారిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును పరస్పరవిరుద్ధములుగనుండును; మరియు నూతన ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, ప్రాత ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును పరస్పరవిరుద్ధములుగ నుండును.

మైన యావృత్తిలోని అంకసమూహములందలి అగ్రగామి, అనుసారిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలను పూర్తిగా విరుద్ధముగా నున్నవి. దీనినిబట్టి ఆవృత్తి ననుసరించిన యావృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలు పరస్పరవిరుద్ధముగను, ఒకఆవృత్తిని విడిచి వేరొక ఆవృత్తిలోని అగ్రగామిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలు సమానముగను నుండునని వ్యక్తమగును. అట్లే అనుసారిరాసుల విషయమున కూడ నుండును.

సూర్యాంకముల లక్షణములనుగూర్చి కొంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనగలిగిరి గాని అవియేల జనించుచున్నవో మాత్ర మింతవరకు వారికి స్పష్టముగా నవగతముకాలేదు. సూర్యుని దీప్త్యావరణము అత్యుగ్రతాపక్రమస్థితియందున్న వాయుమండల మని గ్రహించితిమి. ఈవాయుమండలపు టుపరితలమునం దేర్పడిన సంక్షోభములవలననే యీఅంకము లేర్పడుచున్నవనుటలో సందేహము లేదు. అయినచో నీసంక్షోభ స్వభావ మెట్టిది? ఆ సంక్షోభము గలుగుటకు కారణమేమి? ఈవిషయములను గురించి వేర్వేరు శాస్త్రజ్ఞులు వేర్వేరు అభిప్రాయములను వెలిబుచ్చుచున్నారు. కాని యింతవరకును వారు ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతములలో ఒక్కటియునుకూడ అవేక్షణ ఫలితములతో నేకీభవించుటలేదు. ఈశతాబ్దప్రారంభములో హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించినవాదమే వానిలో కొంత మెరుగుగానున్నది.

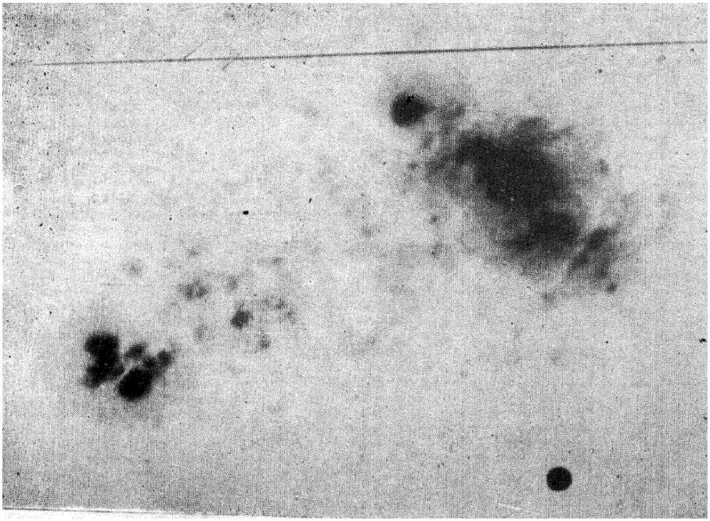
దీప్త్యావరణములో అట్టడుగునుండి ఉపరిభాగమునకు అత్యుగ్రతాపక్రమస్థితియందున్న వాయుద్రవ్య మమితవేగముతో ఎగసికొనివచ్చును. ఇట్లధికవేగముతో నది పైకెగసికొనివచ్చుటలో దానియందు సుడులేర్పడును. సూర్యగోళమందలి ద్రవ్యమంతయు అయనీకరణము నొందియున్నదని లోగడ మనము తెలిసికొనియుంటిమి. సూర్యాంకములందు అయనీకరణమునొందియున్నద్రవ్య మీరీతిగా గిఱ్ఱున తిరుగుచుండుటచేత ఆద్రవ్యమునకు మధ్యభాగమున అయస్కాంతక్షేత్ర మేర్పడుచున్నది. ఇక అడుగుభాగమునుండి పైకివచ్చినవాయుద్రవ్యము దీప్త్యావరణపు టుపరితలమును చేరుకొనిన వెంటనే,

అక్కడిప్రేషము తక్కువగాన వ్యాకోచమును పొందును. తన్మూలముగా దాని తాపక్రమము క్షీణింప దూరమున కది సాపేక్షముగా తక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరించును. సాధారణముగా అడుగుభాగమునుండి పైకివచ్చుటలో వాయుద్రవ్యము U- ఆకారముగల సుడిగా ఏర్పడియుండవచ్చును. ఆసందర్భములో దానిరెండుకొనలును రెండుఅంకములుగా గోచరింపవచ్చును. ఈయంకములందలి ద్రవ్యము ఒకదానియందు సవ్యముగాను, రెండవదానియందు అపసవ్యముగాను తిరుగుచున్నదని భావించినయెడల ఒకయంకసమూహములో అగ్రగామి, అనుసారిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలేల పరస్పరవిరుద్ధములుగా నున్నవో మనము గ్రహింపవచ్చును.

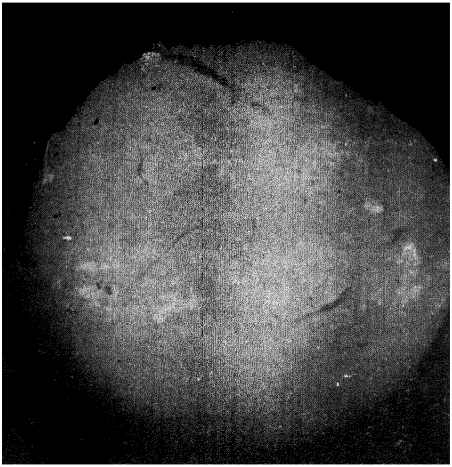
హేల్ శాస్త్రజ్ఞుని పైప్రతిపాదన కొంతవరకు సమంజసముగ నున్నట్లుగనే స్ఫురింపవచ్చునుగాని సూర్యాంకములందలి ద్రవ్యము గిఱ్ఱున తిరుగుచున్నదో లేదో యింతవరకు ప్రత్యక్షముగా చూడఁబడలేదు. పైగా తిరుగుచున్నదే యని మనమంగీకరించినను, అట్లు తిరుగుటవలన సూర్యాంకములం దత్యధిక తీక్ష్ణతగల అయస్కాంతక్షేత్రము లేర్పడుట కవకాశమున్నదా యనునది సందేహాస్పదము.

విస్ఫులింగములు

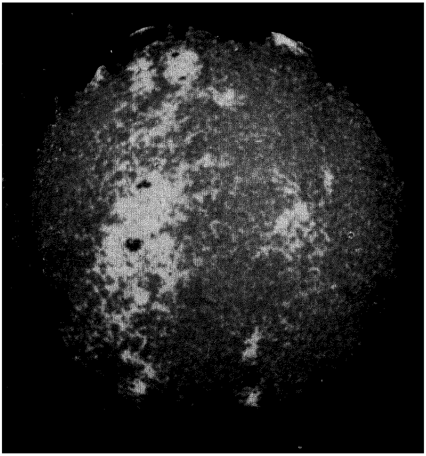
దీప్త్యావరణమందు సాపేక్షముగా తక్కువకాంతిగల సూర్యాంకముల నానుకొని విస్ఫులింగములనబడు ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన భాగములున్నవి. దీప్త్యావరణపు టంచులదగ్గర కాంతితీక్ష్ణత సాపేక్షముగా తక్కువగనుండునుకాబట్టి ఆభాగము



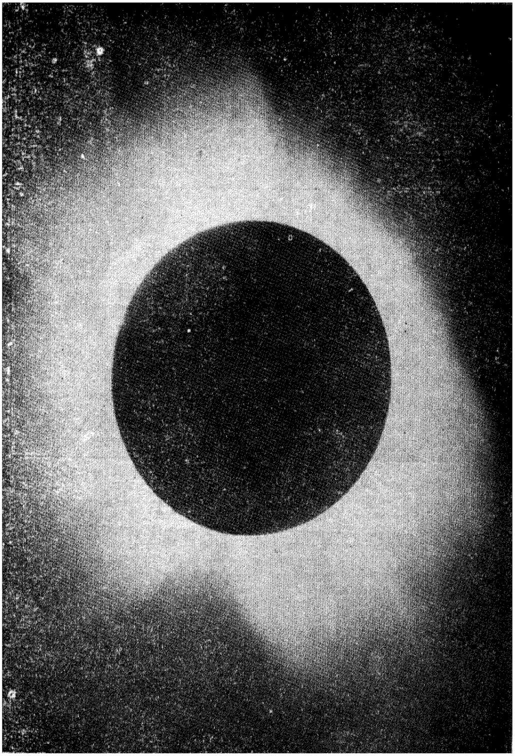
5-వ పటము. ఎప్రిల్, 1947 నాటి సూర్యాంక సమూహము. కుడివైపు దిగువ భాగమందున్న గుండ్రని బింబము భూమియొక్క సాపేక్ష పరిమాణమును సూచించును. (పుట. 135)



6-వ పటము. హైడ్రోజని కాంతిలో తీసిన సూర్యుని ఛాయాచిత్రము (పుట. 149)

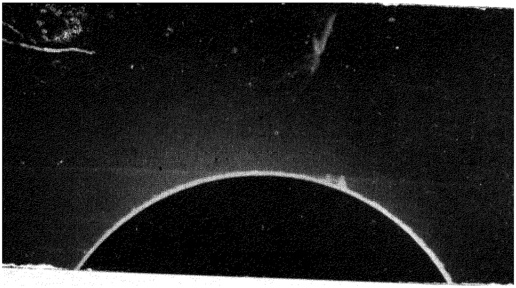


7-వ పటము. కాల్సియమ్ కాంతిలో తీసిన సూర్యుని ఛాయాచిత్రము (పుట. 149)

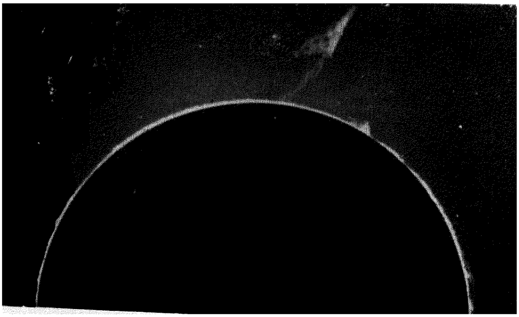


౮-వ పటము. మకుటము (పుట. 151)

9 గం. 3 ని.



8 గం. 35 ని.

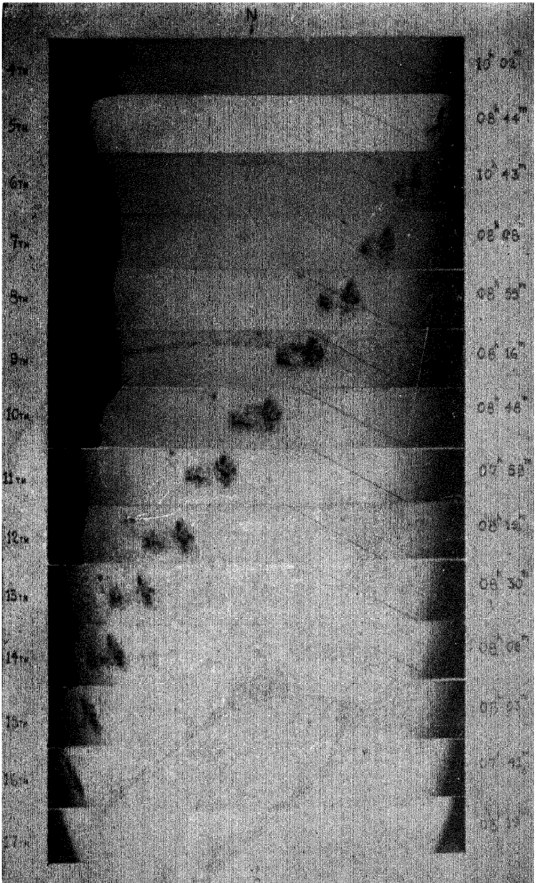


7 గం. 55 ని.

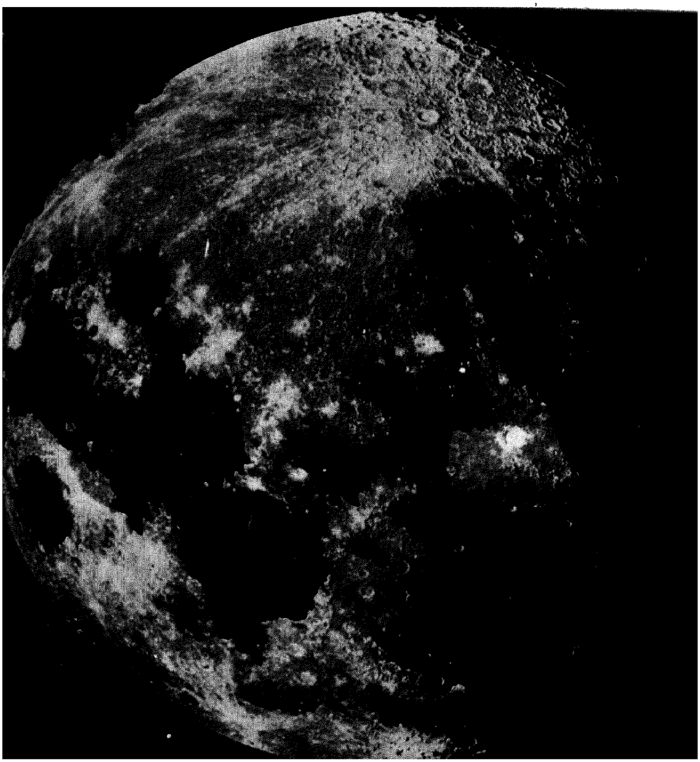
9-వ పటము. సౌరజ్వాలలు (పుట. 155)

19-11-'28 నాడు సూర్యగోళమందేర్పడిన పెద్ద సౌరజ్వాల యొకటి దీప్త్యావరణమునుండి 4,90,000 మైళ్ళు పైకెగయుటను పటములో గమనింపవచ్చును.

8



10-వ పటము. సూర్యగోళ భ్రమణము (పుట. 161)



11-వ పటము. చంద్రుడు (పుట. 171)

లంమున్న విస్ఫులింగములు చాల ప్రస్ఫుటముగ గోచరమగును. దీప్త్యావరణముకంటె నివి యెక్కువదీప్తిమంతములగుటకు కారణము వానితాపక్రమము దీప్త్యావరణతాపక్రమము కంటె హెచ్చుగనుండుటయే. వానితాపక్రమము రమారమి 7400°K ఉండును. విస్ఫులింగములుకూడ కలకాలము నిలిచి యుండవు. సూర్యాంకముల జీవితపరిమాణమువలెనే వీని జీవితపరిమాణముకూడ కొన్ని దివసములనుండి కొన్ని నెలలవరకు నుండును.

పరివర్తకస్తరము

భూగోళమునావరించి వాతావరణ మెట్లున్నదో అట్లే సూర్యగోళములో దీప్త్యావరణమును పరివేష్టించి తక్కువ సాంద్రతగల ఆవరణములు కొన్నియున్నవి. కాని భూవాతావరణములో ఈఆవరణములను పోల్చుట అంతసమంజసము కాదు. భూతలమునకును వాతావరణమునకును నడుమ ప్రస్ఫుటమైన సరిహద్దు గలదు ; కాని అట్టిది దీప్త్యావరణమునకును దానిని పరివేష్టించియున్న ఆవరణములకును నడుమ లేదు. దీప్త్యావరణసాంద్రత క్రమానుగతక్షీణతను పొందుటవలన దీప్త్యావరణపు టుపరిభాగమును, దానిపైయావరణాల అధోభాగములును ఒకదానితోనొకటి లీనమగుచున్నవి.

సూర్యగోళమందు దీప్త్యావరణమునకు పైనున్న ఆవరణలలో దీప్త్యావరణమును చేరియున్నదానికి పరివర్తకస్తరము అని పేరు. సూర్యవర్ణమాలలో నల్లని ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖ లేర్పడుట కివియే కారణము. దీప్త్యావరణము ప్రసరించుచున్న

అఖండవర్ణమాలనుండి యీపరివర్తకస్తరమునందున్న మూల ద్రవ్యములు తమ కనుగుణమైన వర్ణములను శోషించుటచేత నావర్ణలోపము గలిగి సూర్యవర్ణమాలయం దాయాప్రదేశము లలో నల్లని రేఖలు కానవచ్చుచున్నవి. అఖండవర్ణమాలనుండి కొన్ని రంగుల కాంతులను శోషించగల సామర్థ్యము అఖండవర్ణ మాల నుత్పత్తి చేయుదానికంటె తక్కువ తాపక్రమమందుండి ఆయుత్పత్తిస్థానమును చుట్టియున్న మండలమునకే యున్నదిగాన దీప్త్యావరణతాపక్రమముకంటె పరివర్తకస్తరతాపక్రమముతక్కువనుట నిశ్చయము.

సూర్యవర్ణమాలయందు రమారమి 21,835 ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలను ఇంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు 'రికార్డు' చేసిరి. ఈ రేఖలలో కొన్నిమాత్రము భూవాతావరణముచే నేర్పడినవి. సూర్యకాంతి అవేక్షకుని చేరులోపున భూవాతావరణముద్వార మునకూడ ప్రసరింపవలసియున్నది కాబట్టి ఆసమయములో సూర్యకాంతియందలి కొన్నివర్ణములను భూవాతావరణమందలి గాలులు శోషించును. అందుచేత కేవలము భూవాతావరణ శోషణముచే నేర్పడిన రేఖలుకొన్ని సూర్యవర్ణమాలయం దుండుటకు వీలున్నది. ఇట్టిరేఖలకు భౌమరేఖలనిపేరు. మిగిలిన రేఖలన్నియును పరివర్తకస్తరమునందలి ద్రవ్యముచే కలిగినవే. అక్కడక్కడ కొన్ని రేఖలుమాత్రము సూర్యాంకములచే నేర్పడినవికూడ నుండవచ్చును. ఈరేఖలనుబట్టి యెరసిన ఫలితములవలన భూమియందు లభ్యమగుచున్న మూలద్రవ్యములలో 61 మూలద్రవ్యములు* సూర్యగోళమందున్నవని స్పష్టమైనది;

* 1947 వ సంవత్సర సమాచారము.

ఇంకొక అయిదు మూలద్రవ్యముల యునికి కొంచె మనుమాన ముగానున్నది. మిగిలిన మూలద్రవ్యములుకూడ సూర్యగోళమం దుండుననుటకు సందేహములేదు. కాని వానిలో పెక్కింటికి సంబంధించిన రేఖలను భూవాతావరణమందలి ఓజోన్ వాయువు కనపడకుండచేయుటచే, ఆ మూలద్రవ్యములు సూర్యగోళమం దున్నదియు లేనిదియు తెలియకున్నది. భూవాతావరణమును దాటి పంపబడిన 'రాకెట్లు' తీయునట్టి సూర్యవర్ణమాలలనుబట్టి ఆమిగిలిన మూలద్రవ్యముల సమాచారముకూడ మనకు తెలియవచ్చును.

వర్ణావరణము

పరివర్తకస్తరమునకు వెలుపల దీప్త్యావరణముచుట్టునున్న యావరణమే వర్ణావరణము. దీనిసాంద్రత మిక్కిలితక్కువ. వర్ణావరణమునుండి దూరముగా పోయినకొలదియు దీనిసాంద్రత క్రమముగా క్షీణించును. ఇదికూడ కొంత కాంతిమంతమైన మండలమేయైనను దీప్త్యావరణదీప్తితో పోల్చినపుడు దీనిదీప్తి మిక్కిలితక్కువ. అందుచేత సూర్యుని ప్రచండతేజస్సులో నక్షత్రములనుచూడజాలనట్లు దీప్త్యావరణపు టధికదీప్తిలో దీనిని చూడలేము. కాబట్టి దీని ననుశీలించుటకు తగినసమయము సంపూర్ణసూర్యగ్రహణ కాలమందు దీప్త్యావరణము పూర్తిగా మరుగుపడియున్న తరుణమే. ఈయనుశీలనమువలన వర్ణావరణములో దీప్త్యావరణమునకు చేరువగానున్న భాగమందు కాంతి తీక్ష్ణత కొంతహెచ్చుగానుండి దూరమునకు పోయినకొలదియు క్రమముగా తగ్గునని విదితమైనది.

వర్ణావరణపు సరాసరిసాంద్రత దీప్త్యావరణసాంద్రతలో లక్షలవంతయును, భూవాతావరణసాంద్రతలో వేలవంతయును ఉండునేమో! దీని తాపక్రమము దీప్త్యావరణతాపక్రమము కంటె చాలతక్కువ యని కొన్నికాలము క్రిందటివరకును శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండెడివారు. కాని యిటీవల రెడ్‌మన్ విజ్ఞాని వర్ణావరణపు తాపక్రమము 30,000 అంశలని నిరూపించెను. అయినచో దీప్త్యావరణతాపక్రమముకంటె వర్ణావరణపు తాపక్రమము సుమారు అయిదురెట్లుండును.

వర్ణావరణమును సంపూర్ణసూర్యగ్రహణ సమయము లందేగాని ప్రత్యక్షముగా నవేక్షింపలేకపోయినను విజ్ఞానపరికరముల సాహాయ్యమున దానిని సదా యనుశీలించుట కవకాశమున్నది. ఇట్టి యనుశీలనములవలన వర్ణావరణమునందు కూడ అనేక మూలద్రవ్యములు వాయురూపములోనున్నవని విశదమైనది. కాని వీనిలో ఎఱుపురంగు కాంతిని ప్రసరించు హైడ్రోజని, హీలియమ్, కాల్షియమ్ మున్నగు మూలద్రవ్యములే సాపేక్షముగా నెక్కువగానున్నవి.

ఒక్కొక్కప్పుడు వర్ణావరణముయొక్క ఛాయాచిత్రములను ఏకవర్ణకాంతిలో తీయుదురు. ఇట్టివానికి 'స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్' లనిపేరు. ఈస్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్ లనుగూర్చి చర్చించుటకు పూర్వము కాంతివర్ణమునుగూర్చి ఒకటిరెండు విషయములు ప్రస్తావించవలసియున్నది. ఒకవస్తువునుండి ఊదా మొదలు ఎఱుపువరకును గలకాంతులలో కొన్నిరంగులకాంతులు ప్రసారితమగుచున్నవనుకొందము. ఆవస్తువునందలి వేర్వేరు

భాగములు వైరంగులలో నొక్కొక్కదానినే ప్రసరించుచున్న వనికూడ అనుకొందము. అప్పుడు ఎఱ్ఱని గాజుఫలకముద్వారమునగాని, ఎఱ్ఱని కాంతిలోగాని ఆవస్తువును చూచినచో, ఆవస్తువులో ఎఱుపురంగుకాంతిని ప్రసరించుభాగమే గోచరమై మిగిలినది నల్లగా నుండును. ఇతరవర్ణకాంతుల విషయమున కూడ నట్లే. అందుచేత ఏదైననొకరంగు గలకాంతిలో సూర్యుని ఛాయాచిత్రమును తీసినట్లయిన ఆరంగుగల కాంతిని ప్రసరించుచున్న సూర్యగోళభాగము దీప్తిమంతముగాగోచరమై, మిగిలిన భాగము తేజోహీనముగా నగపడును. మనము సూర్యుని ఛాయాచిత్రము నేరంగు కాంతిలో తీయుదుమో, ఆరంగుకాంతి యేమూలద్రవ్యమువలన కలుగుచున్నదో తెలిసికొన్నయెడల ఆరంగుకాంతిలో తీసిన సూర్యుని ఛాయాచిత్రమునుబట్టి వర్ణావరణమునం దామూలద్రవ్య మెంతవిరివిగానున్నదో అరయ వచ్చును. సాధారణముగా 'స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్' అను కాల్షియమ్ ప్రసరించు ఊదారంగుకాంతిలోను, హైడ్రోజని ప్రసరించు ఎఱుపురంగుకాంతిలోను తీయుదురు. 6, 7 పటము లట్టి ఛాయాచిత్రములే.

'స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్' లను పరీక్షించినయెడల అవి తేజోవంతములైన మచ్చలతోను, కాంతిహీనములైన మచ్చలతోను పొడలు పొడలుగా నున్నట్లు స్పష్టమగును. ఈపొడల పొడల భాగములకు 'ఫ్లోక్యులీ' లనిపేరు. 'కాల్షియమ్ఫ్లోక్యులీలు' సాధారణముగా తేజోవంతములై యుండును. ముఖ్యముగా నవి సూర్యాంకముల చెంతనేయుండి, ఒక్కొక్కప్పుడు

సూర్యాంకములనుకూడ కప్పివేయుచుండును. 'హైడ్రోజను ఫ్లోక్యులీ' లలో తేజోవంతములైనవియును, తేజోహీనములైనవి యునుకూడ నున్నవి. ఇవి సాధారణముగా పొరలవలె సాగి యుండును; కాల్షియమ్ ఫ్లోక్యులీలు గుత్తులు గుత్తులుగా చేరి యుండును. తేజోవంతములైన ఫ్లోక్యులీల తాపక్రమము దీప్త్యావరణ తాపక్రమముకంటె అధికమగుటచేత అవి అధికదీప్తితోను, తేజోహీనములైన ఫ్లోక్యులీలయొక్క తాపక్రమము దీప్త్యావరణతాపక్రమముకంటె తక్కువగుటవలన అవి మంద దీప్తితోను కనపడుచున్నవి.

మకుటము

వర్ణావరణము నానుకొని మకుటమున్నది. దీనిసాంద్రత మిక్కిలితక్కువ. దీప్త్యావరణముతో పోల్చినపుడు దీనిదీప్తి చాలతక్కువ యగుటవలన, సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణసమయ మందుగాని దీని నవేక్షింపలేము. ఒకప్రదేశములో చంద్ర గ్రహణమువలె సూర్యగ్రహణము తరచుగా సంభవించదు. అందును సంపూర్ణసూర్యగ్రహణముకలుగుట చాలఅరుదు. ఇక సంపూర్ణసూర్యగ్రహణకాలమందైనను సూర్యుని దీప్త్యావరణ మును సంపూర్ణముగా నాలుగు నిమిషములకంటె హెచ్చు కాలము చంద్రగోళ మాచ్ఛాదింపలేదు. ఈహేతువులన్నింటి వలనను మకుటము ననుశీలించుట శాస్త్రజ్ఞులకు హెచ్చుప్రయా సముగా పరిణమించినది.

మకుటము తేజోవంతమైన ఆకుపచ్చని కాంతిని ప్రస రించుచు వర్ణావరణమునుండి లక్షలకొలది మైళ్ళవరకును

వ్యాపించియున్నది. దీని యాకారము దీప్త్యావరణమున జనించు సూర్యాంకముల సంఖ్యనుబట్టి మారుచుండును. సూర్యాంకములసంఖ్య గరిష్ఠమై యున్నపుడు వర్ణావరణము చుట్టు నిది సమ్మితముగా వ్యాపించియుండును; కాని సూర్యాంకములసంఖ్య కనిష్ఠముగా నున్నపు డిది వర్ణావరణము చుట్టును సమ్మితముగా నుండక సూర్యగోళమధ్యరేఖా ప్రాంతమందు కొంచెము సాగియును, ధ్రువప్రాంతములందు కొంత అనుమబడియు నుండును.

మకుటమునందలి నొక కమనీయమైన దృశ్యము జ్యోతిష్పంక్తులు. అయస్కాంతము నొకదానిని అట్టపై బెట్టి, ఆ అట్టమీద సమముగా సన్నని ఇనుపపొడిని పేర్చి అట్టను నెమ్మదిగా చేతితో తట్టినయెడల అవి పంక్తులుగా తీర్చిదిద్దినట్లేర్పడును. ఈపంక్తులు ధ్రువములదగ్గర అందముగావంపుతిరిగి ధ్రువములను చేరుకొనును. ఈరీతిగనే మకుటమునందు కూడ కాంతి కిరణములు అందముగా వంపుతిరిగి సూర్యగోళ ధ్రువములను చేరుకొనుచున్న ట్లగపడును. ఈకాంతికిరణములకే జ్యోతిష్పంక్తు లనిపేరు.

మకుటము సాంద్రత యెంతతక్కువ యైనప్పటికిని అది కూడ కొంతకాంతిని ప్రసరించుచుండును. మకుటము ప్రసరించునట్టి మొత్తముకాంతి దీప్త్యావరణము ప్రసరించు కాంతిలో సుమారు పదిలక్షోవంతును, పూర్ణిమచంద్రుని వెన్నెలలో రమారమి సగమునుండునని శాస్త్రజ్ఞులూహించినారు. ఈ కాంతిలో రమారమి సగముభాగము వర్ణావరణమునకు ఒకలక్ష మైళ్ళలోపుననున్న భాగమునుండియే లభ్యమైనది.

మకుటమునుండి వికీర్ణమైన కాంతిని వర్ణమాలామాపకముతో ననుశీలించుటవలన కొన్ని విచిత్రమైన విషయములు తెలియవచ్చినవి. మకుటముచే నేర్పడినది అఖండవర్ణమాల. ఆవర్ణమాలయందు 26 కాంతిమంతమైన రేఖలుకూడ గోచరమైనవి. మకుటముయొక్క వర్ణమాలయం దీకాంతిమంతమైన రేఖ లెట్లు గోచరమగుచున్నవో వివరించుట చాలకాలము వరకును శాస్త్రజ్ఞులకు సాధ్యముకాలేదు. సామాన్యముగా నిట్టికాంతిమంతమైన రేఖ లేర్పడవలెనన్న వానిని కలుగజేయుచున్న తేజోత్పత్తిస్థానపు తాపక్రమము కొన్నిలక్షల అంశలుండవలెను. కాని దీప్త్యావరణమునకు చాలదూరమున అతిపలుచగానున్న మకుటము అంత హెచ్చుతాపక్రమమును కలిగియుండుట యసంభవమను నమ్మకముతో ఇటీవలవరకును శాస్త్రజ్ఞులుండుటచే ఆవైపున కేవారియాలోచనలు సాగలేదు. కాగా భూమియందు లేనట్టి 'కొరోనియమ్' అనునొక ద్రవ్యము వలన మకుటవర్ణమాలయందలి రేఖ లేర్పడుచున్నవని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులు ప్రతిపాదించిరి. కాని అది యెవరికిని సమ్మతము కాలేదు. ఆతరువాత 1939 వ సంవత్సరములో గ్రోట్రియన్ అను జర్మనీదేశవిజ్ఞాని, 'అల్పసాంద్రతాస్థితియందున్న మూలద్రవ్యములు అత్యధికతాపక్రమస్థితియందున్న మూలద్రవ్యము లొసగునటువంటివర్ణమాలలనే యేర్పరచునని' సిద్ధాంతీకరించి, ఇనుము, నికెల్, కాల్షియమ్‌వంటి లోహములవలననే యీరేఖ లేర్పడుచున్నవని వివరించెను. కాని యీసిద్ధాంతమునుకూడ శాస్త్రజ్ఞులందరు ఐకకంఠముతో నామోదించలేదు. మకుటము

అత్యధిక తాపక్రమస్థితియందున్న నేగాని అది వర్ణావరణమును దాటి లక్షలాదిమైళ్ళ ప్రదేశములోనికి విస్తరించియుండలేదని యును, తిన్నాళ్ళముగా అది అత్యధిక తాపక్రమస్థితియందుండుటచే సూక్ష్మముగానుండెను అధునిక శాస్త్రజ్ఞులలో పలువురు వచించు చున్నారు. బహుశః అది సత్యముగావచ్చును. మకుటము యొక్క తాపక్రమము రమారమి 10 లక్షల అంశలుండునని విజ్ఞులూహించుచున్నారు.

పైని చేప్పినట్లు మకుటము ననుశీలించుటకు తగిన సమయము సంపూర్ణసూర్యగ్రహణకాలమే. ఇటీవలవరకును సంపూర్ణసూర్యగ్రహణసమయములలోనే దానిని శాస్త్రజ్ఞులవే క్షించుచుండిరి. కాని 1930 లో లాయట్ అను ఫ్రాన్సుదేశ విజ్ఞాని సూర్యగ్రహణములేని సమయములోకూడ మకుటము నవేక్షించుటకుగాను 'కొరొనాగ్రాఫ్' అనునొక పరికరమును కల్పించెను. ఈపరికరముయొక్క ముఖ్యవ్యాపారము కృత్రి మముగా సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము నేర్పరచుట. ఈపరికరము బాగుగా వాడుకలోనికి వచ్చినపిమ్మట మకుటమునుగూర్చి మనకింకను ఎక్కువవిషయములు తెలియవచ్చుననుటకు సందే హములేదు. అప్పుడు మకుటావరణతత్వము సంపూర్తిగా అవగతమగునేమో!

భూవాతావరణముపైకి బెలూనులలో దూరదర్శినులను పంపి, వానిచే మకుటముయొక్క ఛాయాచిత్రములను తీయిం చుటకు ప్రస్తుతము ఆంగ్లశాస్త్రజ్ఞులు ప్రయత్నించుచున్నారు. ఈప్రయత్నము సఫలమైననుకూడ మకుటస్వభావము విశద మగుట కవకాశమున్నది.

సౌరజ్వాలలు

సంపూర్ణసూర్యగ్రహణసమయమందు దూరదర్శినితో సూర్యునిచూచినయెడల, చంద్రునిచే నాచ్ఛాదింపబడిన భాగమునుండి రెపరెపలాడుచు ఎఱ్ఱగ ప్రకాశించుచున్న జ్వాలలు పైకి ఉద్గమించుచున్నట్టుల గోచరమగును. ఆకుపచ్చనిరంగుతో ప్రకాశించుచున్న మకుటపృష్ఠభూమిపై నీయెఱ్ఱని జ్వాలలు కడు మనోహరముగనుండును. వీనిని మొట్టమొదట 1733 వ సంవత్సరము మే నెలలో స్వీడన్ దేశ ఖగోళవిజ్ఞాని వేసేనియస్ కనుగొనెను. ఈజ్వాలలకే సౌరజ్వాలలనిపేరు.

సౌరజ్వాలలు సూర్యగోళమందు వాస్తవముగా నేర్పడుచున్నవి కావని ఆదిలో కొందరు శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడిరి. భూమిమీద మృగతృష్ణలు మున్నగునవి నిజముగా లేకపోయినను ఉన్నట్లే యెట్లు గోచరించునో ఆరీతిగనే సౌరజ్వాలలు సూర్యగోళమందున్నట్టుల చంద్రునిచేత నేర్పబడినవో చూపబడుచున్నవని వారుతలంచిరి. కాని ఆతరువాతి యవేక్షణలవలన ఇవి వాస్తవముగా సూర్యగోళమం దేర్పడుచున్నవే యని నిర్ధారణమైనవి. స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్ సాహాయ్యమున సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము లేనిసమయమందుకూడ వీని నవేక్షింపవచ్చును; అనుశీలింపవచ్చును.

స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్ ద్వారమున చూచినపుడు వర్ణావరణము నానుకొని మహోన్నత పర్వతపరిమాణమందున్న జ్వాలలవలె సౌరజ్వాలలు కనపడును. ఇవి అత్యధిక వేగముతో సూర్యగోళమునుండి లక్షలకొలదిమైళ్ళ యెత్తున కెగయుచుండును.

కాని సామాన్యముగా నవి యెగసెడి దూరము 30,000 మైళ్ళుండును. సౌరజ్వాలలమందము సరాసరి 6,000 మైళ్లను, పొడవు 1,25,000 మైళ్ళను నుండును. భూపరిమాణమునకు సరాసరి 93 రెట్లు పరిమాణమును ఒక్కొక్క సౌరజ్వాల కలిగియుండుననన్నచో, అవియెంత పెద్దవో మనము గ్రహింపవచ్చును.

సౌరజ్వాలలు సూర్యగోళమునుండి బయలుదేరి అత్యధిక వేగముతో పైకెగయుచుండునుగాన వాని ననుశీలించుటకష్టము. అందుచేత ఇటీవల ప్రత్యేకపద్ధతుల నుపయోగించి వానిని 'సినీమా' తీయుచున్నారు. ఒక నటుని సినీమా తీసి ఆ సినీమాను తిరిగి ప్రదర్శించుటవలన నతడేరీతిగా నటించినదియు నెట్లు తెలిసికొనవచ్చునో అదేవిధముగా సౌరజ్వాలల సినీమాలనుచూచి వానినిగూర్చి తెలిసికొనుటకు వీలున్నది.

సౌరజ్వాలల ఆకారపరిమాణములలోను, సూర్యగోళమునుండి అవి పైకెగయునట్టి వేగములోనుకూడ వ్యత్యాసము లున్నవి. పర్వతాకారమందున్నవి, వంకైన ఆకారమందున్నవి, జ్వాలాశిఖాకారమందున్నవి-వివిధాకారములందున్నవి వానిలో కలవు. పర్వతాకారమందున్న సౌరజ్వాలలు చాలనిలుకడగా గోచరించును; జ్వాలాశిఖాకారమందున్నవి విపరీతమైన చైతన్య స్థితిలో నున్నట్లుకనపడును. వీనివేగము సెకనునకు సరాసరి 450 మైళ్ళవరకును ఉండును. సౌరజ్వాలలు అధికవేగముతో సూర్యగోళమునుండి పైకెగసినకొలదియును వ్యాకోచించి, మరింత పలుచనై, క్రమముగా అదృశ్యమగును.

దీప్త్యావరణమందు సూర్యాంకములసంఖ్య హెచ్చుగా నున్నపుడు సౌరజ్వాలలసంఖ్యకూడ అధికముగా నుండునని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులు వచించుచున్నారు. కాని సూర్యాంకములకును వానికిని సన్నిహితసంబంధమున్నదని నిశ్చయముగా చెప్పలేము. సూర్యాంకములు లేనిసమయములందుకూడ సౌరజ్వాలలు ఎక్కువగా గోచరమగుచుండును. ప్రకోపస్థితియందున్న దీప్త్యావరణము తననుండి కొంతపదార్థమును పైకి నెట్టుచున్నదనియును, అదియే సౌరజ్వాలలుగా ప్రత్యక్షమగుచున్నదనియును కొందరభిప్రాయపడుచున్నారు. కాని యివి యేర్పడుటకుగల కారణమింకను సరిగా అవగతముకాలేదు. వర్ణమాలామాపక పరిశోధనలవలన వానిలో హైడ్రోజని హెచ్చుగా నున్నదని స్పష్టమైనది.

సూ ర్య సం చ ల న ము లు

ఈప్రకరణమును ముగించుటకు పూర్వము సూర్యసంచలనములనుగూర్చి యొకించుక వివరించవలసియున్నది. సూర్యుడు ప్రతిదినమందును ప్రాతఃకాలముననే తూర్పుదిక్కున నుదయించి దివాకాలమందంతటను వినువీధిని పయనించి సాయంసమయమున పశ్చిమమున నస్తమించినట్లు గోచరించును. మరియు కర్కాటసంక్రమణమునుండి మకరసంక్రమణమువరకు దక్షిణాభిముఖుడయ్యును, మకరసంక్రమణమునుండి కర్కాటసంక్రమణమువరకు ఉత్తరాభిముఖుడయ్యును సంచరించుచున్నట్లుకూడ ఆయన ప్రత్యక్షమగును. లోగడ పేర్కొనినట్లు ఈ సంచలనములు సూర్యుని దృశ్యసంచలనములు ; భూభ్రమణపరిభ్రమణములవలన నవి కలుగుచున్నవి.

ఆధునికశాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనలవలన సూర్యునకు నిజముగా రెండుసంచలనములున్నవని వ్యక్తమైనది. అందులో ఒకటి భ్రమణము; రెండవది పరిభ్రమణము. సూర్యుని భ్రమణగతిని మొట్టమొదట కనుగొన్న విజ్ఞాని గెలీలియో. సూర్యాంకముల సాహాయ్యమున ఆవిషయమునాయన యెరయ గలిగెను. సూర్యగోళమధ్యరేఖసమీపమందున్న హెచ్చు జీవితకాలముగల సూర్యాంకము నొకదానిని దేన్నైనను ప్రత్యేకించి పరీక్షించినచో అది క్రమముగా తూర్పునుండి పడమరకు ప్రయాణముచేసి, సూర్యగోళపు పడమటియంచును చేరుకొనిన పిమ్మట అదృశ్యమై తిరిగి సుమారు 12½ దినములకు సూర్యగోళపు తూర్పుఅంచున నగపడును. దీనినిబట్టి సూర్యగోళము తనలో తాను 25 దినములలో నొకసారి భ్రమించుచున్నదని మనము భావింపవచ్చును. కాని వేర్వేరు అక్షాంశములందున్న సూర్యాంకములను నిశితముగా నవేక్షించినయెడల అవి యన్నియు సమాన భ్రమణకాలములను కలిగియుండలేదనియు, సూర్యగోళమధ్యరేఖనుండి ధ్రువములచెంతకు పోయినకొలదియు వానిభ్రమణకాలములు హెచ్చునవియును వ్యక్తమగును. సూర్యగోళతలమున 40 వ అక్షాంశముపైని సూర్యాంకములు ప్రత్యక్షముకావు కాబట్టి ఆ అక్షాంశములందలి సూర్యగోళ భ్రమణకాలములను సూర్యాంకములనుబట్టి కనుగొనలేము. అందులకై వర్ణమాలల సాహాయ్యమును శాస్త్రజ్ఞు లపేక్షించుచున్నారు. సూర్యగోళపు తూర్పుఅంచునుండియును, పడమటియంచునుండియును వచ్చుచున్న కాంతిని వేర్వేరుగా వర్ణమాలాదర్శినితో ననుశీలించినయెడల పడమటి యంచునుండి వచ్చిన

కాంతిచే నేర్పడిన వర్ణమాలయందలి ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలు ఎడుఫ్రరంగున్న భాగమువైపునకును, తూర్పు అంచునుండి ప్రసారితమైనకాంతిచే నేర్పడిన వర్ణమాలయందలి ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలు ఊదారంగున్న భాగమువైపునకును జరిగినట్లు గోచరమగును. సూర్యగోళము పశ్చిమమునుండి తూర్పుదెసగా తనయక్షముపై తనలోతాను తిరుగుచుండుటచేతనే వర్ణమాలలందలి ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలస్థానములో నీస్థానభ్రష్టత్వము సంప్రాప్తమైనది. వర్ణమాలారేఖల స్థానభ్రష్టత్వపరిమాణము నకును సూర్యగోళభ్రమణవేగముల పరిమాణమునకును సంబంధమున్నది కాబట్టి వేర్వేరు అక్షాంశము లందలి తూర్పు పడమర అంచులనుండి ప్రసారితమైన కాంతులచే నేర్పడిన వర్ణమాలల ననుశీలించి, వానియందలి ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖల స్థానభ్రష్టత్వమునుబట్టి ఆయా అక్షాంశములందు సూర్యగోళ భ్రమణవేగ మెంతెంతయో నిర్ణయింపవచ్చును. ఈవిధముగా గావించిన యనుశీలనమువలన దిగువ పేర్కొనిన ఫలితములు లభ్యమైనవి.

అక్షాంశము	భ్రమణకాలము
0°	24.64 దినములు
15°	25.41 ,,
30°	26.45 ,,
45°	28.54 ,,
60°	30.99 ,,
75°	33.07 ,,

సూర్యగోళభ్రమణవేగము అక్షాంశములనుబట్టి యేల మారుచున్నదో ఇంతవరకు సరిగా శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనలేక పోయిరి.

సూర్యునకు భ్రమణగతియేగాక పరిభ్రమణగతికూడ నున్నది. కొద్దిగా ఎడముగానున్న రెండు పెద్దగ్యాస్ లైటు దీపములు మనకొక మైలుదూరములో నున్నవనుకొందము. దూరమునుండి చూచినయెడల ఆదీపములు ఒకదానికొకటి దగ్గరగానున్నట్లు కనపడును. కాని ఆదీపములవైపు మన మేగిన కొలదియు ఆ రెండుదీపములు క్రమముగా ఎడముగాజరిగినట్లును, దీపములనడుమ నిలబడి చూచినపుడు అవి రెండు ఎదురెదురుగా నున్నట్లును గోచరించును. దీపములవైపు చూచుచు అక్కడ నుండి క్రమముగా దూరముగా పోయినయెడల దీపములు మరల క్రమముగా ఒకదానికొకటి చేరువకు వచ్చుచున్నట్లభివ్యక్త మగును. దూరదర్శినిలో నక్షత్రముల నవేక్షించినపుడు ఇందుకు సాదృశ్యమైన దృశ్యమే ఆకాశములో కనపడుచున్నది. భూమినుండి చూచినపుడు ఆకాశములో ఒకభాగమందున్న నక్షత్రములు నెమ్మదిగా ఎడమెడముగా చెదరిపోవుచున్నటు లను, ఆభాగమునకు విముఖదిశలోనున్న నక్షత్రములు నెమ్మది గనే దగ్గర దగ్గరగా చేరుకొనుచున్నటులను గోచరించును. దీనినిబట్టి సూర్యుడు తనకుటుంబములో కలిసి మరియొక మహాత్తరగోళముచుట్టును పరిభ్రమించుచుండెననియును, ఆ పరి భ్రమణకాలము మిక్కిలి యెక్కువయైయుండు ననియును శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు.

చంద్రుడు

చల్లనివెన్నెలనొసగుచున్న చంద్రుడు రసికులకు, కళో పాసకులకు ఆరాధనీయుడు. భూవాసులలో పలువు రాయ ననుకూడ దైవతముగా భావించి కొలుతురు. కాని సూర్య కుటుంబములో చంద్రునకు విశేషప్రాముఖ్యమేమియును లేదు. ఆయన భూమిచుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్న ఉపగ్రహము మాత్రమే.

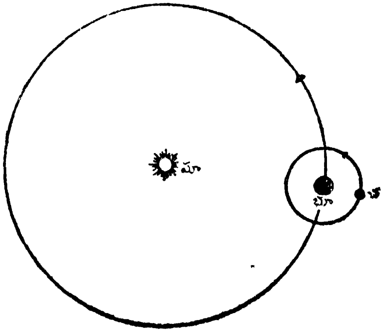
ఆధునికఖగోళవిజ్ఞానులకు తెలిసినగ్రహములు మొత్తము పది. వీనిలో అంతర్గ్రహములైన బుధ, శుక్రులకును, అల్ప గ్రహములైన ఆస్టిరాయిడులకును, సూర్యకుటుంబపు వెలుపలి సరిహద్దునందున్న ప్లూటోకును ఉపగ్రహసంతతియున్నటుల కానరాలేదు. భూమికి ఒక్కఉపగ్రహము మాత్రమే గలదు. కుజునకు 2, గురునకు 12, శనికి 9, యురేనస్‌కు 5, నెప్ట్యూన్‌కు 2 ను ఉపగ్రహములున్నటుల శాస్త్రజ్ఞులింతవరకు కనుగొనినారు. సూర్యునిచుట్టు గ్రహములు దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందేరీతిగా పరిభ్రమించుచున్నవో ఆరీతిగనే గ్రహములచుట్టును ఉపగ్రహములుకూడ దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు సంచరించుచున్నవి. ఉపగ్రహగతులుకూడ గ్రహగతినియమానుసారముగనే జరుగును.

చంద్రునికక్ష్య యెక్కువవికేంద్రమైలేదు. ఇంచుమించు వృత్తాకారముగనే అది యున్నది. దాని వికేంద్రత 0.055 మాత్రమే. చంద్రుడు భూమికి మిక్కిలి చేరువగా నున్నపుడు

భూచంద్రులనడిమిదూరము 2,21,463 మైళ్ళును, మిక్కిలి దూరముగానున్నప్పుడది 2,52,710 మైళ్ళును ఉండును. అంత రాశములో భూమికి మిక్కిలి సన్నిహితముగా నున్నమూర్తి చంద్రుడే.

భూమినిబట్టి చంద్రునికక్ష్య దీర్ఘవృత్తాకారమున నున్నను సూర్యునిబట్టి చంద్రునిమార్గము దీర్ఘవృత్తాకారమున నుండదు; పాము మెలికల ఆకారమునుపోలి అదియుండును. ఈమార్గము పర్యాయముగా నొకసారి భూకక్ష్యకు లోపునను, వేరొకసారి భూకక్ష్యకు వెలుపలను ఉండునని వేరేచెప్పనక్కర లేదు. సూర్యునిబట్టి భూచంద్రులకక్ష్య లెట్లుండునో 28 వ చిత్రము సూచించును.

కాని నక్షత్రములనుబట్టి ఆకాశములో చంద్రుని మార్గము వృత్తాకారమున నుండును. దీనితలము క్రాంతివృత్త తలమునకు రమారమి 5-అంశలు వంగి యున్నది. ఈ మార్గము వెంబడి ఋజుగతిని చంద్రుడు సంచరించుచున్నాడు. చంద్రుని పరిభ్రమణ కాలపరిమితి $27\frac{1}{3}$



28 వ చిత్రము
సూ - సూర్యుడు
భూ - భూమి
చ - చంద్రుడు

దినములు. నక్షత్రముల దృశ్యపరిభ్రమణకాలపరిమితి దీనికంటె

చాలయెక్కువకాబట్టి, నక్షత్రముల దృశ్యపరిభ్రమణవేగము కంటె చంద్రుని దృశ్యపరిభ్రమణవేగము చాలయెక్కువ. అందు వలన నక్షత్రములనుబట్టి చంద్రుడు నిత్యము తూర్పుదిశగా గమనించుచున్నట్లు గోచరమగును. చంద్రుని యీగమన మార్గమందే ఆకాశములో అశ్విన్యాది 27 నక్షత్రములు నున్నవి. ఆకాశములో చంద్రుడే దినమున ఏనక్షత్రమున్న ప్రదేశమున సంచరించుచుండునో ఆదినమున నానక్షత్రమని పంచాంగకర్తలు పేర్కొందురు.

చంద్రుడు భూమిచుట్టు పరిభ్రమించుటయేగాక తనలో తానుకూడ భ్రమించుచున్నాడు. చంద్రగోళతలమును దూరదర్శినితో అవేక్షించుటవలన ఆగోళములో ఒకేఅర్ధభాగ మెల్లప్పుడు మనకు ప్రదర్శితమైయుండునని స్పష్టమైనది. దీనినిబట్టి చంద్రునిభ్రమణ, పరిభ్రమణకాలములు సమానములని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

కళలు

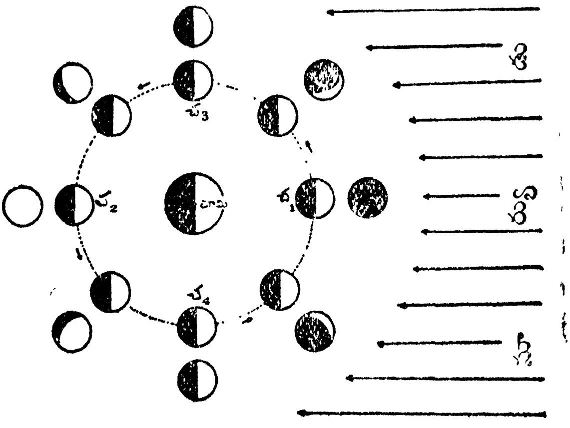
చంద్రుడు ప్రదర్శించు కళలు కడుమనోహరమైన దృశ్యము. అమావాస్యవెళ్ళినపిమ్మట సూర్యుడస్తమించిన వెనువెంటనే వెలవెలబోవుచు సన్నని అర్ధవర్తులరేఖగా చంద్రుడు పశ్చిమాకాశమున గోచరించును; ఆకసము స్వచ్ఛముగ నున్నచో ఆచంద్రరేఖనంటి మిగిలిన చంద్రగోళముకూడ అస్పష్టముగ కనిపించును. క్రమముగా పౌర్ణమి సమీపించినకొలదియు ఆరేఖాపరిమాణము వృద్ధిచెందును; సూర్యుడస్తమించు సమయమునకున్న చంద్రబింబస్థానముకూడ క్రమముగా

మార్పునను జరుగుచుండును. చివరకు పౌర్ణమినాడున చంద్రుడు పూర్ణబింబముతోకూడినవాడై సూర్యుడు పడమట దిశయందస్తమించుచున్న సమయమున సరిగా తూర్పున నుదయించును. అది శుక్లపక్షము. ఆతరువాత కృష్ణపక్షము ప్రారంభమగును. కృష్ణపక్షములో చంద్రబింబములోని దీప్తిమంతమైన భాగము క్రమముగా క్షీణింప, సూర్యుడస్తమించిన పిమ్మట క్రమముగా నాలస్యముగనే తూర్పున చంద్రోదయము కూడ నగుచుండును. చివరకమావాస్యనాడు సూర్యునితోనే చంద్రుడు నుదయించును; అదినమున చంద్రబింబము కంటికి కనిపించనే కనిపించదు. ఈవిధముగా చంద్రబింబమందలి కళలు ఇంచుమించు 29½ దినముల వ్యవధిగల ఆవృత్తిలో మార్పును పొందుచుండును. చంద్రుడీవిధముగా కళలను ప్రదర్శించుటకు కారణము భూచంద్రుల భిన్నపరిభ్రమణవేగములవలన భూమినిబట్టి సూర్యచంద్రుల సాపేక్షస్థానములలో మార్పు వచ్చుటయే.

భూమివలెనే చంద్రుడుకూడ స్వయంప్రకాశరహితమైన గోళము. సూర్యకాంతి తనపై పడుటచేతనే చంద్రగోళము ప్రకాశించుచున్నది. ఇక చంద్రుడు గోళాకారమున నుండుటవలన చంద్రగోళములో సూర్యునివైపు తిరిగియున్న సగముభాగము పైననే యేసమయమందైనను సూర్యకాంతి పడును. భూమిచుట్టు చంద్రుడు పరిభ్రమించుటలో భూమివైపున కెల్లప్పుడు ఒకే అర్థభాగము తిరిగియుండుటవలనను, భూచంద్రకక్ష్య లొకదానికొకటి పరస్పరము 5° యేటవాలుగ నుండుటవలనను,

మనకు ప్రదర్శితమైన చంద్రుని అర్ధగోళములో సూర్యునిచే దీప్తిమంతమైన భాగముయొక్క విస్తృతి మారుచుండును. ఆవిధముగా చంద్రునికి కళ లేర్పడుచున్నవి. ఇక భూమిననుసరించి చంద్రు డేస్థానమందున్నపు డేకళలు ప్రత్యక్షమగునో పరిశీలింతము.

శుక్లవిదియ దినమున సూర్యాస్తమయసమయములో ఆకాశములో పశ్చిమభాగమందు దిక్చక్రసమీపమున కనబడిన చంద్రుడు క్రమముగా పౌర్ణమి సమీపించినకొలదియు ఆకాశములో తూర్పుగా జరిగి, సరిగా పౌర్ణమిదినమున సూర్యుడు పశ్చిమమున అస్తమించుచున్న సమయములో తూర్పున ఉదయించుచుండునని తెలిసికొనియుంటిమి. కాబట్టి చంద్రుడు ప్రతి మాసము భూమిచుట్టును పరిభ్రమించుటలో, సూర్యునిస్థానము



29 వ చిత్రము—చంద్రునికళలు

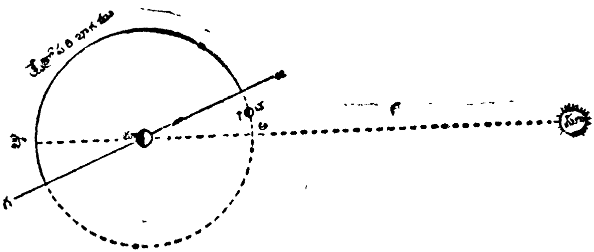
ననుసరించి ఆకాశములో ఎల్లప్పుడును తూర్పుదిశగా జరుగుచున్నట్లుగల గోచరించును. ఇట్లు పరిభ్రమించుటలో చ$_1$- అను స్థానమున చంద్రుడున్నపుడు (అనగా సూర్యచంద్రు లొకే నభోరేఖాంశమందున్నపుడు) చంద్రుడు యోగమును పొందెననియును, చ$_2$- దగ్గరనున్నపుడు (అనగా సూర్యచంద్రులు 180° తేడాగల రేఖాంశములందున్నపుడు) షడ్భాంతరము నొందెననియును, చ$_3$, చ$_4$-లయొద్దనున్నపుడు (అనగా సూర్యచంద్రులు 90° తేడాగల రేఖాంశములందున్నపుడు) పాదస్థమున నుండెననియును పేర్కొందురు.

యోగసమయములో భూసూర్యులకు నడుమగా చంద్రుడుండును. భూమివైపు ప్రదర్శితమైయుండు చంద్రగోళార్ధభాగ మాసమయములో సూర్యకిరణములచే దీప్తిమంతముకాదు. అందుచేత చంద్రుడప్పుడు మనకు కనపడడు. అదే అమావాస్య. చంద్రుడు షడ్భాంతరము నొందినపుడు భూమివైపునకు తిరిగియుండు చంద్రగోళార్ధభాగము పూర్తిగా సూర్యకిరణములచే ప్రకాశితమైయుండును కాబట్టి ఆనాడు చంద్రుడు నిండుబింబముగా గోచరమగును. అదిపూర్ణిమ. సూర్యునిచే దీప్తిమంతమైన చంద్రగోళార్ధభాగమందు మనవైపు ప్రదర్శితమైయున్న అర్ధభాగములో సగమే చంద్రుడు పాదస్థముననున్న సమయమందు యిమిడియుండుటవలన ఆనాడు చంద్రబింబము అర్ధబింబముగా ప్రత్యక్షమగును. అది అష్టమినాటి దృశ్యము. ఇక యోగమునకును పాదస్థమునకును మధ్యకాలములో మనవైపు ప్రదర్శితమైయున్న చంద్రగోళార్ధభాగములో చాల

తక్కువమేరయే సూర్యునిచే కాంతిమంతమైయుండును. చంద్రగోపరితలము ఎగుడుదిగుడుగానుండుటవలన ఆనాడు కాంతిమంతమైయున్న ఆభాగము వంకరవలె గోచరమగును. శుద్ధ ద్వితీయ తృతీయలలో అది సామాన్యముగా మనకు కనిపించెడిదృశ్యము. అట్లే మిగిలిన కళలనుకూడ విశదీకరింపవచ్చును. ఈవిధముగా అమావాస్యనాడు కళారహితుడైయున్న చంద్రుడు దినదినాభివృద్ధినిపొంది పౌర్ణమినాటికి షోడశకళాపరిపూర్ణుడై, అంతటినుండి దినదినక్షయమొందుచు తిరిగి అమావాస్యనాటికి కళావిహీనుడైయుండును.

శుద్ధ ద్వితీయ, తృతీయ ప్రాంతములలో చంద్రబింబమంతయు వంకగానున్నభాగ మెక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరమగుటయేగాక బింబమందలి మిగిలినభాగముకూడ అత్యల్పదీప్తితో కనపడునని పేర్కొనియుంటిమి. 'నూతనచంద్రుని ఒడిలో ప్రాతచంద్రుడు' అదృశ్యమును వర్ణింతురు. భూమి తనపైపడిన సూర్యకాంతిలో కొంతభాగమును చంద్రగోళముమీదికి పరావర్తనమొనర్చును. చంద్రుని వెన్నెల భూమిపై పడినట్లు భూరశ్మి చంద్రగోళములో మనవైపునకున్న భాగముపైపడి దానిని తక్కువతరహాలో దీప్తిమంతమొనర్చుటవలన సూర్యరశ్మిపడని చంద్రగోళభాగముకూడ కనపడుచున్నది.

చంద్రుడు షడ్భాంతరమునొందినపుడు సూర్యచంద్రులకు నడుమ భూమియుండును కాబట్టి సూర్యకాంతి చంద్రుని చేరకుండ భూమి అడ్డుతగులదాయని మనకొకసందేహము కలుగవచ్చు. 30 వ చిత్రమును జాగ్రత్తగా పరిశీలించినయెడల మనసందేహము సులభముగా నివృత్తియగును.



30 వ చిత్రము

సూ - సూర్యుడు　　అ - అమావాస్య
భూ - భూమి　　పౌ - పౌర్ణమి
చ - చంద్రుడు　　గజ - పాతముల తలమును సూచించురేఖ

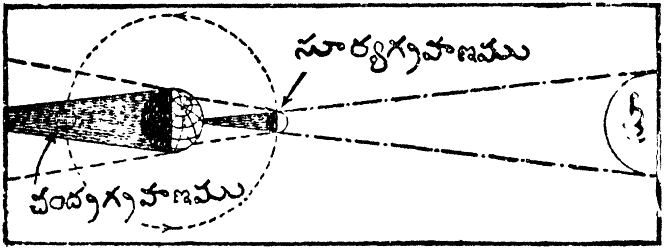
భూచంద్రుల కక్ష్యాతలములు ఏకతలమున లేవుగదా. అని పరస్పరము ఖండించుకొనుబిందువులకు పాతములని పేరు. చంద్రుడు తనకక్ష్యలో సంచరించుచు ఉత్తరాభిముఖుడై క్రాంతి వృత్తతలమును దాటునప్పటి పాతమునకు ఉచ్చపాతమనియును, దక్షిణాభిముఖుడై క్రాంతివృత్తతలమును దాటునప్పటి పాతమునకు నీచపాతమనియును పేర్లు. ఉచ్చపాతమును రాహువనియును, నీచపాతమును కేతువనియునుకూడ వ్యవహరింతురు. పాతములును భూమియునున్న సమతలమునకు ఊర్ధ్వభాగమున పడ్భాంతరసమయములో చంద్రుడుండును ; అందువలన భూమియొక్క ఊర్ధ్వభాగమునుండి సూర్యకాంతి చంద్రగోళమునుచేరి దానిని దీప్తియుత మొనర్చుచున్నది.

గ్రహణములు

చంద్రుడు కలుగజేయుచున్న యొకవిచిత్రసంఘటన గ్రహణములు. భూసూర్యుల నడిమికి చంద్రుడువచ్చి సూర్య

కాంతి భూమిని చేరకుండ అడ్డుకొనినపుడు భూవాసులకు సూర్యుడు కనపడకుంగాన అప్పుడు సూర్యగ్రహణము కలుగుచున్నది. ఇక భూమినీడద్వారముగా చంద్రుడుపోవుట తటస్థించినపుడు, పరావర్తనకాంతితో ప్రకాశించు నాగోళమునకు తగినంత సూర్యరశ్మి లభ్యముకాకపోవుటవలన చంద్రగ్రహణ మేర్పడుచున్నది. సూర్యగ్రహణ మమావాస్యనాడును, చంద్రగ్రహణము పౌర్ణమిరోజునను కలుగును.

భూమి, చంద్రుడు, సూర్యుడు వరుసగా ఇంచుమించొక సరళరేఖయందున్నపుడే గదా సూర్యగ్రహణము కలుగుటకు వీలున్నది! చంద్రుడు యోగముపొందుట పాతములవద్ద నున్నపుడు తటస్థించిననే యీనియమము సిద్ధించును. అట్లే చంద్రుడు షడ్భాంతరమునొందుట పాతములవద్దనున్నపుడు సంభవించిననే



31 వ చిత్రము—గ్రహణములు

చంద్రగ్రహణము కలుగును. చంద్రుడు ఉచ్చపాతమువద్ద నున్నపుడు పట్టినగ్రహణములను రాహుగ్రస్తము లనియును, నీచపాతమువద్దనున్నపుడు పట్టినగ్రహణములను కేతుగ్రస్తము లనియును వ్యవహరింతురు.

చంద్రగ్రహణములందును సూర్యగ్రహణములందును కూడ సంపూర్ణగ్రహణములు, అసంపూర్ణగ్రహణములు అని రెండువిధములున్నవి. భూమినీడయందు చంద్రగోళము పూర్తిగ మరుగుపడిపోయినప్పుడు సంపూర్ణచంద్రగ్రహణము కలుగుచున్నది. ఒక్కొక్కప్పుడు చంద్రగోళమందలి కొంతభాగము మాత్రమే భూచ్ఛాయయందు ప్రవేశించును. అప్పుడసంపూర్ణ చంద్రగ్రహణము సంభవించును. ఇక సూర్యగోళమును భూవాసుల కగపడకుండ పూర్తిగ చంద్రగోళము మరుగుపరచగలిగినప్పుడు సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము కలుగును. కాని సూర్యగోళము చంద్రగోళముకంటె చాలపెద్దదిగాన సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము సాధారణముగ కలుగదు. అసంపూర్ణసూర్యగ్రహణమే యెక్కువగా కలుగుచుండును. అసంపూర్ణగ్రహణసమయములో సూర్యునియందేర్పడిన మొఱ్ఱి సూర్యబింబమం దొక ప్రక్కనుండును. కాని సూర్యగ్రహణములం దొక్కొక్కప్పుడు సూర్యబింబమధ్యభాగమున మొఱ్ఱి యేర్పడి సూర్యుడు కంకణరూపమున ప్రత్యక్షమగును. అట్టి గ్రహణమును కంకణసూర్యగ్రహణమని పేర్కొందురు. సూర్యగోళదృశ్యపరిమాణముకంటె చంద్రగోళదృశ్యపరిమాణమాసమయములో కొంత తక్కువగ నుండుటచేత సూర్యగోళమును పూర్తిగా చంద్రగోళము మరుగుపరచలేకపోయినది.

భూచంద్రుల సంచారమునుగూర్చి శాస్త్రజ్ఞులు సమగ్రజ్ఞానమార్జించిరి కాబట్టి భవిష్యత్తునందు గ్రహణము లెప్పుడు పట్టునో, భూతకాలమందవి యెప్పుడుపట్టినవో, ఏసమయమం

దే ప్రదేశమున పట్టిన గ్రహణ మేరీతిగనున్నదో మున్నుగు ననేక విషయములనుగూర్చి సుస్పష్టముగా నాదేశించవచ్చును. ఒకసారి కలిగిన గ్రహణమునుండి 6585.32 దినముల వ్యవధిలో మరల మరల కలుగుచుండును.

భౌతిక లక్షణములు

వట్టికంటితో చంద్రుని చూచినపుడు తెల్లనిబింబముపై కాంతిహీనమైన పెద్దమచ్చ మనకు కనపడును. ఆమచ్చ యాకారము నాధారముచేసికొని 'పొన్నచెట్టునీడను కూర్చుండి ముసలమ్మ యేకులు వడకుచున్నదనియు, జింక మేతమేయుచున్నదనియు' నేమేమో గాథలు చెప్పుదుము. కాని దూరదర్శినితో చంద్రుని యవేక్షించినయెడల ఈగాథలు కేవలము కట్టుకథలని మనకు తెల్లమగును. చంద్రబింబములో నల్లనిమచ్చగా గోచరమగుచున్న భాగము విశాలమైనబయలు. చంద్రగోళతలము నున్నగా లేదు. భూతలమునవలెనే అదిసైతము మిట్టపల్లములతో కూడియున్నది. అక్కడక్కడ విశాలమైన బయళ్ళు, ఎత్తైన పర్వతములు, లోతైన లోయలు గలవు.

చంద్రుని పరివేష్టించి వాతావరణము లేకపోవుటవలన దూరదర్శినిసాహాయ్యమున చంద్రగోళోపరితల లక్షణములనువివరముగా శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనగలిగిరి. భూగోళ నైసర్గికస్వరూపముకంటె చంద్రగోళ నైసర్గికస్వరూపము వారికి బాగుగా తెలియునన్న నతిశయోక్తి కాదు. కాని చంద్రగోళమందలి యొకేఅర్ధభాగ మెల్లపుడు భూమివైపు ప్రదర్శితమై యుండుట వలన వారి యనుశీలనములన్నియు నాయర్ధభాగమునకే పరిమితమైయున్నవి.

దూరదర్శినిలో చూచినపుడు చంద్రగోళమందు విశాలమైన మైదానములు, ఎత్తైనపర్వతములు, విచిత్రమైన గర్తములు గోచరమగును. వీనిలో గర్తములు చంద్రగోళతలమునకు ప్రత్యేకమైన నైసర్గిక స్వరూపములు. దూరదర్శిని సాహాయ్యమున రమారమి 30,000 గర్తములను శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించిరి. సామాన్యముగా నివి వలయాకారమున నుండును. వీనివ్యాసములు కొన్ని అడుగులు మొదలు కొన్నిమైళ్ళవరకు నుండును. ఇంతవరకు నవేక్షితమైనవానిలో గరిష్ఠవైశాల్యము గల గర్తముయొక్కవ్యాసము రమారమి 140 మైళ్ళు. ఈగర్తముల అంచులు వానిచుట్టునున్న ప్రదేశముకంటె రమారమి 10,000 అడుగులు ఎత్తుగ నుండును. ఇక గర్తముల గర్భములు కొన్నింటిలో ఆప్రక్కనున్న ప్రదేశముకంటె నెత్తుగను, మరి కొన్నింటిలో లోతుగను నుండును. కొన్నిగర్తములనడుమ నెత్తైన పర్వతశిఖరములుండుటకూడ గలదు. ఈగర్తము లెట్లేర్పడినవో శాస్త్రజ్ఞులింతవరకు సరిగా తెలిసికొనలేకపోయిరి. భూతలమందు అగ్నిపర్వతములముఖము లేరీతిగా నేర్పడుచున్నవో ఆరీతిగనే చంద్రగోళతలమం దీగర్తము లేర్పడినవని కొందరి యభిప్రాయము. కాని కొందరీవాదము నంగీకరించుట లేదు. చంద్రగోళముపై పడినఉల్కలు అతితీవ్రముగా నాతలమును సంఘాతించుటచేత నీగర్తములేర్పడుచున్నవని వారు వచించుచున్నారు. కాని భూమిపై అరిజోనాయందుతప్ప ఉల్కల వలన పెద్దగర్తములు మరియెక్కడ నేర్పడలేదు. అందుచేత భూమికంటె తక్కువ ద్రవ్యసంచయమును, తన్మూలముగా తక్కువ గురుత్వాకర్షణబలమును కలిగిన చంద్రగోళమందు

ఉల్కలవలన నట్టి పెద్దగర్తము లనేకము లేర్పడుట సాధ్యము కాదని వారియనుమానము.

ఇటీవల జఫ్రెస్ప్రభృతివిజ్ఞానులు ఉత్స్ఫోటనముల్కా వాదము అనునొక క్రొత్తసిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించి, చంద్ర గోళతలముపైనున్న గర్తములు ఉల్కలవలననే యేర్పడుచున్న వను నభిప్రాయమును బలపరచుచున్నారు. ఈసిద్ధాంతప్రకారము విపరీతవేగముతో సంచరించుచున్న ఉల్కకు అమేయమైన గతిజ శక్తియుండును కాబట్టి అకస్మాత్తుగా ఆపుచేయబడినపు డది ఊహాతీతమగు నుద్రేకముతో ఉత్స్ఫోటనము చెందును. ఉల్క యొక్క వేగము సెకనునకు 40 మైళ్ళున్నచో, ఆకస్మికముగా ఆపుచేయబడినపుడది 'డైనమైట్' కంటె 400 రెట్లు ఎక్కువ శక్తితో ప్రజ్వలగును. చంద్రగోళముపై నట్టి అధికవేగముగల ఉల్కలు పడుచుండెడివని మనము భావించినచో, వానిపతన ఫలితములగు ఉత్స్ఫోటనమువలన గర్తము లేర్పడినవని ఋజువు చేయవచ్చును. కాని యీవాదమునుకూడ పలువురు శాస్త్రజ్ఞు లంగీకరించుట లేదు.

గర్తము లెక్కువగా లేనితావులందు చంద్రగోళతలము సువిశాలమైనసమతలముగ గోచరమగును. ఈప్రదేశములను సముద్రములని ఆదిలో వాని నవేక్షించిన గెలీలియోవిజ్ఞాని భ్రమపడెను. కాని చంద్రగోళతలమందు జలముండుట కవకా శము లేనిగాన అవి సముద్రములగుట అసంభావ్యమే. గర్త ములనుండి పైకెగసివచ్చిన లావా క్రమముగా ఘనీభవించి చదునైన మైదానములుగా నేర్పడిన నేర్పడియుండవచ్చు.

గర్తములున్న ప్రదేశములో ఎగుడుదిగుడుగనున్న చంద్రగోళ తలము తనపైబడిన సూర్యకాంతిని అన్ని దిశలలోను పరావర్తన మొనర్పగలుగుటచే ఆభాగము లెక్కువ దీప్తిమంతములుగా గోచరములగుచున్నవి. ఇక చదునుగానున్న మైదానప్రదేశ ములు ఏదోయొక దిశగామాత్రమే తమపైబడిన సూర్యకాంతిని పరావర్తన మొనర్పగలవు. అవేక్షకు డావిశలోనుండుట సంభ వింపకున్నచో ఆభాగములు కాంతిహీనమైన ప్రదేశములుగా నాతని కభివ్యక్తమగును. 'పొన్నచెట్టుక్రిందముసలమ్మ' యున్న చంద్రగోళభాగము ఇట్టి విశాలమైన మైదానములలో నొకటి యని వేరేచెప్పనక్కరలేదు. మేరె నెక్టారిస్, మేరె ఫోకస్ డిటాటిస్, మేరె ట్రాన్క్విల్లిటాటిస్, మేరె సెమ్నిటాటిస్ మున్నగునవి మఱికొన్ని మైదానప్రదేశములు.

చంద్రగోళమందు పర్వతపంక్తు లెక్కువగలేవు. ఇక నున్నవైనను మిక్కిలి యెత్తైనవిగావు. చంద్రగోళములో ఉత్త రార్ధగోళమందుకంటె దక్షిణార్ధగోళమందున్న పర్వతపంక్తుల సంఖ్య హెచ్చు.

గ్రహములు

అంతర్గ్రహములు

భూసూర్యుల మధ్యప్రదేశమందు తమ నియమితకక్ష్యలలో సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న బుధ, శుక్రులను అంతర్గ్రహములను పేరుతో వ్యవహరింతురని లోగడ పేర్కొనియుంటిమి. వీనిలో సూర్యునకు దగ్గరగానున్న గ్రహము బుధుడు; ఆతరువాతిది శుక్రుడు. బుధ శుక్రగ్రహముల నే దేశీయులు మొట్టమొదట కనుగొనినారో మనము చెప్పలేము. ప్రాచీననాగరకతగల ప్రతిదేశఖగోళవాఙ్మయమందునుకూడ వీనిప్రస్తావన యేదో సందర్భమున మనకు వినిపించుచునే యుండును. కాని యీగ్రహములనుగూర్చి, అందును ముఖ్యముగా బుధునిగూర్చి మానవుడింతవరకును తెలిసికొన్నది చాల తక్కువ. భవిష్యత్తులోకూడ బహుశః ఆతడంతకంటె నెక్కువగా వానినిగూర్చి తెలిసికొనలేడేమో !

బుధగ్రహమునుగూర్చి మానవుడింతవరకు నెక్కువగా తెలిసికొనలేకపోవుటకు ముఖ్యకారణము దాని సాపేక్షదీప్తి తక్కువగుటయే. దూరముననున్న ఒక వస్తువునుగూర్చి విశేషముగా మనము తెలిసికొనవలెనన్నచో ఆ వస్తువును శాస్త్రీయ పరికరసాహాయ్యముననైనను మనము చూడగలిగియుండవలెను. అందులకై ఆవస్తువు స్వయంప్రకాశకమైనను కావలెను; లేదా పరావర్తితకాంతితోనైనను తేజరిల్లవలెను. ఈసందర్భములో దాని సహజదీప్తికంటె సాపేక్షదీప్తి యెక్కువగా పరిగణనము

నకు వచ్చును. కటికిచీకటిలో ఆముదపుదీపముకూడ చాల ప్రకాశవంతముగనే కనపడును; కాని 'గేస్ లైటు' కాంతిలో నది వెలవెలబోవును. దీనికి కారణము ఆముదపుదీపపుదీప్తి గేస్ లైట్ దీప్తికంటె సాపేక్షముగా తక్కువగుటయే.

గ్రహములన్నిటివలెనే బుధగ్రహముకూడ తనపైపడిన సూర్యకాంతివలననే ప్రకాశించుచున్నది. బుధగ్రహము సూర్యునకెక్కువ దగ్గరగ నున్నది కాబట్టి దానిని చేరుకొను సూర్యకాంతితీక్ష్ణత చాల హెచ్చుగ నుండును. కాని సూర్యకుటుంబములోని యితరగ్రహములకంటె బుధగ్రహతలమునకు సూర్యకాంతిని పరావర్తన మొనరించు సామర్థ్యము మిక్కిలి తక్కువ. అందుచేత '0' పరిమాణముగల నక్షత్రదీప్తినుండి 1.2 పరిమాణము గల నక్షత్రదీప్తివరకును దానిదీప్తి మారుచుండునుగాని అంతకుమించి యెన్నడును నుండదు. అనగా బుధగ్రహము నీచస్థితియందున్నపుడు వేగా నక్షత్రముకంటె కొంచెమెక్కువ ప్రకాశవంతముగాను, ఉచ్చస్థితియందున్నపుడు పోలక్సునక్షత్రదీప్తియంత దీప్తితోను ఆకాశమున తేజరిల్లుచుండును. అర్ధరాత్రిసమయమందైనచో ప్రకాశవంతమైన మూర్తిగా ప్రత్యక్షమగుట కీదీప్తి బుధగ్రహమునకు చాలును. కాని బుధగ్రహ మెన్నడును సూర్యునకు 28 అంశలకంటె నెక్కువదూరమున ఆకాశమం దగపడదు. అందుచేత సూర్యుడు లేనిసమయములో సూర్యోదయాత్పూర్వమందు కొద్దిసేపుగాని, సూర్యాస్తమయాత్పరమందు కొద్దిసేపు గాని మాత్రమే ఆకాశములో నది గోచరమగుచుండును. ఆకాశములో సూర్యుడు లేకపోయినను సూర్యోదయాత్పూర్వమందు కొంతసేపును,

సూర్యాస్తమయానంతరమందు కొంతతడవును దిఙ్మండలప్రాంతమున సంజవెలుగుండును. ఈవెలుగులో బుధగ్రహముండుట చేత దానిసాపేక్షదీప్తి తక్కువగనుండును. అందువలన దానినాసమయమున నవేక్షించుట కష్టసాధ్యమగుచున్నది. ఇక దివాసమయమందున్నచో సూర్యునికాంతిలో నది పూర్తిగా మరుగుపడియుండునుగాన అప్పుడది కనిపించనే కనిపించదు.

వట్టికంటితోచూచి సామాన్యులెవరును బుధగ్రహమును కనుగొనలేరు ; కాని గగనావేక్షణయందు దారితేరినవారు మాత్రము వట్టికంటితోనే సులువుగా దానిని గుర్తింపగలరు. వట్టికంటికి గుండ్రనిబింబమువలె బుధగ్రహము గోచరించును. కాని దూరదర్శినితో కొన్నిదినములు వరుసగా దాని నవేక్షించినట్లయిన చంద్రునివలె అదికూడ కళలను ప్రదర్శించుటను మనము కాంచవచ్చును. భూవాసులకు అంతర్గ్రహములైన బుధ శుక్రు లిద్దరును కళలను ప్రదర్శింతురు. చంద్రునికి కళ లేహేతువుచేత నేర్పడుచున్నవో ఈగ్రహములకుకూడ నదేకారణమువలన కళలు సంభవించుచున్నవి.

వట్టికంటితో చూచినపుడు చంద్రుని కళలవలె బుధ శుక్రుల కళలు స్ఫుటముగా కనిపించవు. మనదృష్టిని పెంపొందించు సాధనము లున్నచో వానిసాహాయ్యమున అంతర్గ్రహముల కళలను పరిశీలింపవచ్చునని కోపర్నికస్ విజ్ఞాని వచించెను. ఆతరువాత దూరదర్శినిని నిర్మించి శుక్రుని కళలను మొట్టమొదటిసారిగా గెలీలియో మహావిజ్ఞాని అవేక్షించెను. కాని ఆయన దూరదర్శినియొక్క అధికీకరణసామర్థ్య మంత యెక్కువకాక

సొప్పటువలన బుధుని కళ లాయనకు కానరాలేదు. ఆయన యనంతరము చాలకాలమునకు దూరదర్శినీపరికరమును బాగుగా పెంపొందించుకొని బుధునికళలనుకూడ శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షింపగలిగిరి.

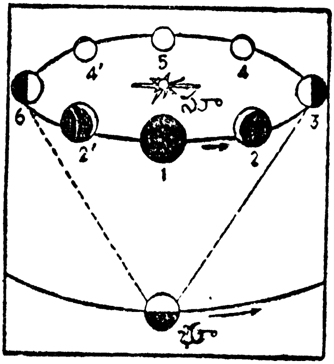
చంద్రునివలెనే బుధ శుక్రగ్రహములుకూడ కళలను ప్రదర్శించుచున్నను, కళలవలన నీగ్రహములదీప్తిలో హెచ్చు వ్యత్యాసము కానరాదు. పౌర్ణమినాటిచంద్రుడు నిండు చంద్రుడు. అప్పుడాయనదీప్తి అత్యధికము. ఇక శుద్ధచతుర్థి మున్నగు దినములలో చంద్రుడు నెలవంకగా గోచరించును. నెలవంకగానున్న సమయములో చంద్రునిదీప్తి చాలతక్కువ. కాని బుధశుక్రగ్రహములుమాత్రము నిండుగా నున్నప్పటికంటె నెలవంకగానున్నపుడే యెక్కువ దీప్తిమంతములై యుండును. నిండుగానున్న సమయములందుకంటె నెలవంకగానున్న సమయములలో నాగ్రహములు భూమికి మిక్కిలి చేరువగనుండుటయే అందుకు కారణము. శుక్రుడు నిండుగానున్నప్పుడు భూశుక్రుల నడిమిదూరముకంటె నెలవంకగానున్నప్పటి యాదూరము ఆరింతలు తక్కువగా నుండును. అందుచేత నిండుగానున్న సమయములో కొంచెము చిన్నదిగను, తక్కువదీప్తిమంతముగను, నెలవంకగనున్న సమయములో పెద్దదిగను, తేజోవంతముగను శుక్రగ్రహముండును. చంద్రవంక శుద్ధచతుర్థి నాడేయాకారమున నుండునో ఆయాకారమును శుక్రబింబము పొందినపుడు శుక్రుని దీప్తి గరిష్ఠమై యుండును. భూసూర్యులను కలుపునట్టిరేఖను శుక్రగ్రహ మేసమయమున దాటునో

ఆసమయమునకు 36 దినములు ముందును వెనుకను శుక్రగ్రహ మత్యధికాకారమును పొందినను గాన అప్పుడే దాని దీప్తి గరిష్ఠమై యుండును. ఆసమయమునుండి భూసూర్యులను కలుపు సరళరేఖను శుక్రగ్రహము సమీపించినకొలదియు భూశుక్రుల నడిమిదూరము క్షీణింప, శుక్రగ్రహపు నెలవంకపోలుపు అధిక మగును గాని దాని వెడల్పు క్రమముగా క్షీణించుటవలన శుక్ర గ్రహదీప్తి తగ్గును.

సూర్యచంద్రులుగాక మిగిలిన నభోమూర్తులందెల్ల నెక్కువ దీప్తిమంతముగా భూవాసులకు గోచరమగునది శుక్ర గ్రహమే. అదంత యెక్కువదీప్తిమంతముగా కనపడుటకు ముఖ్యకారణము భూమికిని, సూర్యునకునుకూడ అది మిక్కిలి చేరువగనుండుట; పైగా దానిని చేరిన సూర్యకాంతిలో నూటికి 57 పాళ్ళ నది పరావర్తన మొనర్చుచున్నది. బుధగ్రహము తననుచేరినసూర్యకాంతిలో నూటికి 7 పాళ్ళను మాత్రమే పరా వర్తన మొనర్పగలదు.

అంతర్గ్రహములైన బుధశుక్రులు రెండునుకూడ తెల్లవారుజామునగాని సూర్యాస్తమయమైన వెంటనేగాని గోచర మగును. అర్ధరాత్రిసమయమున నెన్నఁడును నవి ప్రత్యక్షము గావు. సూర్యునినుండి బుధగ్రహము 28 అంశలకంటె నెక్కువ దూరమునను, శుక్రగ్రహము 48 అంశలకంటె నెక్కువదూరము నను ఎన్నఁడును ఉండవు. కాబట్టి సామాన్యముగా బుధ గ్రహముకంటె శుక్రగ్రహము రాత్రిసమయమం దాకాశములో కనిపించుకాలము కొంచెమెక్కువగనుండును. బుధశుక్రగ్రహ

ములను శుక్రగ్రహము కనబడినయెడల వేగుచుక్కలనియును, దీనిని సాయంకాలము పశ్చిమదిక్కున ప్రత్యక్షమైనయెడల సంధ్యాతారలని యును పేర్కొందుము. ఈగ్రహము లీరీతిగా కొన్ని దినములు సంధ్యాతారలుగను, మరికొన్ని దినములు వేగుచుక్కలుగను కన బడుటకు కారణము భూమియొక్క వానిస్థానములలో వచ్చు మార్పే. భూవేగముకంటె నీగ్రహముల వేగము లధికములగుట వలన నీమార్పు సంభవించుచున్నది. 32 వ చిత్రములో లోపలి



32 వ చిత్రము

అంతర్గ్రహకళలు.

1- అంతరయోగము. రాత్రి కాలములో గ్రహము కనిపించదు.

2, 2'- గరిష్ఠదీప్తి. నెలవంక వలె నుండును.

3- గ్రేటెస్టు వెస్టరన్ ఈలాంగేషన్. అర్ధబింబాకృతి.

5- బాహ్యయోగము. నిండు బింబము.

6- గ్రేటెస్టు ఈస్టరన్ ఈలాంగేషన్. అర్ధబింబాకృతి.

దీర్ఘవృత్తము అంతర్గ్రహకక్ష్యను, వెలుపలి దీర్ఘవృత్తము భూకక్ష్యను సూచించుచున్నవనుకొందము. భూసూర్యులును అంతర్గ్రహమును ఏకదిశయందుండిన, భూసూర్యుల నడుమగా అంతర్గ్రహమున్నప్పుడు ఆఅంతర్గ్రహము అంతరయోగమును పొందియున్నదందుముగదా. అంతరయోగసమయములో అంతర్గ్రహసూర్యులు ఒకేనభోరేఖాంశయందుండుటచేత అంతర్గ్రహము సూర్యునితో నుదయించి సూర్యునితోనే యస్తమిం

చును. అందువలన నది యస్తమించియుండును. చిత్రములో 1- అనునది అంతర్గ్రహముయొక్క అంతరయోగస్థానమును సూచించును. అంతర్గ్రహ, భూముల భిన్నపరిభ్రమణవేగముల వలన అంతరయోగము తరువాత అంతర్గ్రహ, సూర్యుల నభోరేఖాంశలు మారును. కాబట్టి అంతర్గ్రహము సూర్యునికంటె తరువాత నుదయించి, సూర్యునికంటె తరువాత నస్తమించుట చేత సూర్యాస్తమయమైన వెంటనే ఆకాశములో పశ్చిమభాగమున సంధ్యాతారగా గోచరమగును. అంతర్గ్రహము తనకక్ష్యయందు చరించునప్పుడు అంతర్గ్రహస్థానమును భూస్థానమును కలుపు రేఖ ఆ అంతర్గ్రహకక్ష్యకు స్పర్శరేఖయైనదో నట్టిస్థితియందు అంతర్గ్రహసూర్యుల నభోరేఖాంశల యంతర మత్యధికమై అంతర్గ్రహము సూర్యునినుండి గరిష్ఠదూరములో ఆకాశమున కనపడును. చిత్రములో 3, 6- అనునవి అంతర్గ్రహముయొక్క అట్టిస్థానములను సూచించును. చిత్రములో 3- నందువలె అంతర్గ్రహము సూర్యునకు పశ్చిమమున గరిష్ఠదూరములోనున్నదో నది 'గ్రేటెస్టు వెస్టర్న్ ఈలాంగేషన్' ను పొందినదనియును, చిత్రములో 6- నందువలె సూర్యునకు తూర్పున గరిష్ఠదూరములోనున్నదో నది 'గ్రేటెస్టు ఈస్టర్న్ ఈలాంగేషన్'ను పొందినదనియును పేర్కొందుము. 'గ్రేటెస్టు వెస్టర్న్ ఈలాంగేషన్' తరువాత అంతర్గ్రహము మహాయోగస్థితిని సమీపించినకొలదియు అంతర్గ్రహసూర్యుల నభోరేఖాంశల యంతరము క్షీణింప, అంతర్గ్రహము తిరిగి సూర్యునకు క్రమముగా దగ్గరగా వచ్చును. మహాయోగమునకు పిమ్మట

తిరిగి అంతర్గ్రహసూర్యుల నభోరేఖాంశల యంతరము పెంపొందగా, అంతర్గ్రహము సూర్యునికంటె ముందుగనే యుదయించి, తెల్లవారుజామున వేగుచుక్కగా ఆకాశములో తూర్పుభాగమున ప్రత్యక్షమగును.

చంద్రునివలెనే అంతర్గ్రహములుకూడ సూర్యగ్రహణములను కలుగజేయును. కాని అంతర్గ్రహములు కలుగజేయు సూర్యగ్రహణములను గ్రహణములను పేరుతో వ్యవహరింపరు. గ్రహక్రాంతులను ప్రత్యేకనామముతో వానిని పేర్కొందురు.

ప్రతి అంతరయోగసమయమందును అంతర్గ్రహము భూసూర్యులనడుమకు వచ్చునుకదా! క్రాంతివృత్తతలమును, అంతర్గ్రహకక్ష్యాతలమును ఏకతలమున లేవు; అవి ఒకదాని కొకటి కొంచెము ఏటవాలుగనున్నవి. ఆకాశములో ఈ రెండు తలములు ఖండించుకొనునట్టి బిందువులను పాతములని పేర్కొందురు. న్యూనయోగసమయమున నేదైన నొక పాతబిందువు నొద్దగాని, దానికి సమీపమునగాని అంతర్గ్రహముండుట సంభవించినయెడల, క్రాంతివృత్తతలములో ఆ అంతర్గ్రహ ముండును. ఆసమయములో సూర్యుడు, అంతర్గ్రహము, భూమి యునుకూడ ఏకదిశలో నుండునుగాన సూర్యునకడ్డముగా అంతర్గ్రహముండును; అంతర్గ్రహముయొక్క దృశ్యవ్యాసము సూర్యబింబదృశ్య వ్యాసమంత యుండినయెడల భూవాసులకు కనపడకుండ సూర్యగోళము నా యంతర్గ్రహమప్పుడు మరుగుపరచగలిగి యుండెడిది. కాని అంతర్గ్రహదృశ్యవ్యాసము చాలతక్కువ. అందుచే నాసమయమందది కాంతిమంతమైన సూర్యునిబింబ

ముపై ప్రయాణమును సాగించుచున్న సన్నని మచ్చవలె భూవాసులకు గోచరమగును. ఈసంఘటననే గ్రహాక్రాంతియని పేర్కొందురు.

భూ, బుధగ్రహకక్ష్యాతలములు పరస్పరము ఖండించుకొను బిందువులను కలుపునట్టి రేఖను మే 7, నవంబరు 9 తేదుల ప్రాంతములోనే భూమిదాటును కాబట్టి ఆసమయములలోనేగాని బుధగ్రహాక్రాంతులు సంభవించవు. ఇక పాతబిందువుల ప్రాంతమునకు భూ, బుధగ్రహములువచ్చుట మే నెలలోకంటె నవంబరు నెలలో ఎక్కువగా సంభవించును. అందుచేత మే నెలలోకంటె నవంబరు నెలలో సంభవించునట్టి బుధగ్రహాక్రాంతులు ఎక్కువగనుండును. ఇటీవల 1940 సంవత్సరము నవంబరు 11, 1953 వ సంవత్సరము నవంబరు 14 తేదులలో బుధగ్రహాక్రాంతులు సంభవించినవి. 1957 వ సంవత్సరము మే 6 వ తేదీని, 1960 వ సంవత్సరము నవంబరు 7 వ తేదీని బుధగ్రహాక్రాంతులు సన్నిహితభావికాలములో సంభవింపనున్నవి.

శుక్రగ్రహాక్రాంతులు జూన్ 7, డిశంబరు 9 తేదుల ప్రాంతములో సంభవించును. కాని శుక్రగ్రహ అంతరయోగము లెక్కువ తరచుగా కలుగవు కాబట్టి బుధగ్రహాక్రాంతులంత తరచుగా శుక్రగ్రహాక్రాంతు లేర్పడవు. ప్రస్తుతము శుక్రగ్రహాక్రాంతులు 8 సంవత్సరములు అంతరముగల జంటలుగా కలుగుచున్నవి. అట్టిజంట యొకటి 1874, 1882 సంవత్సరములలో సంభవించినది. తరువాతిజంట 2004 వ సంవత్సరము జూన్ 8 వ తేదీని, 2012 వ సంవత్సరము జూన్ 6 వ తేదిని కలుగనైయున్నది.

క్రాంతిసమయములో అంతర్గ్రహమును జాగ్రత్తగా పరిశీలించుటవలన దానినిగూర్చి కొంత విశేషసమాచారమును మనమార్జింపవచ్చును. క్రాంతిసమయమందు సూర్యబింబముపై బుధుడు నల్లని మచ్చవలెనేగాక సంపూర్ణబింబముగాకూడ గోచరించుటచే బుధగ్రహము గోళాకారమున నున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ధారించినారు. మరియు ఆనల్లనిబింబము తీక్ష్ణనిర్దిష్టముగనుండుటచే బుధగ్రహము చుట్టును వాతావరణము లేదను నిశ్చయమునకుకూడ వారు వచ్చిరి. బుధగ్రహమును పరివేష్టించి వాతావరణము లేకపోవుటకుగల కారణము నరయుట కష్టము కాదు. బుధగ్రహము చాలచిన్నది. దానివ్యాసము 3,100 మైళ్ళు మాత్రమే. చంద్రునివ్యాసముకంటె నిది రెట్టింపు. అందుచేత దాని ద్రవ్యసంచయమును, తన్మూలమున దాని గురుత్వాకర్షణబలమును చాల తక్కువయనుటకు సందేహము లేదు. ఇక బుధగ్రహతలముపై తాపక్రమము మిక్కిలియెక్కువ కాబట్టి అక్కడ వాయువు లున్నయెడల వానిలోని అణువులు అధికచైతన్యవంతములై, మనవాతావరణములోని గాలుల కంటెనుకూడ అధికవేగముతో అటునిటు సంచరించుచుండును. కాని బుధగ్రహము అమితవేగముతో సంచరించుచున్న ఆగాలియణువులను తనఅల్పఆకర్షణబలమువలన తన్నువిడిచి పైకి పోకుండ పట్టియుంచలేదు. అందుచేత ఆగాలియణువులు బుధగోళమును వదలి పైకెగిరిపోయినవి. కాబట్టి బుధగ్రహము చుట్టును వాతావరణము లేకపోయినది.

శుక్రగోళమును పరివేష్టించిమాత్రము సాంద్రమైన వాతావరణము గలదు. మిక్కిలి అధికకిరణసామర్థ్యముగల

దూరదర్శినిలోకూడ శుక్రగ్రహతలమును పరీక్షించుట సాధ్యము కాకపోవుటచేత శుక్రగ్రహమునుచుట్టియున్న వాతావరణము చాల దట్టముగనైనను ఉండవలెననియును, లేదా శుక్రగ్రహ వాతావరణములో మిక్కిలి దళమైన మేఘములైనను ఉండ వలెననియును శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. వర్ణమాలా మాపకసాహాయ్యములో శుక్రగ్రహవాతావరణరచననుగూర్చి ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులు గావించిన పరిశోధనములవలన అక్కడ కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ విరివిగానున్నదని విశదమైనది; స్వేచ్ఛా స్థితిలోనున్న ఆక్సిజనుగాని, నీటియావిరిగాని అక్కడ లేవు. అందుచేత భూతలమందున్న జీవరాశివంటిది శుక్రగ్రహగోళ మందుండుట కవకాశము లేదు.

శుక్రగ్రహమునుచుట్టియున్న వాతావరణము దట్టముగా నుండుటవలన ఆగోళముపై స్థిరముగానున్నమచ్చ లేనియు మనకు ఆనుటలేదు. అందువలన శుక్రగ్రహము తనలో తాను తిరుగుచున్నదో లేదో నిర్ణయించుట శాస్త్రజ్ఞులకు సాధ్య మగుట లేదు. శుక్రుడు సూర్యునిచుట్టును తిరుగుట కెంతకాలము పట్టునో తనలోతాను తిరుగుటకుకూడ అంతేకాలముపట్టునని యిటీవలివరకును శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండెడివారు. శుక్రుడు సూర్యునిచుట్టు తిరుగుటకు 225 దినములు పట్టును. శుక్రుని భ్రమణ పరిభ్రమణకాలములు సమానమగుటయే వాస్తవ మైనచో శుక్రగ్రహగోళమందలి ఒకే యర్ధభాగమెల్లప్పుడు సూర్యునికి ప్రదర్శితమై సదా దీప్తిమంతముగను, రెండవఅర్ధ భాగము సూర్యునకు మరుగుననుండి యెల్లప్పుడు తమోపరివృత

మయ్యును ఉండుననుట నిశ్చయము. అట్టియెడల దీప్తిమంతమైనభాగపు తాపక్రమమధికముగను, తమోభాగపు తాపక్రమము మిక్కిలితక్కువగను నుండియుండును. కాని ప్రత్యక్షావేక్షణలవలన చీకటిగనున్నట్లు భావింపబడుచున్న అర్ధభాగమునుండికూడ హెచ్చుఉష్ణము ప్రసారితమగుచున్నట్లు విదితమగుటచే ఆభాగమెల్లప్పుడు కటికిచీకటికాలవాలమైయున్నదని భావించుట సత్యముకాదు. కాబట్టి శుక్రగ్రహ మాత్మప్రదక్షిణముచేయుచు తనగోళమండలి ప్రతిభాగమును ఏదోయొక సమయములో సూర్యునకు ప్రదర్శించుచునేయుండవలెను. ఇక వర్ణమాలారూపకపరిశోధనలవలన శుక్రగ్రహభ్రమణవేగము భూభ్రమణవేగముకంటె చాలతక్కువయని స్పష్టమైనది. అందుచేత శుక్రగ్రహభ్రమణకాలము రమారమి ఒకనెలయైయుండునని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

బుధగ్రహభ్రమణకాలమునుకూడ నిర్ణయించుట చాల కష్టమే. బుధగ్రహమును పరివేష్టించి వాతావరణము లేకపోయినను, దానితలము సమానదీప్తితో వెలుగొందుటవలన మచ్చలేమియు దానియందు గోచరముకాకపోవుటచేత దాని భ్రమణకాలమును ప్రత్యక్షముగా నవేక్షించుటకు సాధ్యము కాకున్నది. ఏంటోనియాడి, టూంబాగ్ ప్రభృతి విజ్ఞానవేత్తులతికష్టముమీద కొన్నిగుర్తుల నక్కడ కనుగొని వానిసాహాయ్యమున బుధగ్రహభ్రమణ, పరిభ్రమణకాలములు సమానములనియును, తనగోళములో ఒకే అర్ధభాగము నెల్లప్పుడు సూర్యునికి ప్రదర్శించి యది పరిభ్రమించుచున్నదనియును నిర్ణయించినారు.

భూ మి

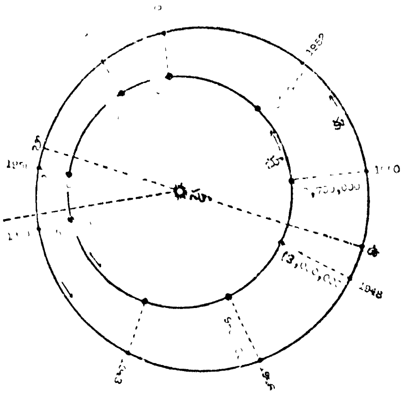
సూర్యకుటుంబములో శుక్రగ్రహముతరువాత సూర్యునకు చేరువగానున్న గ్రహము భూమి. సూర్యునకు 9,30,05,000 మైళ్ళ దూరములోనది యున్నది. బుధశుక్రులవలె భూమి యేకాకిగ సూర్యునిచుట్టును తిరుగుట లేదు. తనచుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్న చంద్రునితో కలిసి అది సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నది. భూచంద్రములనుగూర్చి వెనుకటి ప్రకరణములలో చర్చించియుంటిమి.

కు జు డు

ఎఱ్ఱనికాంతితో ప్రకాశించుచు క్రాంతివృత్తమండలమందగపడు దీప్తిమంతమైన నభోమూర్తియే కుజుడు. భూమికొక వైపున శుక్రుడును, వేరొకవైపున కుజుడును కక్ష్యలనేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నారు. కుజసూర్యుల సరాసరినడిమిదూరము 14,20,00,000 మైళ్ళు.

కుజగ్రహకక్ష్య భూకక్ష్యకు వెలుపలనున్నదిగాన కుజుడు బాహ్యగ్రహము. బాహ్యగ్రహముల ననుశీలించుటకు తగినసమయము అవి షడ్భాంతరమందున్నపుడే. బాహ్యగ్రహము, భూమి, సూర్యుడు వరుసక్రమములో నొకదిశయందున్నపుడు ఆబాహ్యగ్రహము షడ్భాంతరమును పొందినదందురని లోగడ తెలిసికొనియుంటిమి. షడ్భాంతరసమయములో భూబాహ్యగ్రహముల నడిమిదూరము సాధారణముగా కనిష్ఠపరిమాణమును పొందును కాబట్టి వానినవేక్షించుటకది తగిన సమయము. కుజగ్రహకక్ష్య యొక్క వికేంద్రతను (0.09)

చెందియున్నవి. అందుచేత షడ్భాంతరసమయములలో భూకుజుల నడుమదూరములు సూర్యకుజుల సాపేక్షస్థానములనుబట్టి మారుచుండును. కుజుడు ఉచ్ఛస్థితియందున్నపుడు షడ్భాంతరముసంభవించినట్లయిన భూకుజులనడిమిదూరము 6,00,00,000 మైళ్ళకు మించియుండును, నీచస్థితియందున్నపుడు సంభవించినట్లయిన భూకుజుల నడిమి దూరము 3,50,00,000 మైళ్ళకు లోపునను ఉండును. కాబట్టి నీచస్థితియందున్నపుడు కుజునకు షడ్భాంతరము కలిగినచో అప్పుడా గ్రహము నవేక్షించుటకు మిక్కిలి అనువుగనుండును. 1956 వ సంవత్సరము సెప్టెంబరు నెలలో అట్టి తరుణము మరల నాసన్నము కానున్నది. సాధారణముగా 15, 17 సంవత్సరములకొకసారి నీచస్థితియందున్నపుడు కుజునకు షడ్భాంతరము కలుగుచుండును.



33 వ చిత్రము

ఉచ్ఛస్థాన సమీపమందున్నప్పుడుకంటె నీచస్థానసమీపమందున్నప్పుడు సంభవించిన షడ్భాంతరసమయములలో కుజుడు భూమికి ఎక్కువ చేరువగా నుండును.

నీచస్థితియందున్న సమయములో కుజునకు షడ్భాంతరము కలిగినట్లయిన ఒక్క శుక్రుడుతప్ప మిగిలిన గ్రహములన్నిటికంటెనుకూడ హెచ్చుదీప్తితో నది తేజరిల్లును.

సుమారు 75 రెట్లు అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినితో కుజగ్రహము నాసమయమందవేక్షించినయెడల చంద్రబింబ మంత పరిమాణముగల బింబముగా నది గోచరించును.

కుజగ్రహమునుగూర్చి జరిగినంత సమగ్రమైన అవేక్షణాలు మరియేయితర గ్రహమునుగూర్చియు జరుగలేదు. కుజుడు భూమికి కొంతచేరువగనుండుటయు, కుజవాతావరణము పారదర్శకమై యుండుటయు నందులకు ముఖ్యకారణములు. దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు కుజగ్రహము చాలమనోహరముగ నుండును. దాని ఉపరితలవైశాల్యములో రమారమి అయిదింట మూడుపాళ్లు సమానదీప్తిగల నారంగవర్ణముతో ప్రకాశించుచు నయనానందకరముగ నుండునట! కుజుడు రక్తవర్ణముతో నాకాశమున ప్రకాశించుటకు కారణము ఆగ్రహోపరితలములో హెచ్చుభాగ మీరీతిని నారంగవర్ణపు కాంతితో ప్రకాశించుటయే. కుజగ్రహధ్రువములయొద్ద, ఒకప్పు డుత్తరధ్రువము నొద్దను, వేరొకప్పుడు దక్షిణధ్రువమునొద్దను పర్యాయముగా తెల్లనిటోపీలవంటి మండలములు గోచరమగును. ఈమండలములు ఆయర్ధగోళమందు శీతకాలము ప్రారంభమైననాటి నుండియు క్రమముగా విస్తరించి, వేసవికాలమారంభమై, యెండలు ముదిరినకొలదియు నెమ్మదిగా క్షీణించిపోవును. ఒకానొక సమయమందు కుజగ్రహ దక్షిణార్ధగోళములో ధ్రువప్రాంతమందేర్పడిన యిట్టి తెల్లని మండలముయొక్క వ్యాసము రమారమి 3,700 మైళ్ళవరకును పెరిగినదట! ఈతెల్లని మండలములు మంచుచే నేర్పడుచున్నవనియు, నామండల

మందమున్న మంచు వేసవికాలములో నెండలకు కరిగి శీతకాలములో చలికి తిరిగి పేరుకొనుచున్నదనియు శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు.

తెల్లని మండలములు మాత్రమేగాక వేర్వేరు ఛాయలను, ఆకారములను, పరిమాణములను కలిగియున్న కాంతిహీనమైన నిరూపైన మచ్చలుకూడ కుజగోళతలముపై గోచరమగుచుండును. నిశితపరిశీలనవలన నీమచ్చల పరిమాణములోను, ఛాయలోను అప్పుడప్పుడు స్వల్పమైనమార్పులు కలుగుచున్నటుల వ్యక్తమగును. కాని సామాన్యముగా నివి స్థిరముగనే యుండును. ఈమచ్చలున్న భాగములు జలాశయములనియును, నారంగవర్ణములోనున్న భాగమంతయు ఎడారియనియు నొకానొకప్పుడు శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండెడివారు. తదనుగుణముగా వానికి పేరులనుగూడ వారేర్పరచిరి.

ఇటీవల మహాధికీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినుల సాహాయ్యముతో కుజగ్రహచ్ఛాయాచిత్రములను శాస్త్రజ్ఞులు తీసినారు. ఆ ఛాయాచిత్రములవలన కుజగ్రహమందలి ఋతువులనుబట్టి దానితలమందలి మచ్చలఛాయలలోను, ఒక్కొక్కప్పుడు వానిపరిమాణములోనుకూడ మార్పులు వచ్చుచున్నవని విశదమైనది. వేసవికాలమారంభమై ధ్రువముచుట్టునున్న తెల్లనిమండలము సంకోచమును పొందుటతో నాభాగము కాంతిహీనమైన మండలముగా మారును. ఆతరువాత మరికొంత కాలమునకా కాంతిహీనమండలము ఆకుపచ్చవర్ణమును పొంది, అనేకచ్ఛాయలతో నొప్పారు దూరదర్శినితో చూచినపుడు

కనుల కానందమును చేకూర్చెను. ఇక నాయుత్తరగోళమందు శీతకాలము ప్రారంభమగుటతో ఆ ఆకుపచ్చవర్ణము క్రమముగా నదృశ్యమై, ఆభాగములో కొంతమేర నారింగవర్ణమును, ధ్రువముదగ్గరిభాగము తెల్లనిరంగును పొందెను. ఈవిధముగా ఆమచ్చలున్న భాగముల వర్ణములు ఋతువులననుసరించి మారుచుండుటచేత నవి జలాశయములు కావనియు, పచ్చని బయళ్ళనియు శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు. ఈభాగములనుండి పరావర్తితమైనకాంతిని యిటీవల క్యూపెర్ విజ్ఞాని పరీక్షించి, నాచుమున్నగు తక్కువజాతి మొక్క లక్కడనున్నట్లును, కాయలను కాచెడి మొక్క లక్కడేమియును లేనట్లును సూచించినాడు.

ఈమచ్చలును, ధ్రువప్రాంతమందలి తెల్లనిటోపీలునుగాక కుజగ్రహగోళతలమందు వేర్వేరు ప్రదేశములలో చిన్న చిన్న తెల్లని దీప్తిమంతమైన మచ్చలు అప్పుడప్పుడు గోచరించుచుండును. అవియన్నియు తాత్కాలికమైనవే. వానిలో కొన్ని కొన్నిగంటలసేపును, మరికొన్ని కొన్నిదినములవరకును ఉండును. ఇట్లు కొన్నిగంటలకాలముమాత్రమే యుండుమచ్చలు కుజగ్రహవాతావరణమందేర్పడిన తేమయందు సూర్యకాంతిని పరావర్తనమొనర్చుటచేత నేర్పడుచున్నవనియును, కొంత యెక్కువకాలముండునట్టిమచ్చలు కుజగ్రహవాతావరణమందేర్పడిన గాలిదుమారమువలన సంభవించుచున్నవనియును శాస్త్రజ్ఞు లూహించుచున్నారు.

పైని పేర్కొనిన మచ్చలును, ధ్రువప్రాంతమందలి తెల్లని టోపీలునుగాక కుజగోళతలమందు క్రమబద్ధముగానున్న

కొన్ని రేఖలనుకూడ తానన్వేషించినట్లు 1877 లో షియాపరెల్లి అను ఇటలీదేశ ఖగోళవిజ్ఞాని ప్రకటించెను. ఈ రేఖలు ఎడారిభాగముద్వారమున వందలకొలది మైళ్ళు వ్యాపించి పైనివివరించిన మచ్చలభాగములతో సంతమొందుచున్నవి. ఈ రేఖలను కనుగొనినసమయములో పెద్దపెద్ద జలాశయములుగా నామచ్చలున్నభాగములు భావింపబడుచుండుటచేత కుజగోళవాసులు త్రవ్విన పెద్దపెద్దకాలువలే యీరేఖలని అప్పుడువిజ్ఞులుభావించిరి. కాని ఆధునికశాస్త్రజ్ఞు లావాదము నంగీకరించుట లేదు. పైగా కొందరు ఖగోళవిజ్ఞానులు తమకవి గోచరమగుటయే లేదని వచించి, వాని యునికినే శంకించిరి. కాని విల్సన్ పర్వతవేధశాలకు చెందిన పిటెట్ విజ్ఞాని తానా రేఖలను చూచినట్లును, వాని నవేక్షింపగలుగుటకు అట్టి యవేక్షణములందు బాగుగా నారితేరినవారికేగాని సాధ్యము కాదనియును వచించుచున్నాడు. బహుశః 200 అంగుళముల దూరదర్శినితో 1956 లో సంభవింపనున్న షష్ఠ్యాంతర సమయమున కుజగ్రహము నవేక్షించినచో ఆ రేఖల తత్వము కొంత తేలునేమో!

కుజగోళతలమందు స్థిరముగానున్న మచ్చలనుబట్టి కుజగ్రహభ్రమణకాలము 24 గం. 37 ని. 22.58 సెకనులని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయింపగలిగిరి. కుజగ్రహభ్రమణకాలమునకును భూభ్రమణకాలమునకును ఎక్కువభేదములేదు. ఇక భూమి యేదిశగా భ్రమించుచున్నదో కుజగ్రహముకూడ అదేదిశలో భ్రమించుచున్నది. భూభ్రమణాక్షము క్రాంతివృత్తతలమున కెంత యేటవాలుగనున్నదో కుజగ్రహభ్రమణాక్షముకూడ

దానిపరిభ్రమణకక్ష్యాతలమున కించుమించు అంతయేటవాలు గనే యున్నది కాబట్టి భూగోళమందువలెనే కుజగోళమందు కూడ ఋతువులు కలుగుచున్నవి.

కుజగ్రహమునకు రెండు ఉపగ్రహములు గలవు. వీనిని ఏసఫ్‌హాల్ అను అమెరికాసంయుక్తరాష్ట్రవాసి 1877 లో కనుగొనెను. వీనిలో కుజునకు చేరువగానున్న ఫోబాస్ అను ఉపగ్రహము పడమట నుదయించి తూర్పున నస్తమించుచు, దినమునకు మూడుమారులు కుజగ్రహముచుట్టు పరిభ్రమించు చుండును. ఇక దూరముగానున్న డైమాస్ కొంతమందగతితో సంచరించునట్టి యుపగ్రహము. కుజగోళమునకేగుట మన కెన్నడైనను సాధ్యమైనచో డైమాస్‌తో పందెమువేసికొన్నట్లు వేవేగమే నక్షత్రముల పురోభాగమున ఆకాశమందు సంచరించుచున్న ఫోబాస్‌ను చూచి యెంతమురియుదుమో!!

ఆస్టిరాయిడులు

సూర్యునినుండి వివిధగ్రహములకుగల దూరములను తెలియజేయు నియమమును బోడేవిజ్ఞాని అన్వేషించునాటికి బుధ, శుక్ర, భూ, కుజ, గురు, శనిగ్రహములుమాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులకు తెలిసియున్నవి. బోడే నియమమందు 10-ని భూసూర్యుల నడిమిదూరముగా మనము పరిగణించినట్లయిన 4-బుధసూర్యుల నడిమిదూరమును, 7- శుక్రసూర్యుల నడిమిదూరమును, 16- కుజసూర్యులనడిమిదూరమును, 52- గురుసూర్యుల నడిమిదూరమును సూచించునుకదా. అయినచో 28- యేగ్రహమునకును సూర్యునకునుగల నడిమిదూరమును

నిరూపించును ? అంతవరకు తెలిసిన గ్రహములన్నియు బోడే నియమమును స్థూలముగా ననుసరించుచున్నవి కాబట్టి 28- అంకెకు సంబంధించిన గ్రహమొకటి తప్పక ఉండియుండవలెనని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడిరి.

బోడేశాస్త్రజ్ఞుడు పైనియమమును ప్రతిపాదించుటకు పూర్వమే కొందరు విజ్ఞానవిశారదులట్టి గ్రహమొకటి అంతరాళములో కుజగురులనడుమ కక్ష్యనేర్పరచుకొని సూర్యుని చుట్టును పరిభ్రమించుచుండవలెనని భావింపకపోలేదు. ఆ గ్రహము కనపడకపోవుటకు కారణము ఆ గ్రహవాసుల కపటవర్తనమునకు కుపితుడై పరమేశ్వరుడా గ్రహమును నాశనమొనర్చుటయేయని యూహించి కెప్లర్ విజ్ఞాని యంతటివాడుకూడ సంతృప్తుడయ్యెను. కాని పూర్వుల భావములకు విరుద్ధముగా శనిగ్రహమునకు వెలుపలనున్న యురేనస్ గ్రహము 1781 లో కనుగొనబడుటయును, ఆ గ్రహమునకును సూర్యునకునుగల దూరము బోడేనియమము ననుసరించియే యుండుటయును శాస్త్రజ్ఞులకు చాలయాశ్చర్యమును కలిగించినది. అందుపై కుజగురుల నడిమిప్రదేశములో కక్ష్యనేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టు పరిభ్రమించు గ్రహమొకటి యుండితీరవలెననియు, సూర్యునినుండి దానిదూరము బోడే నియమానుగుణముగకూడ నుండవలెననియు శాస్త్రజ్ఞులు విశ్వసించి, దాని యన్వేషణకై వెంటనే పూనుకొనిరి. వారిలో ముఖ్యముగా పేర్కొనదగినవారు ఫాన్‌జాక్, ఫయాజివిజ్ఞానులు.

కుజగురుగ్రహములనడుమ నుండవలసిన ఆ గ్రహము భూమికి కుజగ్రహమెంతదూరమందున్నదో అంతకంటె ఎక్కువ

దూరమందే భూమినుండియున్నను, గురుగ్రహముకంటె భూమికి చేరువగానున్నదనుటలో సందేహము లేదు. కాని అదియంతవరకు శాస్త్రజ్ఞుల అవేక్షణలకు చిక్కలేదు కాబట్టి పరిమాణమునం దది గురుగ్రహముకంటె చాలచిన్నదనుట నిశ్చయము. అందుచేత కడుసమర్థతతో నవేక్షణలను సాగించిననేగాని ఆ గ్రహమును కనుగొనుట కష్టమని ఫాన్‌జాక్ విశ్వసించి ఆ కార్యక్రమములో తనకు తోడ్పడుటకై మరికొందరు శాస్త్రజ్ఞులను కూడ నియమించెను. వీరందరు గగనతలమును 24 భాగములుగ జేసి, ఒక్కొక్క శాస్త్రజ్ఞు డొక్కొక్క భాగము నవేక్షించు నట్లేర్పరచుకొని 1800 సంవత్సరములో కార్యక్రమమును ప్రారంభించిరి.

సరిగా నదేసమయములో పయాజియను ఇటలీదేశ ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు సిసిలీద్వీపమందు గగనతలమున గోచరమగు నక్షత్రములనన్నిటిని సమగ్రముగా ననుశీలింపవలెనను సంకల్పముతో వాని నవేక్షించుచు, టారస్ రాశిలో 8-వ పరిమాణము గల నూతన ఖగోళము నొకదానిని కనుగొనెను. ఆతరువాత 1801 వ సంవత్సరము జనవరి 1-వ తేదీని ఆ నూతనఖగోళమును మరల నవేక్షించునప్పటి కది తన తొల్లింటి స్థానములోగాక నూతనస్థానమున ప్రత్యక్షమయ్యెను. ఆఖగోళము నక్షత్రమైయుండిన ఆస్వల్పకాలవ్యవధిలో దానిస్థానమందు మార్పురాదు. అందుచే ఆయన యాశ్చర్యపడి దానినిగూర్చి పూర్తిగా తెలిసికొనుటకై జనవరి 24 వ తేదీవరకును దాని నవేక్షించుచునే యుండెను. ఈయవేక్షణలఫలి

తముగా నది నక్షత్రముకాదనియును, గ్రహమో తోక చుక్కయో అయి యుండవలెననియును ఆయన నిశ్చయించి, యావిషయమును బోడేకును, మరియొక శాస్త్రజ్ఞునకును తెలియపరచెను. ఆతరువాత ఫిబ్రవరి 11 వ తేదీవరకు ఆతడా ఖగోళము నవేక్షించుచునేయుండెను. కాని యంతలో నిరంతరావేక్షణాజనితప్రయాసచే పియాజి వ్యాధిగ్రస్తుడగుటతో నా యవేక్షణ లంతటితో నాగిపోయినవి.

పియాజివ్రాసినజాబు మార్చినెలచివరకుగాని బోడే పండితునకు చేరలేదు. ఆయన దానిని చూచుకొని, తన నియమమున కనుగుణముగా కుజగురుగ్రహముల నడుమనుండ వలసిన గ్రహము అదియే యైయుండునని విశ్వసించి, ఆఖగోళముకొరకై యారాత్రియే గగనతలము నవేక్షించెను. కాని అప్పటికే యది సూర్యుని సమీపించుటచే ఆయనకు గోచరము కాలేదు ; సెప్టెంబరునెల చివరకుగాని మరల నది కనపడు నవకాశముకూడ లేదు. ఇంతలో గాస్ అను జర్మనీదేశ యువక విజ్ఞాని పియాజి అవేక్షణఫలితముల నాధారముచేసికొని యా నూతనఖగోళకక్ష్యను గణించి, దానిని తిరిగి యవేక్షించునప్పుడు తొల్లింటిశ్రమనంతను పడ నవసరము లేకుండుటకై అది మరల నెన్నడు ప్రత్యక్షమగునో, ఆనాడు గగనతలమున నేదిశగా నవేక్షించినచో నది గోచరమగునోకూడ వివరించెను. తరువాత సరిగా గాస్ చెప్పినదినమున, ఆకాశములో ఆయనచెప్పిన ప్రదేశమందే ఫాన్‌జాక్ అనునాతడా గ్రహమును తిరిగి కనుగొనెను. ఆమరుచటిదినమున ఆల్బెర్సు అను శాస్త్రజ్ఞుడుకూడ

దానిని స్వతంత్రముగా కనుగొనెను. వెంటనే సిసిలీ రాజు పేరున నీనూతనగ్రహమునకు సీరీస్ అని ఫయాజి నామకరణ మొనర్చెను.

సూర్యునకును భూమికిని నడుమదూరము 10 అని యనుకొన్నచో సూర్యునకును సీరీస్‌నకును గల సరాసరిదూరము 27.67 ఉండును. బోడేనియమముప్రకారం మీఁదిదూరము 28.0 కావున సూర్యకుటుంబములో గురుకుజుల నడుమనుండి యింతకాలము కనబడక దాగియున్న గ్రహము ఇదియేయని విశదమగును. 1800 సంవత్సరము వరకు కనుగొనబడిన గ్రహములన్నిటికంటె ఇది పరిమాణమునందు చిన్నది. దీని వ్యాసము రమారమి 480 మైళ్ళు. భూవ్యాసము 7,917 మైళ్ళు.

సీరీస్ గ్రహము కనుగొనబడిననాటినుండియు ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులందఱు తమ దూరదర్శినుల నా గ్రహముపైననే త్రిప్పి, పదేపదే దానినే యవేక్షించుచుండిరి. ఆల్బర్సు శాస్త్రజ్ఞుఁడు కూడ నదేవిధముగ నానూతనగ్రహము నవేక్షించుచుండ సీరీస్ ప్రక్కనే మఱియొక చిన్నఖగోళము 1802 వ సంవత్సరము మార్చినెలలో ఆయనకు గోచరమైనది. ఆతనివారి పరిశోధనలవలన నదికూడ నొకగ్రహమేయని స్పష్టమయ్యెను. దీనిపేరు పెల్లాస్. భూసూర్యుల నడిమిదూరము 10 అయినచో పెల్లాస్ సూర్యుల నడిమిదూరము 26.7 ఉండును. ఇది సీరీస్‌కంటె పరిమాణమునందు కొంచెము చిన్నది. దీని వ్యాసము 304 మైళ్ళు.

సీరీస్, పెల్లాస్ నక్షత్రములను సమగ్రముగా ఆల్బర్సు విజ్ఞాని యనుశీలించి, వానియం దనేకలక్షణములు సరూ

యముగా గోచరించుచుండునని యెంచుచు నొక పెద్దగ్రహమునుండి విడిపడిన ముక్కలై యుండవలెననియు, పెక్కుముక్కలింకను మరికొన్ని యుండవచ్చుననియు ప్రతిపాదించెను.

ఆల్బర్సుశాస్త్రజ్ఞుని యీ ప్రతిపాదన నాధారముగా చేసికొని ఆ యల్పగ్రహములను కనుగొనుటకై ఖగోళవిజ్ఞానులందరు తమ దూరదర్శినులను గగనతలమున సీరీస్, పెల్లాస్‌లున్న భాగమువైపు త్రిప్పి యవేక్షింపసాగిరి. తత్ఫలితముగా కొన్నివందల అల్పగ్రహములు క్రమముగా నవేక్షితమైనవి. 1891 వ సంవత్సరమువరకును కేవలము దూరదర్శిని ద్వారమున కంటితో చూచి యీ యల్పగ్రహముల నవేక్షించుచుండెడివారు. 1891 వ సంవత్సరమునాటికి కొత్తగా కనుగొనబడినవాని సంఖ్య 322. ఈ యన్వేషణపద్ధతి యంతసామర్థ్యమైనది కాదని హైడెల్‌బర్గు వాసియైన మేక్సువూల్ఫు విజ్ఞాని నిర్ధరించి, దానికి బదులుగా ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతిని ప్రవేశపెట్టెను. ఈపద్ధతియందు దూరదర్శినిలో ఛాయాచిత్రఫలకము నమర్చి దానిని రమారమి ఒకగంటకాలము ఆకాశములో గురుకుజుల నడిమిప్రదేశమువైపు ప్రదర్శింపజేయుదురు. నక్షత్రముల దైనికసంచలనమున కనుగుణముగా దూరదర్శిని పశ్చిమదిశగా తనఅక్షముపై సంచరించుచుండును కాబట్టి నక్షత్రములు చుక్కలవలెను నక్షత్రముల దృశ్యదైనికసంచలనవేగములకు వ్యత్యాసమైన వేగములను కలిగియున్న అల్పగ్రహములు చిన్నగీతలవలెను ఆ ఛాయాచిత్రఫలకమునం దేర్పడును. ఆ చిన్నగీతలనుబట్టి వాని ఉనికిని తెలిసికొందురు. ప్రతిసంవత్సరము వందలకొలది అల్పగ్రహములు నేటికి నీరీతిగా కనుగొనబడుచున్నవి.

కుజగురులనడుమ కక్ష్యలనేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టు పరిభ్రమించుచున్న యీ అల్పగ్రహముల నన్నిటినిచేర్చి 'ఆస్టిరాయిడులు' అని పేర్కొందురు. అల్పగ్రహములనుపేరుతోనే వీనిని వ్యవహరించుటయును లేకపోలేదు.

ఆస్టిరాయిడు లల్పపరిమాణమూర్తులు. వీనిలో గరిష్ఠ పరిమాణముగలది సీరీస్. దానివ్యాసము 480 మైళ్ళు. కాని దాని యుపరితలపరావర్తనసామర్థ్యముమాత్రము మిక్కిలి తక్కువ. తనపైపడిన సూర్యకాంతిలో నూటికి ఆరుపాళ్ళను మాత్రమే అది పరావర్తనమొనర్చగలదు. అందుచేత తన కంటె తక్కువపరిమాణముగల వెస్టాకంటెనుకూడ తక్కువ దీప్తితో నది ప్రకాశించుచుండును. ఆస్టిరాయిడులలోకెల్ల యెక్కువ దీప్తిమంతమైనది వెస్టా. దానివ్యాసము 240 మైళ్లే గాని అది తనపైబడిన సూర్యకాంతిలో నూటికి 26 పాళ్ళవరకును పరావర్తనమొనర్పగల సామర్థ్యమును కలిగియుండుటచే ఎక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరించుచున్నది. షడ్భాంతరసమయములోనది యించుమించు అరుంధతీనక్షత్రదీప్తియంత దీప్తితో వెలుగొందుచు వట్టికంటికికూడ ఆనును. ఇక మిగిలిన ఆస్టిరాయిడులలో పెల్లాస్, జూనోలు తప్ప తక్కినవన్నియు మిక్కిలిచిన్నవి ; మహాదీప్తిమంతములుకూడ కావు. వందల కొలదిగనున్న ఆస్టిరాయిడులన్నింటిలోను పది, పన్నెండింటి వ్యాసములుమాత్రమే నూరుమైళ్ళకుమించి యుండును. శేషించినవాని వ్యాసములు 50 మైళ్ళకంటె తక్కువే. ఒకటి రెండు మైళ్ళ వ్యాసములను కలిగియున్న ఆస్టిరాయిడులుకూడ అనేకములుగలవు.

ఆస్టిరాయిడులు చాలచిన్నవగుటచేత వానినిర్మాణమును గూర్చిగాని ఉపరితలపరిస్థితులనుగూర్చిగాని శాస్త్రజ్ఞులకంతగా నేమియును తెలియదు. సామాన్యముగా గ్రహకక్ష్యలన్నిటి వలెనే ఆస్టిరాయిడులలో పెక్కింటికక్ష్యలు తక్కువవికేంద్రతనే కలిగియున్నవి ; వాని కక్ష్యాతలములుకూడ క్రాంతివృత్తతలమునకు కొద్దిగనేవంగియున్నవి. ఇందుకుతార్కాణము 1383-లింబర్జియాయను ఆస్టిరాయిడు. దీనికక్ష్య ఇంచుమించు క్రాంతి వృత్తతలమందే యున్నదని చెప్పవచ్చును. ఇక దానికక్ష్యా తలము క్రాంతివృత్తతలమునకు 0.009 అంశలుమాత్రమే యేటవాలుగ నున్నది. కాని కొన్ని ఆస్టిరాయిడుల కక్ష్యలుమాత్రము ఎక్కువవికేంద్రతను చెందియున్నవి; వానితలములు క్రాంతి వృత్తతలమునకు హెచ్చుగావంగికూడ నున్నవి. హైడల్గొ అనునొక ఆస్టిరాయిడుకక్ష్యయొక్కవికేంద్రత 0.66; దాని కక్ష్యాతలము క్రాంతివృత్తతలమునకు 42.5 అంశలు వాలుగ నున్నది.

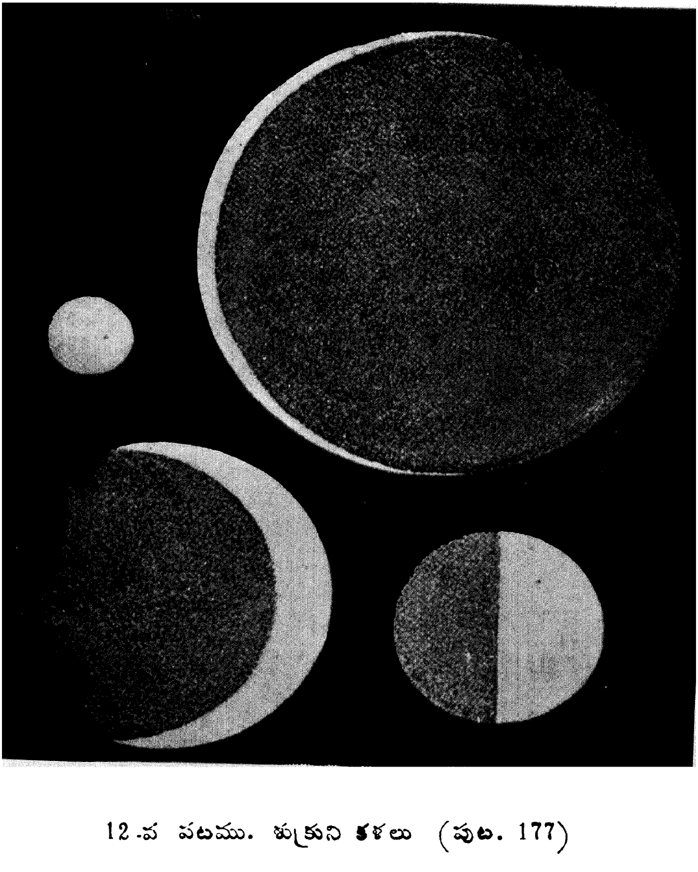
గ్రహములన్నిటివలెనే ఆస్టిరాయిడు లన్నియుకూడ సూర్యునిచుట్టు పడమరనుంచి తూర్పుదెసగా పరిభ్రమించు చున్నవి. వాని పరిభ్రమణకాలములు 3½ సంవత్సరములకును 6 సంవత్సరములకును నడుమ నుండును.

ఆస్టిరాయిడులలో నొక్కొక్కదానికి ఒక్కొక్క కక్ష్య యున్నది. ఈకక్ష్యలన్నియు సామాన్యముగా కుజగురుకక్ష్యల నడుమనేయున్నను కొన్ని ఆస్టిరాయిడుల కక్ష్యలుమాత్రము ఎక్కువవికేంద్రమైయుండుటవలన, కుజకక్ష్యలోనికి చొచ్చుకొనియున్నవి. అందుచేత ఆకక్ష్యలలో తిరుగుచున్న ఆస్టిరాయి

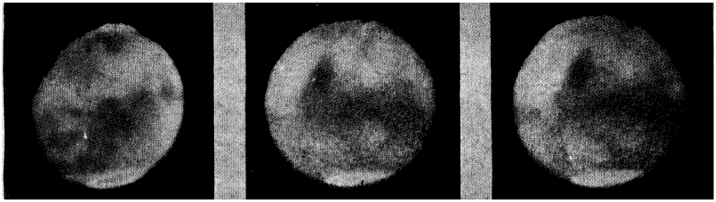
దులు ఒక్కొక్కప్పుడు భూమికి చాలచేరువగ వచ్చుచుండును. 1932 వ సంవత్సరము ఏప్రిల్ నెలలో అన్వేషింపబడిన ఎపాలో అను అల్పగ్రహము భూమికి 65,00,000 మైళ్ళదూరములోనికి వచ్చినది. కాని అంతకంటెనుకూడ భూమికి మిక్కిలి దగ్గరగా వచ్చిన అల్పగ్రహము హెర్మెస్. 1937 వ సంవత్సరము అక్టోబరు 30 వ తేదీని భూమికి సమీపమున 4,85,000 మైళ్ళ దగ్గరగా నది వచ్చినది. చంద్రుడుగాక భూమికంతచేరువగా వచ్చిన ఖగోళము మరియొకటి లేదు.

సూర్యకుటుంబములోని యితరగ్రహములవలెనే ఆస్టిరాయిడులును నుత్పన్నమైనవి కాబట్టి అవికూడ నా గ్రహముల నిర్మాణమునే కలిగియుండవలెనని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడు చున్నారు. కాని అవి అత్యల్పమూర్తు లగుటవలన వానిని పరివేష్టించి వాతావరణముండుట కిసుమంతయు నవకాశము లేదు. అవి గోళాకారమందున్న కఠినపాషాణములై యుండ నోపును. కాని వానిలో ఈరోస్ అనుదాని దీప్తి ఒకనియమము ననుసరించి మారుచుండుటచేత నది ఇటుకవలె దీర్ఘఘనాకారమును కలిగియుండునదియును, అది తనయక్షముపై భ్రమించుటలో ఒకసారి ఎక్కువ వైశాల్యముగల తలమును వేరొకసారి తక్కువ వైశాల్యముగల తలమును మనకు ప్రదర్శితమగును కాబట్టి దాని దీప్తిలో వ్యత్యాస మేర్పడుచున్నదనియును శాస్త్రవేత్త లభిప్రాయపడుచున్నారు.

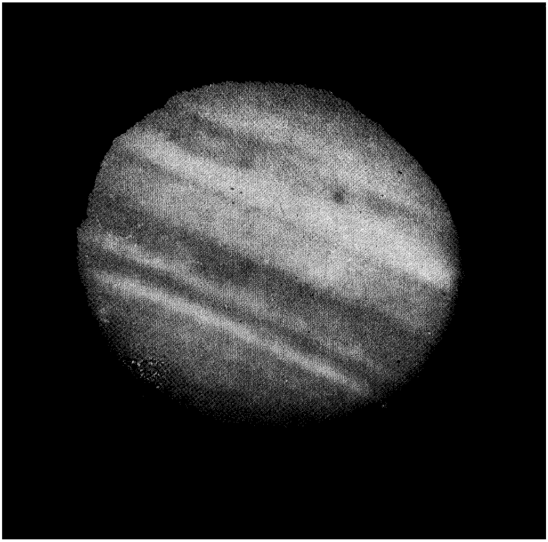
కుజగురులనడుమ కక్ష్యనేర్పరచుకొని తిరుగుచుండెడి గ్రహమొకటి కారణాంతరములచే బద్దలుకాగా ఆస్టిరాయిడు లేర్పడినవని ఖగోళవిజ్ఞానపారంగతు లూహించుచున్నారు.



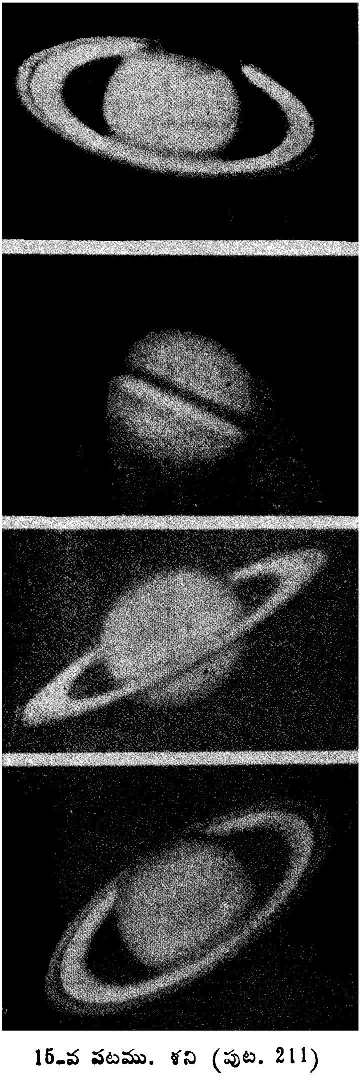
12-వ పటము. శుక్రుని కళలు (పుట. 177)



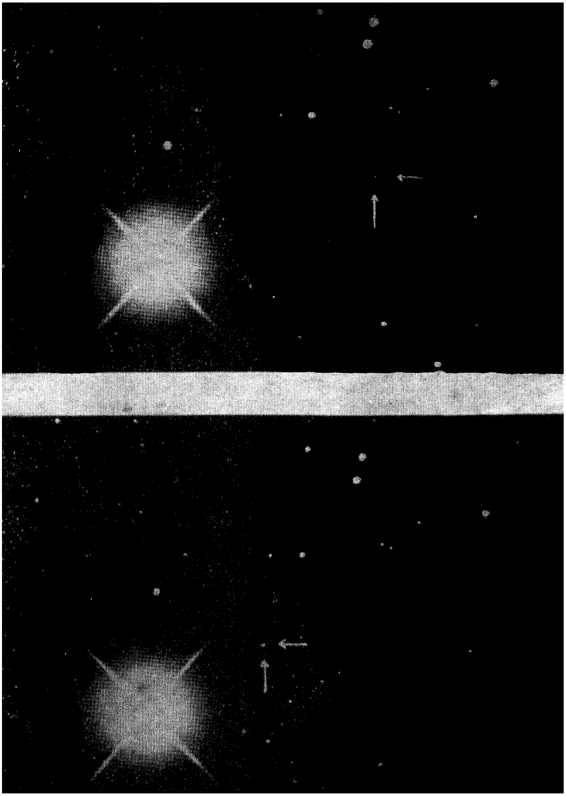
13-వ పటము. కుజుడు (పుట. 189)



14-వ పటము. గురుడు (పుట. 202)

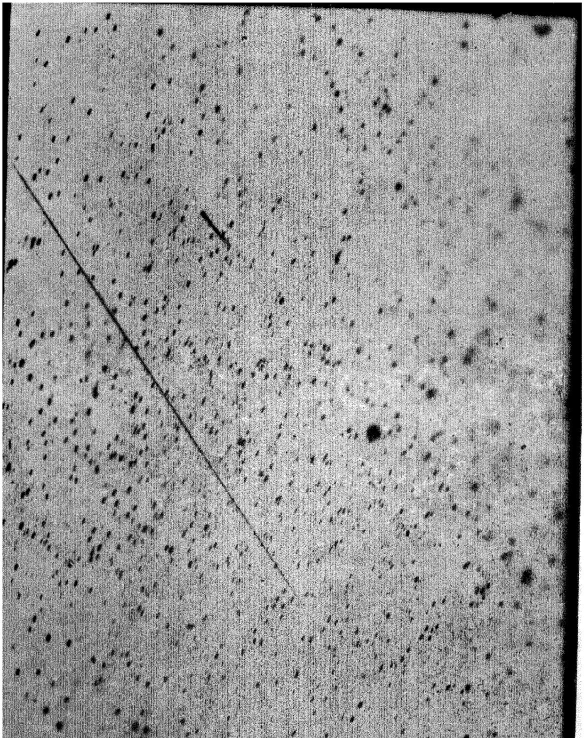


15-వ పటము. శని (పుట. 211)



16-వ పటము. ప్లూటోగ్రహాన్వేషణ (పుట. 220)

17-వ పటము. హేలీతోకచుక్క (పుట. 226)



18-వ పటము. భూమివైపు పడుచున్న ఉల్క ఒక కాంతిరేఖవలె గోచరించును. (పుట. 233)

గురుడు

గ్రహములన్నిటిలోను మిక్కిలి పెద్దది గురుడు. భూమి కంటె పరిమాణములో నిది సుమారు 1300 రెట్లు పెద్దది. సూర్యకుటుంబములోని మిగిలినగ్రహముల నన్నిటిని చేర్చి ఒక ముద్దగా చేసినను, అది గురుగ్రహమంత పరిమాణమును కలిగి యుండదు. గురుగ్రహ మింతపెద్దదియగుటవలన భూమికది కొన్నిగ్రహములకంటె హెచ్చుదూరములో నున్నను మొదటి పరిమాణనక్షత్రమంత దీప్తిమంతముగా ఆకాశమున గోచర మగుచున్నది. గ్రహములలో శుక్రుని తరువాత హెచ్చుదీప్తితో ప్రకాశించుచు భూవాసులకు గోచరమగున దదియే.

ఆస్టిరాయిడుల తరువాత కక్ష్య నేర్పరచుకొని గురు గ్రహము సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నది. గ్రహకక్ష్య లన్నిటివలె గురుగ్రహకక్ష్యకూడ దీర్ఘవృత్తాకారమున నేయున్న దిగాని కొన్నిగ్రహకక్ష్యలకంటె కొంచెమెక్కువగా నది వికేంద్రతను చెందియున్నది. దాని కక్ష్యావికేంద్రతపరిమాణము 0.048 ; అందుచేత గురుసూర్యుల కనిష్ఠ, గరిష్ఠదూరములలో కొంత హెచ్చువ్యత్యాసము గోచరించును. గురుసూర్యుల సరాసరి దూరము 48,30,00,000 మైళ్ళు. భూసూర్యుల సరాసరి దూరమునకు గురుసూర్యుల సరాసరిదూరము 5.203 రెట్లుండును. ఇక గురుడు సూర్యునకు మిక్కిలి దగ్గరగా నున్న పుడు 4.95 ను, మిక్కిలిదూరముగా నున్నపుడు 5.45 ను రెట్ల దూరములో నుండును.

గురుగ్రహము సూర్యునిచుట్టు ఒకసారి పరిభ్రమించు టకు 11.86 సంవత్సరములు పట్టును. దాని సరాసరి పరిభ్రమణ

వేగము సెకనునకు 8 మైళ్ళు. భూపరిభ్రమణవేగముకంటె నిది మిక్కిలి తక్కువ. సూర్యునినుండి గ్రహముల దూరములు హెచ్చినకొలదియు వాని పరిభ్రమణవేగములు తగ్గుననుట కిది నిదర్శనము.

గురుగ్రహము సమమైన గోళాకారమున లేదు. భూమి వలెనే యదికూడ ధ్రువములచెంత కొంచెమదుముబడియున్నది. దాని మధ్యరేఖావ్యాసము 88,700 మైళ్ళు ; ధ్రువవ్యాసము 82,800 మైళ్ళు. గురుగ్రహ మీరీతిని ధ్రువములదిశగా నెక్కువ అదుమబడియుండుటకు కారణము దాని అధికభ్రమణవేగము. గురుగోళభ్రమణకాలము 9 గంటల 55 నిమిషములు. భూగోళభ్రమణకాలము 24 గంటలు. దీనిబట్టి భూమధ్యరేఖపైనున్న వస్తువుకంటె గురుమధ్యరేఖపై నున్నవస్తువు మిక్కిలి యెక్కువ వేగముతో తిరుగుచున్నదని మనకు వ్యక్తమగును. ఈయధిక భ్రమణవేగమువలన భూమివలెనే గురుగ్రహముకూడ ద్రవస్థితి యందున్న సమయములో ధ్రువములదిశగా నదుముడును పొందినది. భూభ్రమణవేగముకంటె గురుగ్రహభ్రమణవేగ మెక్కువ కాబట్టి ఉత్తరదక్షిణదిశగా భూమిపొందిన అదుముడుకంటె గురుగ్రహముపొందిన అదుముడుకూడ అధికమే. దూరదర్శినితో గురుగ్రహమును చూచినట్లయిన దీర్ఘగోళాకారమున నది గోచరించును.

గురుగ్రహమును దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు దాని మధ్యరేఖకు సమాంతరముగ కొన్ని కాంతిహీనమైన దళములు లేక మండలములు కనపడును. ఈమండలము లెల్లప్పుడు సమా

నాకారమును కలిగియుండక సదా మార్పునొందుచున్న స్వగ
వము. గురుగ్రహ భ్రమణమువలన నేర్పడిన వాయుప్రవా
హములే యీ మండలములని శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు.

గురుగ్రహమధ్య రేఖకు సమాంతరముగనున్న మండ
లములుగాక కొన్ని మచ్చలుకూడ అప్పుడప్పుడు గురుగోళ
తలముపై కానవచ్చుచుండును. ఇవి సమాంతరమండలము
లంత త్వరితగతిని మార్పును పొందవు. వీనిలో ముఖ్యముగా
పేర్కొనవలసినది బృహదారుణ లక్ష్మము. పేరులోనే సూచింప
బడినట్లు ఇది మిక్కిలి పెద్దది; ఎఱ్ఱగా నుండును. దీర్ఘవృత్తా
కారమందున్న యీమచ్చ పొడువు రమారమి 30,000 మైళ్లు;
వెడల్పు 7,000 మైళ్ళు. దీనిని మొట్టమొదట 1878 వ సంవ
త్సరములో శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. ఆతరువాత 30 యేండ్ల
వరకునది గురుగ్రహతలముపై దీప్తిమంతమైన మచ్చగా గోచర
మగుచునే యుండెను. కాని అటుపిమ్మట క్రమముగా దాని
దీప్తి క్షీణించినది. ప్రస్తుతమది వెలవెల బోవుచున్న గులాబిరని
మచ్చగా మార్పునొందినది.

బృహదారుణ లక్ష్మముగాక మరికొన్ని కాంతిహీనమైన
చిన్న చిన్న లక్ష్మములుకూడ గురుగ్రహముయొక్క వేర్వేరు
మండలములం దప్పుడప్పుడు గోచరమగుచుండును. ఇవి సాధార
ణముగా నొక్కొక్కసారి హఠాత్తుగా ప్రత్యక్షమై, ఒకటి రెండు
సంవత్సరములకాలముండి పిమ్మట అదృశ్యమగును.

గురుగ్రహమందలి ఒకటి రెండు మచ్చలను జాగ్రత్తగా
ననుశీలించినయెడల గురుగ్రహగోళముచుట్టును తిరిగివచ్చుటకు

వేర్వేరుమచ్చలకు వేర్వేరుకాలములు పట్టుచున్నవని స్పష్టమగును. ఇక బృహదారుణలక్ష్మముకూడ నెల్లప్పుడు సమాన భ్రమణకాలమును కలిగియుండుటలేదు. దీనినిబట్టి గురుగ్రహము పూర్తిగా వాయుగోళమో లేదా నడుమనున్న ఘనగోళము నావరించి చాల దళమైన వాయుమండలముకలదియో కావలెనని మనము భావింపవలసియున్నది. ఈ వాయుమండలమందేర్పడిన సుడులే యీమచ్చలని పలువురు శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు.

గురుగ్రహము నావరించి దళమైన వాతావరణ మున్నదనుట కెట్టిసందేహమును లేదు. గురుగ్రహవర్ణమాల ననుశీలించినయెడల అందు నల్లనిదళములు మనకు కాన్పించును. ఆదళము లెక్కువగా అమోనియావాయువువలన నేర్పడినవే. దీనినిబట్టి గురుగ్రహవాతావరణమందు అమోనియావాయువు చాల విరివిగనున్నదని మనకు స్పష్టమగును. మీథేన్ అను వాయువుకూడ అక్కడ నెక్కువగనే యున్నది.

గురుగ్రహమును పరివేష్టించి దళమైన వాతావరణమున్నదనుటకు మరియొక నిదర్శనము గురుగ్రహముయొక్క అల్పసాంద్రత. గురుగోళముయొక్క సరాసరి వ్యాసము రమారమి 86,740 మైళ్ళు. దాని పరిమాణము భూగోళపరిమాణమునకు సుమారు 1,300 రెట్లు హెచ్చు. కాని భూగోళద్రవ్యసంచయమునకు రమారమి 317 రెట్లు మాత్రమే గురుగోళద్రవ్యసంచయ మధికముగా నున్నది. దీనినిబట్టి భూగోళసాంద్రతకంటె గురుగోళసాంద్రత నాలుగింతలు తక్కువయని

వ్యక్తమగును. భూగోళముకంటె గురుగోళము సూర్యున కెక్కువ దూరమందున్నది కాబట్టి భూగోళతాపక్రమముకంటె గురుగోళ తాపక్రమము చాలతక్కువగ నుండునని వేరే చెప్పనక్కఱ లేదు. గురుగోళతాపక్రమము – 140° శ. ఉండునని శాస్త్రజ్ఞు లంచనా వేసినారు. ఆయత్యల్పతాపక్రమములో గురుగోళ మందలి ద్రవ్యమంతయు వాయుస్థితిలోనుండుట సాధ్యముకాదు. అందుచేత గురుగోళమధ్యభాగము ఘనస్థితిలో నున్నదనియును, దానినిచుట్టి దళమైన వాయుమండలము లున్నవనియును, గురు గోళవాయుమండలములు భూగోళవాతావరణముకంటె మిక్కిలి దళముగనుండుటచేతనే గురుగోళసాంద్రత తగ్గుచున్నదనియును స్పష్టమగును.

గురుగ్రహముచుట్టు ప్రదక్షిణముచేయుచు 12 ఉప గ్రహము లున్నవి. వీనిలో 12 వ దానిని 1950 వ సంవత్స రము సెప్టెంబరు నెలలో నొక అమెరికాసంయుక్తరాష్ట్ర ఖగోళ విజ్ఞాని అన్వేషించెను. సూర్యకుటుంబములో గురుగ్రహమున కున్నన్ని యెక్కువఉపగ్రహములు మఱియేయితర గ్రహము నకును లేవు. దూరదర్శినిని నిర్మించి గగనావేక్షణకై దానిని మొట్టమొదట నుపయోగించిన గెలీలియోవిజ్ఞాని, గురుగ్రహము చుట్టును తిరుగుచు నాలు గుపగ్రహములున్నవని 1610 సంవత్స రములో కనుగొనెను. గెలీలియోకు పూర్వమే సైమన్ మేయర్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు గురుగ్రహముయొక్క ఉపగ్రహములను మూడింటిని కనుగొనెనని కొందరందురు. కాని సాధారణ ముగా గురుగ్రహోపగ్రహాన్వేషణాగౌరవమును గెలీలియో

విజ్ఞానికే చాలమంచి యొసంగుచున్నది. ఈఉపగ్రహాన్వేషణ ఖగోళశాస్త్రచరిత్రలో మిగుల మహత్త్వమైనదనుటకు సందేహములేదు. సూర్యునిచుట్టు గ్రహములు తిరుగుచున్నవను వాదము గెలీలియోకాలమునాటికి పలువురకు, ముఖ్యముగా క్రైస్తవమతాధికారులకు, అంగీకృతముకాలేదు. గురుగ్రహోపగ్రహాన్వేషణతో గురునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న ఉపగ్రహములను వారికి ప్రత్యక్షపరచి, సూర్యునిచుట్టు గ్రహములుకూడ నట్లే ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నవని ప్రబోధించుటకు గెలీలియోకు చక్కని నిదర్శనము చేకూరినది.

గురుగ్రహముయొక్క ఉపగ్రహములను మూడువర్గములుగా విభజింపవచ్చును. వీనిలో గురుగ్రహమునకు చేరువగానున్న అయిదు ఉపగ్రహములను అంతరుపగ్రహములని పేర్కొందురు. ఇవన్నియుకూడ తక్కువ వికేంద్రతగల కక్ష్యలలో పశ్చిమమునుండి తూర్పునకు గురుగ్రహముచుట్టును తిరుగుచుండును. వీనిలో నాలుగుపగ్రహము లెక్కువదీప్తిమంతమైనవి. గెలీలియోవిజ్ఞాని యన్వేషించినవవియే. అయిదవ ఉపగ్రహమును 1892 వ సంవత్సరములో లిక్ వేధశాలకు చెందిన ఎడ్వర్డు బార్నార్డు విజ్ఞాని మొదట కనుగొనెను. ఇది గురుగ్రహమునకు మిక్కిలిచేరువగా నున్నది. ఇక మిగిలిన ఉపగ్రహములన్నిటిని చేర్చి బహిరుపగ్రహములని వ్యవహరింతురు. వీనిలో 6, 7, 10 ఉపగ్రహములను ఒకవర్గముగను, 8, 9, 11 ఉపగ్రహములను వేరొకవర్గముగను విభజింపవచ్చును. ఈఉపగ్రహములన్నియును చాలచిన్నవి; తక్కువ

దీప్తిమంతమైనవి. వీనినన్నిటినికూడ ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతినే శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించినారు. వానికక్ష్యలుకూడ ఎక్కువ వికేంద్రతను చెందియున్నవి. బహిరుపగ్రహములలో 6, 7, 10 ఉపగ్రహములు పడమరనుండి తూర్పుదెసగాను, 8, 9, 11 ఉపగ్రహములు తూర్పునుండి పడమరగాను గురుగ్రహముచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవి.

శ ని

ప్రాచీనులు గుర్తించిన గ్రహములలో సూర్యునకు మిక్కిలి దూరముగానున్నది శని. కాని శనిగ్రహమునకు వెలుపల నింకను మూడుగ్రహము లున్నవని నేడు మనకు తెలియును.

గురుగ్రహకక్ష్యకు వెలుపలనున్న తనకక్ష్యయందు సూర్యునిచుట్టు శనిగ్రహము పరిభ్రమించుచున్నది. గ్రహసంతతియందెల్ల నది కడురమ్యమైన దనుటలో నతిశయోక్తి లేదు. దూరదర్శినితో శనిగ్రహము నవేక్షించి పారవశ్యము నొందని రసజ్ఞుడుండునా యని సందేహము ! ప్రకృతిసౌందర్యమును గాంచి యానందింపగలిగిన ప్రతివ్యక్తియును శనిగ్రహమును తిలకించి ముగ్ధుడుకావలసినదే ! ! కాని దూరదర్శినితో శనిగ్రహమును చూచునట్టిభాగ్యము మనలో పెక్కుర కుండదు. అందుచే పటములలో శనిగ్రహమునుచూచి మనము తృప్తిచెందవలసినదే.

శనిగ్రహ మంతమనోహరముగానుండుటకు కారణము దానిని పరివేష్టించియున్న కుండలి. గ్రహములలో పెక్కింటి

కున్నట్లుగనే శనిగ్రహముచుట్టును తిరుగుచు ఉపగ్రహములున్నవి. ఇంతవరకు నన్వేషింపబడిన యీయుపగ్రహములసంఖ్య తొమ్మిది. కాని శనిగ్రహమునకున్న కుండలివంటిది మరియే గ్రహమునకును లేదు.

శనిగ్రహకుండలిని మొట్టమొదట గెలీలియోవిజ్ఞాని కనుగొనెను. కాని కుండలిగా దాని నాయన భావింపలేదు. శనిగ్రహమున కిరుప్రక్కలను ఒక్కొక్కప్రక్క నొక్కొక్కటివంటియున్న రెండు చిన్నగోళములుగనే యానాడా విజ్ఞానవిశారదున కవి దూరదర్శినిలో చూచినపుడు ప్రత్యక్షమైనది. ఆతరువాత క్రమముగా హైగెన్సు, బాండ్ ప్రభృతి విజ్ఞానవరేణ్యుల కృషిఫలితముగా దానితత్త్వము వెల్లడియైనది.

శనిగ్రహచ్ఛాయాచిత్రమును పరీక్షించినట్లయిన శనిగ్రహమును పరివేష్టించియున్న కుండలిలో నడుమనొక నల్లని గీతకనబడును. ఆగీతదగ్గర సూర్యకాంతిని పరావర్తించుటకు ద్రవ్యమేమియు లేకపోవుటచే నల్లగ గోచరమగుచున్నది. దీనిని బట్టి శనిగ్రహకుండలి యేకకుండలికాదనియును, కొన్నికుండలుల కూటమియనియును మనకు వ్యక్తమగును. వాస్తవముగా శనిగ్రహకుండలి మూడుకుండలుల కూటమి. వానిలో శనిగ్రహమునకు మిక్కిలిచేరువగానున్నదానికి 'క్రేప్‌కుండలి' అనిపేరు. అది మిక్కిలి తక్కువదీప్తి కలది. ఆ తరువాతిది మధ్యకుండలి. శనిగ్రహకుండలులు మూడింటిలోను ఇదియే అధికదీప్తి కలది. దానియందలి ద్రవ్యము సాపేక్షముగా నెక్కువసాంద్రమై యుండుటవలన అది తనపై పతనమైన సూర్యకాంతిని బాగుగా

పరావర్తన మొనర్చి యెక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరమగు చున్నది. దీని వెడల్పుకూడ హెచ్చు. ఇక మూడవది బహిష్కుండలి. బహిష్కుండలికిని మధ్యకుండలికిని గల సరిహద్దు చాల స్పష్టముగనుండును. దానికి 'కాసిని సరిహద్దు' అనిపేరు.

శనిగ్రహకుండలుల వెడల్పు చాలహెచ్చు. లోపలి యంచునుండి వెలుపలియంచునకవి 41,500 మైళ్లుండును. కాని వానిమందము మిక్కిలి తక్కువ. 10 మైళ్ళకంటె అవి యెక్కువ యుండవు.

శనిగ్రహకుండలుల ముఖ్యమైనలక్షణము వానిసాంద్రత అత్యల్పముగా నుండుట. శనిగ్రహముచుట్టును వర్తులాకారముగా నేర్పడిన వాయుద్రవ్యమే యీకుండలులని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులును, ద్రవపదార్థమే యీకుండలులని మరికొందరు శాస్త్రజ్ఞులును చాలకాలమువరకు నభిప్రాయపడుచుండెడివారు. కాని ఘనస్థితియందున్న చిన్న చిన్న ద్రవ్యకణములచే నీకుండలు లేర్పడినవని ఆధునిక శాస్త్రజ్ఞులు నిశ్చయించినారు. శనిగ్రహము చుట్టు పరిభ్రమించుచుండిన ఉపగ్రహమొకటి శనిగ్రహమునకు మిక్కిలిచేరువగా వచ్చుటచేత బద్దలై ఈరీతిగా కుండలియాకారమును పొందినదని వారిసిద్ధాంతము.

శనిగ్రహకుండలులు శనిగ్రహకక్ష్యాతలమునకు రమారమి 27° వంగియున్నవి. ఈకుండలులు శనిగ్రహముచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవనియును, వాని లోపలిభాగములకంటె వెలుపలిభాగములు తక్కువవేగమును కలిగియున్నవనియును వర్ణమాలాదూపక పరిశోధనములవలన తెలియవచ్చినది.

ఈకుండలములేగాని అనేకద్రవ్యఖండముల సమూహముగాగాక అవిచ్ఛిన్నముగా నుండియున్నచో ఆకుండలముల వేగములు లోపలిభాగమున తక్కువగను, వెలుపలిభాగమున నెక్కువగను ఉండియుండును. కాని సూర్యకుటుంబములోని గ్రహముల పరిభ్రమణవేగములు సూర్యునికిచేరువగానున్న గ్రహములవి యెక్కువగను, దూరముగానున్నవానివి తక్కువగను ఎట్లున్నవో అట్లే యీకుండలముల వేగములుకూడ నుండుటవలన నవి విచ్ఛిన్నములైయున్నవని మనము భావింపవచ్చును.

భూమినుండిచూచినపుడు శనిగ్రహకుండలముల ఆకారము ఒక్కొక్కప్పుడు ఒక్కొక్కవిధముగా కనిపించుచుండును. ఈ వ్యత్యాసమునకు కారణము భూమినిబట్టి శనిగ్రహస్థానములో వచ్చుమార్పే. శనిగ్రహము సూర్యునిచుట్టును తిరుగుటలో శనిగ్రహమునుబట్టి యీకుండలములదిశయందు ఎట్టిమార్పును రాదు. కాని శనిగ్రహము సూర్యునిచుట్టును తిరుగునపుడు భూశనిగ్రహముల సాపేక్షస్థానమునుబట్టి ప్రక్కనుండియో, దిగువనుండియో లేదా అంచుదిశగానో ఆకుండలములను మనము చూడవలసివచ్చును. తన్మూలముగా వాని యాకారము భిన్నముగా మనకు గోచరమగుచుండును. ఈకుండలములు అంచుదిశగా ప్రదర్శితమైయున్నప్పటికంటె ఎక్కువవెడల్పుగానున్న దిశగా మనకు ప్రదర్శితమైనప్పటి శనిగ్రహదీప్తి మూడురెట్లధికముగా నుండునుకాబట్టి యీకుండలములలోని ద్రవ్యము హెచ్చుపరావర్తనసామర్థ్యమును కలిసియున్నదని చెప్పవచ్చును. శనిగ్రహకుండలములు అంచుదిశగా మనకు ప్రదర్శితమైయున్నపుడు పెద్దపెద్ద

దూరదర్శినులకు సూచించినను కూడ కానరావు. 15 సంవత్సరముల కొకసారి యీదృశ్యము సంభవించును. 15 వ పటములో శనిగ్రహకుండలములు ప్రదర్శించు భిన్నదృశ్యములను తిలకింపవచ్చును.

శనిగ్రహమునుచుట్టి కుండలములే గాక తొమ్మిది ఉపగ్రహములుకూడ నున్నవి. గురుగ్రహము తరువాత ఎక్కువ ఉపగ్రహములను కలిగియున్నది శనియే. 1665 వ సంవత్సరము మార్చి 25 వ తేదీని శనిగ్రహముయొక్క మొట్టమొదటి ఉపగ్రహమును హైజెన్సు శాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొనెను. ఆతరువాత క్రమముగా మిగిలిన ఉపగ్రహము లన్వేషింపబడినవి. వీనిలో టైటాన్ ఉపగ్రహ మెక్కువ దీప్తిమంతమైనది. సుమారు 8 వ పరిమాణ తారగా దూరదర్శినిచేతను గోచరమగును. ఈఉపగ్రహము బుధునికంటె పెద్దది; ఇంచుమించు కుజగ్రహమంత యుండును. ఈఉపగ్రహమునుగూర్చిన మరియొక విశేషవిషయము దానిచుట్టును వాతావరణముండుట. సూర్యకుటుంబములోని మరియేయితర ఉపగ్రహమునకును వాతావరణము లేదు. ఈఉపగ్రహవాతావరణములో నెక్కువగా మీథేన్ వాయువున్నది.

శనిగ్రహముయొక్క ఉపగ్రహములన్నియును తమపై పడిన సూర్యకాంతిని పరావర్తనమొనర్చుటయం దెక్కువసమర్థములై యున్నవి. అందుచేత వానితలములందు మంచుదట్టముగా నేర్పడియుండునని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు.

కుండలములును, ఉపగ్రహములును తప్ప శనిగ్రహమునకు ప్రత్యేకత యేమియును లేదు. గ్రహములన్నిటివలెనే

యిదికూడ సూర్యునిచుట్టు దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నది. దాని సరాసరి పరిభ్రమణవేగము సెకనునకు 5.96 మైళ్ళు. గురుగ్రహముకంటె భూమికిదూరముగా నుండుటవలనను, దానికంటె తక్కువ పరిమాణముగలదియగుట చేతను గురుగ్రహమంత యెక్కువదీప్తితో శనిగ్రహము గోచరముకాదు. అందుచేత యథాలాభముగా ఆకాశమును తిలకించువారికి ప్రాముఖ్యమైన నభోమూర్తిగా నది స్ఫురింపదు. కాని వట్టికంటికది ప్రథమపరిమాణతారవలె గోచరించును కాబట్టి జాగ్రత్తగా అవేక్షించినయెడల సులువుగా దానిని కనుగొనవచ్చును.

గురుగ్రహమువలెనే శనిగ్రహముకూడ ధ్రువములదిశగా కొంచెమునొమబడియున్నది. ఈగ్రహతలమునందుకూడ, అంత స్పష్టముగా గాకపోయినను, గురుగ్రహతలమునందువలెనే గ్రహమధ్యరేఖకు సమాంతరముగ మండలములు, అక్కడక్కడ కొన్ని కాంతిహీనమైనలక్ష్మములును గోచరించును. ఈగ్రహము చుట్టునుకూడ దట్టమైన వాతావరణమున్నది. దానిలోని ముఖ్యమైన రచకములు మీథేన్, అమోనియా వాయువులు. కాని గురుగ్రహవాతావరణములో అమోనియావాయు వెక్కువగా నుండగా శనిగ్రహవాతావరణములో మీథేన్‌వాయు వధికముగా నున్నది.

యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటో

ఆధునికవిజ్ఞానులు దూరదర్శిని సాహాయ్యమున నన్వేషించిన గ్రహములలో మొట్టమొదటిది యురేనస్. 1781 వ

సంవత్సరము మార్చి నెలలో విలియమ్ హెర్షెల్ అను ఆంగ్ల విజ్ఞాని దాని నాకస్మికముగా కనుగొనెను.

విలియమ్ హెర్షెల్ గొప్పసంగీతవిద్వాంసుడు. సంగీత విద్యాబోధకుడుగా జీవితప్రారంభమునం దాయన మంచి పేరును బడసెను. ఇట్లుండగా శాస్త్రమునందు గభీరపరిజ్ఞానము నార్జింప వలయునను తమకముతో తీరికసమయములందు ఖగోళశాస్త్ర గ్రంథములను చదువుట ప్రారంభించెను. క్రమముగా నా శాస్త్రమందు విశేషపాండిత్యమును బడసి, పిమ్మట సొంత ముగా నిర్మించుకొనిన దూరదర్శినితో గగనావేక్షణమునకు కూడ పూనుకొనెను.

తాను నిర్మించుకొనిన దూరదర్శినితో గగనతలమును క్రమబద్ధముగను, సమగ్రముగను అవేక్షింపవలయునని హెర్షెల్ సంకల్పించెను; విన్వీధియందు సంచరించుచు తనదూరదర్శినితో కనపడిన ప్రతిమూర్తి చరిత్రను తెలిసికొనకృతనిశ్చయు డయ్యెను. ఆసంకల్పముతో, నానిశ్చయముతో జెమినై రాశి లోని నభోమూర్తుల నవేక్షించుచుండగా 1781 వ సంవత్సరము మార్చి 13 వ తేదీ రాత్రికాలమున నూతనఖగోళ మొకటి యాయనకు ప్రత్యక్షమైనది. దూరదర్శినితో చూచినపుడా నూతనఖగోళము దీప్తిమంతమైన చుక్కగాగాక చిన్నబింబముగా గోచరమగుటచే నది నక్షత్రముకాదని యాయన నిశ్చయించు కొనెను. నక్షత్రముకానియెడల ఆఖగోళస్వభావ మెట్టిది ? ఈ ప్రశ్నకు సమాధానమునకై హెర్షెల్ పండితు డాఖగోళమును రెండుమూడురాత్రులు వరుసగా నవేక్షించి, గగనతలమున

నది స్థిరముగా లేదనియు, నక్షత్రములనుబట్టి క్రమముగా ముందునకు జరుగుచున్నదనియు తెలిసికొనెను. ఊరికిగా స్వల్ప కాలవ్యవధిలోనే దానిసంచారము దృగ్గోచరమగుటచే అది సూర్యకుటుంబమునకు చెందినమూర్తియే యని భావించి, సూర్యకుటుంబములో నూతన గ్రహములుండుటకవకాశమున్న దను విషయమప్పుడు స్ఫురింపకపోవుటచే అది తోకలేని తోకచుక్కయై యుండనగునని ఆయన తలంచెను. కాని ఆతని వారి యవేక్షణలవలన దాని కక్ష్య తక్కువ వికేంద్రతను చెంది యున్న దీర్ఘవృత్తాకారమున నున్నదని యాయనకు వ్యక్తమైనది. తోకచుక్కల కక్ష్యలు ఎక్కువ వికేంద్రతను చెందిన దీర్ఘవృత్తములైయుండును గాని తక్కువ వికేంద్రమైయున్న దీర్ఘవృత్తములై యెన్నడును నుండవు. అందుచేత నానూతన ఖగోళము సూర్యకుటుంబమునకు చెందిన నూతనగ్రహమని యాయననిర్ధరించి, యావిషయమును వెల్లడించెను. ఆనూతన గ్రహమే యురేనస్.

హెర్షల్ విజ్ఞాని యురేనస్ గ్రహాన్వేషణావిషయమును వెల్లడించినంతనే దేశదేశముల శాస్త్రజ్ఞులును గగనవేధ సమయములో తాము మున్నెన్నడైన నా గ్రహము సనుశీలించుట తటస్థపడిన దేమో పరిశీలింపప్రారంభించిరి. గ్రహకక్ష్య, గ్రహపరిభ్రమణవేగము నిర్దేశమైనచో, చిన్నలెక్కచేసి ఆ గ్రహమాకాశములో నేసమయమం దేస్థానమునసుండెనో సులభముగా చెప్పవచ్చును. ఒకనిర్దిష్టసమయములో యురేనస్గ్రహ మాకాశములో నాక్రమించినస్థానము నాధారముగా జేసికొని లెక్కలను

వెనుకకు పోనించినచో భూతకాలమందే యే సమయములలో నే యే స్థానములందా గ్రహ ముండియుండెనో మనము గ్రహింపగలము.

హెర్షెల్ శాస్త్రజ్ఞునకు పూర్వము ఖగోళవైజ్ఞానికు లెందరో గగనావేక్షణ గావించినారు. గ్రహసంచలనముల నరయుటకేగాక నక్షత్రపట్టికలను తయారుచేయుటకుకూడ అందు పెక్కురు ప్రయత్నించిరి. నక్షత్రపట్టికలను తయారు చేయునప్పుడు దూరదర్శినిని ఆకాశమువైపు త్రిప్పి, ఆపరికరమునం దగపడు నక్షత్రములను ఒక్కొక్కదానినే జాగ్రత్తగా ననుశీలించి, దానిదీప్తిని, గగనతలమున దానిస్థానమును నిర్ణయించి యోగ్యరీతముల నన్నిటిని 'రికార్డు' చేయుదురు. దూరదర్శిని పరికరము నిర్మింపబడుటకు పూర్వమును, అది నిర్మింపబడిన తరువాతనుకూడ నక్షత్రపట్టికలను తయారుచేయుటకై యనేకపర్యాయములు పలువురుశాస్త్రజ్ఞులు ప్రయత్నించిరి.

దీప్తిక్రమమున ఆరవపరిమాణనక్షత్రమువలె యురేనస్ గ్రహము గోచరించును. అందుచే దూరదర్శినితో చూచినపుడది తప్పక కనబడియుండును. కాని నక్షత్రపట్టికలను తయారు చేసిన యాశాస్త్రజ్ఞులు దానిని కనుగొనియునుకూడ నక్షత్రమని భ్రమపడి, దాని నట్లే తమపట్టికలలో రికార్డుచేసి యుందురు. వాస్తవముగా జరిగినదదే. ఆశతాబ్దమందు తయారు చేయబడిన నక్షత్రపట్టికల ననుశీలింపగా హెర్షెల్ శాస్త్రజ్ఞుడు యురేనస్ గ్రహమును కనుగొనుటకుపూర్వము అధమము 19 సార్లయినను ఆ గ్రహము గుర్తింపబడినదనియును, కాని ప్రతి

పర్యాయమునుకూడ నక్షత్రముగనే యని పరిగణింపబడినదని యును తెల్లమైనది.

హెర్షెల్ శాస్త్రజ్ఞుడు యురేనస్ గ్రహమును కనుగొనుటకు పూర్వమే యానభోమూర్తి ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుల నిశితావేక్షణకు గురియైనదికాబట్టి వేర్వేరుసమయములలో దానిస్థానమును తెలియజేయుకొలతలు, కొంతదీర్ఘవ్యవధిలోకూడ, సిద్ధముగ నున్నవి. ఆకొలతల సాహాయ్యమున యురేనస్ గ్రహకక్ష్యను సులువుగను, సుస్పష్టముగను నిర్ణయింపవచ్చును. అట్లు గావించుటవలన యురేనస్ గ్రహకక్ష్యకూడ మిగిలిన గ్రహకక్ష్యలవలెనే తక్కువవి కేంద్రతను గలిగిన దీర్ఘవృత్తమై యున్నదని వ్యక్తమైనది. కాని అంతటితో నాసమస్య పరిష్కారము కాలేదు. వెంటనే మరియొక సమస్య తలయెత్తినది. 1781 వ సంవత్సరమునుండియు యురేనస్ గ్రహవిషయమున గావింపబడిన అవేక్షణఫలితములు పైరీతిని గణించిన కక్ష్యలో సరిగ నప్పలేదు. అందుచేత యురేనస్ గ్రహమును మరికొంత కాలము జాగ్రత్తగా నవేక్షించి, ఆ యవేక్షణఫలితముల సాహాయ్యముతో దాని కక్ష్యను 1821 వ సంవత్సరమున శాస్త్రజ్ఞులు మరలనిర్ణయించినారు. కాని 1844 వ సంవత్సరము నాటికి కక్ష్యకును ప్రత్యక్షావేక్షణఫలితములకును తిరిగి సమన్వయము కుదురలేదు. ఆసమయమున నాకక్ష్యయందు సిద్ధాంతరీత్యా యేతావున నుండవలెనో సరిగా అక్కడగాక 2′ ఎడములో యురేనస్ గ్రహమున్నది. యురేనస్ గ్రహస్థానములో నిట్లు సిద్ధాంతఫలితమునకును ప్రత్యక్షావేక్షణ ఫలితమునకును

వ్యత్యాసముండుటకు హేతువేమిటి ? ఈకారణము నరయుటకై వెంటనే శాస్త్రజ్ఞులు పూనుకొనిరి.

సూర్యకుటుంబములో నేదైన నొకగ్రహకక్ష్య యొక్క ఆకారపరిమాణములు ఆ గ్రహముపై సూర్యుడు నెరపునట్టి యాకర్షణబలమునుబట్టి నిర్ణీతములగును. సూర్యకుటుంబము లోని యితర నభోమూర్తుల ఆకర్షణబలప్రభావముకూడ ఆగ్రహ కక్ష్య ఆకారపరిమాణములపై కొద్దిగా నుండును; కాని అది అత్యల్పము. అయితే గ్రహకక్ష్యను ఈషన్మాత్రమైన వ్యత్యాసము లేకుండ సరిగా నిర్ణయింపవలెనన్నచో, ఆ గ్రహముపై సూర్యకుటుంబములోని యితరనభోమూర్తుల ఆకర్షణబలమును కూడ లెక్కలోనికి తీసికొనవలెను. సూర్యకుటుంబమందలి మూర్తులలో సూర్యుని తరువాత ఎక్కువ ద్రవ్యమును కలిగి యున్నవి గ్రహములే. ఏదైన నొక గ్రహకక్ష్యలో వైకల్యమును కలుగజేయుగల సామర్థ్యముకూడ వానికున్నది. ఇక గ్రహము లలో బుధ, శుక్ర, భూ, కుజ, గురు, శనులుమాత్రమే యురేనస్ గ్రహాన్వేషణమునాటికి తెలిసినవి. వీనిలో యురేనస్‌కు దగ్గరగా నున్నది శని. పరిమాణమునందుకూడ అది పెద్దది. అందువలన యురేనస్ గ్రహముపై శనిగ్రహాకర్షణబలము కొంచెమెక్కువగా నుండుననుటకు సందేహములేదు. శనిగ్రహము తరువాత యురేనస్ గ్రహముపై నెక్కువగ నాకర్షణబలమును కలిగియున్నది గురుడు. ఆపైని మిగిలినగ్రహముల యాకర్షణబలములు గణన లోనికివచ్చును. బ్రహ్మాండములో రెండుమూర్తులు ఒకదానిపై నొకటి నెరపు ఆకర్షణబలపరిమాణము వాని నడిమిదూరమును

బట్టియును, వాని ద్రవ్యరాసులనుబట్టియును ఉండునని లోగడ పేర్కొని యుంటిమి. అందుచేత యురేనస్ గ్రహముపై యేగ్రహ మెంతెంత ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింపజేయుచున్నదో, తత్ఫలితముగా యురేనస్ గ్రహకక్ష్య యెంత వైకల్యమును పొందునో లెక్కగట్టి నిర్ణయించుట గణితశాస్త్రకోవిదుల కసాధ్యము కాదు. ఈవిధముగా చేసినను గణనఫలితమునకును యురేనస్ గ్రహస్థానములో నేర్పడిన వైకల్యమునకును ఇంకను కొంత భేద ముండెను. దీనికికారణ మేమైయుండునని శాస్త్రజ్ఞులు మరల చర్చించి, తమ లెక్కలో నెట్టి దోసగును లేదుకాబట్టి యురేనస్ గ్రహస్థానమందా వైకల్యము అంతవరకును అన్వేషితము గాని మరియొక గ్రహాకర్షణబలఫలితమై యుండునని నిర్ధారించిరి.

యురేనస్ గ్రహముపై ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింపజేయుచు అంతవరకు ననన్వేషితమైయున్న ఆ గ్రహము యురేనస్‌న కెంతదూరమునందున్నది? అది యురేనస్ గ్రహమున కీవల శనిగ్రహమువైపున నున్నదా? లేదా ఆవలివైపున నున్నదా? దాని ద్రవ్యసంచయ మెంత? దానికక్ష్య ఆకారపరిమాణాదు లెట్టివి? ఈప్రశ్నల కుత్తరములను బడయుటకై ఫ్రాన్సుదేశ విజ్ఞాని లీవెర్రియర్, ఆంగ్లదేశవిజ్ఞాని ఏడమ్సుకూడ వేర్వేరుగా పరిశోధనలుగావించి 1845 వ సంవత్సరాంతమునకు తమ లెక్కలను పూర్తిచేసిరి. వారి లెక్కలవలన ఆనూతనగ్రహము యురేనస్ గ్రహమునకు శనియున్నవైపునగాక రెండవవైపున నుండుననియును, దానిపరిమాణ మించుమించు యురేనస్ గ్రహపరిమాణమంత యుండుననియును తేలినది. అంతేగాక

ఆ గ్రహాకక్ష్యయొక్క ఆకారపరిమాణములును దృఢనిర్ణీతములైనవి. లీవెర్రియర్ శాస్త్రజ్ఞుని సిద్ధాంతఫలితముల నాధారముచేసికొని 1846 వ సంవత్సరము సెప్టెంబరు 23 వ తేదిని డాక్టరు గలి అను జర్మనీదేశఖగోళవిజ్ఞాని ఆ గ్రహమును ప్రత్యక్షముగా నవేక్షించెను. అదియే నెప్ట్యూన్.

నెప్ట్యూన్ గ్రహాన్వేషణ శాస్త్రసిద్ధాంతభాగమునకు ఘనమైన విజయము.

యురేనస్ గ్రహ సంచలనమందు ద్యోతకమైన వ్యత్యాసములు చాలవరకు నెప్ట్యూన్ గ్రహాకర్షణబలమువలన కలిగినవే. అందుకు సందేహమేమియును లేదు. కాని నెప్ట్యూన్ గ్రహము కలుగజేయజాలని వ్యత్యాసములు కొన్ని యింకను యురేనస్ గ్రహసంచలనమందున్నట్లు 20వ శతాబ్ద ప్రారంభములో శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. ఈవ్యత్యాసములు నెప్ట్యూన్ గ్రహమున కావలనున్న మరియొక గ్రహమువలన నేర్పడుచున్నవనికూడ వారు నిర్ణయించి, ఆ గ్రహాన్వేషణకై పూనుకొనిరి. వీరిలో పెర్సివల్ లోవల్ ముఖ్యుడు. ఆస్టిరాయిడులను కనుగొనుటకై ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతిని ప్రస్తుత మనుసరించుచున్నారని లోగడ గ్రహించియుంటిమి. సరిగా నదేపద్ధతిని నెప్ట్యూన్ కావలనున్న గ్రహము నన్వేషించుటకుకూడ నాయన యవలంబించెను. 1906 నుండి 1929 వ సంవత్సరమువరకు, నడుమనడుమ కొంతకాల మాపివేసినను, ఆ గ్రహమును కనుగొనుట కాయన ప్రయత్నించెనుగాని తన్నిమిత్తమై యాయన యుపయోగించిన

పరికరము లంతగా అధికీకరణసామర్థ్యముగలవి కాకపోవుటవలన నని ఫలింపలేదు. ఆతరువాత మిక్కిలి సామర్థ్యముగల పరికరములో నా గ్రహాన్వేషణము టోంబాగ్ అనునొక యువక విజ్ఞాని పూనుకొని, 1930 వ సంవత్సరము జనవరి నెలలో దాని జెమినై రాశిలో కనుగొనెను. ఈనూతనగ్రహమే ప్లూటో. ఇంతవరకు మానవునకు తెలిసినగ్రహములలో సూర్యకుటుంబమున కిదియే చిట్టచివరనున్నది.

యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటోగ్రహములు మూడును శనిగ్రహమున కావలవరుసగానున్న కక్ష్యలలో సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవి. వీనిపరిభ్రమణకాలములు వరుసగా 84.015, 164.788, 247.697 సంవత్సరములు. యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహములకంటె ప్లూటోగ్రహము పరిమాణమునందు చిన్నది. భూమికి చాలదూరమున నుండుటచేతను, పరిమాణమందు చిన్నదియగుటచేతను, ఇటీవలనే కనుగొనబడినదగుటవలనను ప్లూటోగ్రహమునుగూర్చి శాస్త్రజ్ఞుల కంతగా నేమియు తెలియదు. ప్లూటోగ్రహము 15 వ పరిమాణతారవలె దూరదర్శినితో చూచినపుడు గోచరమగును. సూర్యకుటుంబములోని గ్రహము లన్నిటికంటెనుకూడ దానికక్ష్య యొక్కవికేంద్రతను చెందియున్నది; దాని కక్ష్యాతలము క్రాంతివృత్తతలమున కెక్కువ యేటవాలుగకూడ నున్నది. సూర్యునినుండి ప్లూటోగ్రహముయొక్క సరాసరిదూరము నెప్ట్యూన్ గ్రహముయొక్క సరాసరిదూరముకంటె ఎక్కువే

గ్గామైనను, ప్లూటో గ్రహకక్ష్య యొక్కనవికేంద్రమై యుండుట చేత, నీచస్థితిలో నున్న పుడు నెప్ట్యూన్ గ్రహముకంటె ప్లూటో గ్రహము భూమికిచేరువగా వచ్చును. ప్లూటో గ్రహాన్వేషణా నంతర మది తొలిసారిగా 1989 వ సంవత్సరములో సంభవింప నైయున్నది.

యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహముల భౌతికపరిస్థితులు ఇంచుమించు గురు, శనిగ్రహముల పరిస్థితులను పోలియున్నవి. గురుడు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహములను నాలుగింటిని చేర్చి 'బృహద్గ్రహముల'నియును, శేషించినగ్రహములను 'భౌమ్యగ్రహముల'నియును తరచుగా వ్యవహరింతురు. భౌమ్య గ్రహములకంటె బృహద్గ్రహము లధికద్రవ్య సంయుతములైనవి. బృహద్గ్రహముల నన్నిటిని పరివేష్టించి దట్టమైన వాతావరణ మున్నది. ఈవాతావరణమందలి ముఖ్యమైన రచకములు అమోనియా, మిథేను లు. గురుగ్రహవాతావరణముకంటె శనిగ్రహ వాతావరణములోను, దానికంటె యురేనస్ గ్రహ వాతావరణ ములోను దానికంటె నెప్ట్యూన్ గ్రహవాతావరణములోను మిథేను వాయుప్రమాణము క్రమముగా హెచ్చును. గురు గ్రహమునుండి నెప్ట్యూన్ గ్రహమునకు పోయినకొలదియు నీగ్రహముల యుపరితలతాపక్రమములు క్రమముగా తగ్గుటయే దీనికి కారణము. ఈవిధముగా తాపక్రమము క్షీణించుటవలన వాతావరణముయొక్క పైపొరలందున్న అమోనియావాయువు ద్రవీభవింప, అడుగుపొరలందున్న మిథేన్ వాయువు బాగుగా

కనపడును. మీథేన్ వాయుభాగమునకు క్రిందుగను క్రమముగా హైడ్రోజని, మంచుపొరలున్నవి; వానియడుగున కర్కశము, అతిశీతలములైన శిలామండలములు గలవు.

ఇంతవరకు యురేనస్‌నకు అయిదు ఉపగ్రహములును, నెప్ట్యూనుకు రెండు ఉపగ్రహములును ఆవిష్కృతములైనవి. యురేనస్ ఉపగ్రహములలో 5 వ దానిని, నెప్ట్యూన్ ఉపగ్రహములలో 2 వ దానిని ఇటీవలనే క్యూపెర్ అను అమెరికా దేశవిజ్ఞాని కనుగొనెను. యురేనస్ గ్రహముయొక్క ఉపగ్రహముల కక్ష్యాతలములు క్రాంతివృత్తతలమునకు ఇంచుమించు లంబదిశయందున్నవి. యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహములు రెండునుకూడ పడమరనుండి తూర్పునకే పరిభ్రమించుచున్నవి గాని వానిఉపగ్రహములలో కొన్నిమాత్రము తూర్పునుండి పడమరగా ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నవి.

గ్రహములకును ఉపగ్రహములకును సంబంధించిన వివరములు రెండవఅనుబంధములోని పట్టికలవలన తెలియనగును.

తోకచుక్కలు

నభోమూర్తులలో తోకచుక్కలంతగ ఆకర్షణీయమైనవి మరిలేవు. కాంతిమంతమైన తలతో, సుదీర్ఘమైన తోకతో నల్లని యాకాశమున ప్రత్యక్షమగు నామూర్తి యేమి మనోహర దృశ్యము! భూలోకమున సన్నిహితభావికాలమందేదో గొప్ప యాపద సంభవింపనున్నపుడే శకునపక్షులై ఆకాశమున తోక చుక్కలు ప్రత్యక్షమగుచుండునని ప్రాచీనులువిశ్వసించెడివారు. కాని వారివిశ్వాసమున కాధారములేదు. తోకచుక్కలపు రూపములుగావు ; అతిదీర్ఘకాలవ్యవధిలోకనిపించునవికూడ కావు. ఒకటో, రెండో తోకచుక్కలను ప్రతిసంవత్సరము దూరదర్శిని సాహాయ్యమున శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించుచునే యుం దురు. కాని తోకచుక్కలన్నిటికిని మనోహరమైన తోకభాగ మేర్పడకపోవుటవలన సామాన్యమానవుడు వాని యునికిని గమనింపలేడు.

గ్రహములవలెనే తోకచుక్కలుకూడ సూర్యాకర్షణ బలమునకులోనై ఆయనచుట్టును పరిభ్రమించుచుండును. కాని గ్రహకక్ష్యలకును, తోకచుక్కల కక్ష్యలకును ఆకారములో చాలవ్యత్యాసము గలదు. సామాన్యముగా గ్రహకక్ష్య లన్ని యును తక్కువవికేంద్రతగల దీర్ఘవృత్తములై యున్నవి; క్రాంతి వృత్తతలమునగాని, దానికి కొద్దియేటవాలుగాగాని ఆకక్ష్యా తలములుండును. తోకచుక్కలకక్ష్యలు పరవలయములుగాని, హెచ్చువికేంద్రమైయున్న దీర్ఘవృత్తములుగాని అయియుం

డును ; కొన్నితోకచుక్కల కక్ష్యలు అతిపరవలయాకారమున కూడ నున్నవి. ఈకక్ష్యలలో నాభియొద్ద సూర్యుఁడుండును.

తోకచుక్కలలో నెక్కువభాగము పరవలయాకారకక్ష్యయందు సంచరించుచున్నవే. పరవలయ, అతిపరవలయకక్ష్యలు సంవృతములుకాకపోవుటచే అట్టికక్ష్యలలో సంచరించుచున్న తోకచుక్కలు ఒక్కసారిమాత్రమే కనిపించును. సాధారణముగా నీకక్ష్యలతలములు క్రాంతివృత్తతలమునకు మిక్కిలి యేటవాలుగా నుండును. వీనియందు పరిభ్రమించుచున్న తోకచుక్కలలో సగముభాగము గ్రహములవలె పశ్చిమమునుండి తూర్పుదిశగాను మిగిలినవి తూర్పునుండి పశ్చిమదిశగాను సంచరించుచున్నవి.

పరవలయాకారకక్ష్యయందు సంచరించుచున్న తోకచుక్కలవలెగాక దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు పరిభ్రమించుచున్న తోకచుక్కలు మరల మరల గోచరమగును. దీర్ఘవృత్త మెంతగా సాగియున్నను సంవృతమైయుండుటయే అందుకు హేతువు. ఈవిధముగా నీకక్ష్యలందు తిరుగుచున్న తోకచుక్కలు నియత వ్యవధులలో తిరిగి, తిరిగి కనిపించుచుండుటచేత వీనిని 'ఆవర్తి ధూమకేతువులు' అని పేర్కొందురు. వీని యావర్తకాల పరిమాణములు ఇవి సంచరించుచున్న దీర్ఘవృత్తవికేంద్రతను బట్టి యుండును. వీనికక్ష్యలతలములు పర, అతిపరవలయాకార కక్ష్యలందు సంచరించుచున్న తోకచుక్కలకక్ష్యల తలములంత యెక్కువ యేటవాలుగా క్రాంతివృత్తతలమునకు లేవు. వీనిలో హెచ్చుభాగము పడమరనుండి తూర్పుగనే ప్రయాణముచేయుచున్నవి.

తోకచుక్కలు సూర్యకుటుంబమునకు చెందినవా, కావా యనువిషయము కడు వివాదాస్పదమైయున్నది. తోకచుక్కలు పరవలయాకార కక్ష్యలను, అతిపరవలయాకార కక్ష్యలను కూడ సూర్యకుటుంబమునుదాటి అంతరాళములో నెక్కువమేర వ్యాపించియున్నవి. ఆకక్ష్యలలో కొద్దిభాగము మాత్రమే సూర్యకుటుంబావధులనడుమ నుండును. అందుచేత దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు సంచరించుచున్న తోకచుక్కలు సూర్యకుటుంబమునకు చెందినవేగాని, పర, అతిపరవలయాకార కక్ష్యలందు చరించుచున్న తోకచుక్కలు మాత్రము సూర్యకుటుంబమునకు చెందినవికావని శాస్త్రజ్ఞులభిప్రాయపడుచున్నారు.

తోకచుక్కలు సుదీర్ఘములైన తమకక్ష్యలలో సంచరించుచు సూర్యున కత్యంతసామీప్యముననున్న కొలదిదినములు మాత్రమే మనకు గోచరమగును. ఆవిధముగా నవి మనకు గోచరమగు కాలపరిమాణము అన్నితోకచుక్కలందును సమానముగా నుండదు; అవి పరిభ్రమించు కక్ష్యలనుబట్టియును, వానివేగములనుబట్టియును నదియుండును.

సూర్యునకు బాగుగాచేరువకు వచ్చి, తోకనేర్పరచుకొనిన పిమ్మటగాని సామాన్యమానవులు వట్టికంటితో చూచి తోకచుక్కను గుర్తుపట్టలేరు. సుదీర్ఘమైన తమ కక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచు సూర్యునకు కొంతచేరువకు వచ్చినపిమ్మటనేగాని దూరదర్శినుల సాహాయ్యముతోనైనను శాస్త్రజ్ఞులుకూడ వాని నవేక్షింపలేరు. ఆదిలో తోకచుక్క మసకగానున్న బింబమువలె గోచరించును. ఇట్లు మసకగానున్న గుండ్రనిబింబమును

'కోమా' అని పేర్కొందురు. నక్షత్రములను, గ్రహములను మనము చూచుచునే యుందుము. వాని దీప్తులలో వ్యత్యాసములున్నను, అవి తీర్చిదిద్దిన ఆకారముతో, స్ఫుటమైన దీప్తితో గోచరమగును. కాని కోమా దశలో తోకచుక్కలు మసకగానున్న బింబమువలె అస్పష్టమైన దీప్తితో ప్రత్యక్షమగును. గ్రహనక్షత్రములకును తోకచుక్కలకును దీప్తిలోగల యీవ్యత్యాసము నాధారముగా జేసికొనియే నక్షత్రమేదో, గ్రహమేదో, తోకచుక్కయేదో ప్రారంభదశలోనే సులువుగా శాస్త్రజ్ఞులు గ్రహింతురు. కోమాస్థితిలో తోకచుక్కకు తోక యుండదు. ఆతరువాత క్రమముగా తోకచుక్క సూర్యునిసమీపించినకొలదియు ఇంచుమించుగా ఈ కోమా మధ్యభాగమందు ప్రకాశవంతమైన కేంద్రక మేర్పడును. పెద్దపెద్ద తోకచుక్కలందైనచో క్రమముగా నీ కేంద్రక పరిమాణములోను, దీప్తిలోను మార్పువచ్చును. ఈమార్పు అంతకంటె ముఖ్యమైన మరికొన్ని మార్పులకు నాంది. కొన్నిగంటలు, లేదా దినముల తరువాత పొగవంటి ద్రవ్యము కేంద్రకముపై నేర్పడవచ్చును; అటుపిమ్మట కోమానుండి పలుచని పొరలు బయలుదేరి, తోకగా వ్యాపించును.

తోక యేర్పడినపిమ్మట తోకచుక్కను రెండుగా విభజింపవచ్చును. ఒకటి దీప్తిమంతమైన తలభాగము ; రెండవది తోకభాగము. కేంద్రకము తలభాగమందే యుండును. అది సాధారణముగా నక్షత్రమునుపోలి యుండునుగాని ఏదశలోను కూడ నక్షత్రమంత స్పష్టముగా నుండదు. తోకకు కారణ

భూతిమైన పల్చనిద్రవ్యము కేంద్రకము నావరించియుండుట వలననే కేంద్రకము మసకగా గోచరించునని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. తోకచుక్క తలభాగవ్యాసము 30,000 నుండి 10,00,000 మైళ్ళవరకుకూడ నుండును.

కేంద్రకము ననుసరించి పొడుగుగా వ్యాపించినభాగము తోక. నభోమూర్తులలో తోకచుక్కలకు ప్రత్యేకతను కలిగించిన దీ తోకభాగమే. తోకచుక్క సూర్యునకు రమారమి 25,00,00,000 మైళ్ళ దవ్వదాపునకు వచ్చినపిమ్మట సామాన్యముగా తోక యేర్పడును. కేంద్రకముయొక్క దీప్తికంటె తోక యొక్కదీప్తి మిక్కిలి తక్కువ. తోకచుక్క ద్రవ్యమంతయు కేంద్రకములో కేంద్రీకృతమై, తోకలో పలుచనైయుండుటయే అందుకు హేతువు. కేంద్రకమునుండి దూరముగా పోయిన కొలదియు తోకలోని ద్రవ్యసాంద్రత తగ్గును కాబట్టి తదనుగుణముగా దానిదీప్తికూడ క్రమముగా క్షీణించి చివరకు తోక ప్రదేశములో లీనమైపోవును.

తోకచుక్కలన్నిటికిని తోకలుండవు; తోకచుక్కలలో నట్టివాని సంఖ్యయే యెక్కువ. కేంద్రకము, దానిచుట్టి మసకగానున్న కొప్పుపొరలు ఆసమయములో దానిభాగములు. ఇక తోకలున్న తోకచుక్కల తోకలపరిమాణములలోకూడ చాల వ్యత్యాసము లుండును.

తోకచుక్క కేంద్రకమందలి ద్రవ్యమంతయు అఖండితముగా నుండదు; ఒకదానికొకటి కొంతయెడమగానున్న ఘనద్రవ్యఖండములు తమ పరస్పరాకర్షణబలముచే కూడుకొని

కేంద్రకమం ఏర్పడును. తోకచుక్క సూర్యుని సమీపించినకొలదియును ఈ ఘనద్రవ్యఖండములనుండి కొన్ని వాయువులును, సన్నని రజమును అమితవేగముతో పైకివచ్చి కోమాగా నేర్పడును. ఈ వాయువులు కొంతవరకు సూర్యకాంతిని పరావర్తనమొనర్చుటవలనను, తమపై పడిన సూర్యకాంతిని శోషించి తిరిగి తమకు స్వాభావికమైన కాంతులను హెచ్చుగా ప్రసరించుటవలనను ప్రకాశించుచున్నవి.

సాధారణముగా కేంద్రకభాగమునుండి వాయువులు బయల్వెడలినంతనే సూర్యకాంతిప్రేషముచే నవి సూర్యునకు విముఖదిశగా నెగురగొట్టబడి తోకగా నేర్పడును. కేంద్రకభాగమం దేర్పడు వాయువుల పరిమాణము తోకచుక్క సూర్యుని

34 వ చిత్రము

తోకచుక్క సూర్యుని సమీపించినకొలదియు దానితోక నిడివి క్రమముగా వృద్ధిచెందును; అది సూర్యునినుండి దూరముగా పోయినకొలదియు దానితోక పొడువు క్రమముగా క్షీణించును.

సమీపించినకొలదియు నధికమగుచున్నగాన తదనుగుణముగా తోక నిడివికూడ వృద్ధిచెంది తోకచుక్క నీచస్థితియందున్నపు డది గరిష్ఠపరిమాణమునుపొందును. తోకచుక్క సూర్యునినుండి దూరముగా పోవునకొలదియు తోక నిడివికూడ క్షీణించును. తోకచుక్కల తోకలు తమపైపడిన సూర్యకాంతిని శోషించి, తిరిగి తమకు స్వాభావికమైన కాంతులను ప్రసరించుటవలననే ప్రకాశించుచున్నవి.

తోకచుక్కలను వర్ణమాలాదర్శనులతో ననుశీలించి, వానిలోని వాయువులందు కర్బనము, నైట్రోజని హైడ్రైడ్, సైనొజన్, మీథేన్, హైడ్రాక్సైల్ అను పరమాణుసముదాయములున్నవని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి.

తోకచుక్క లల్పద్రవ్యమూర్తులు. గ్రహముల ద్రవ్యరాసులకంటె వాని ద్రవ్యరాసులు మిక్కిలి తక్కువ. అందుచేత బృహద్గ్రహముల సమీపమునకు వచ్చుట తటస్థపడినపుడు ఆ గ్రహములు నెరపు నాకర్షణబలప్రభావమున కవి లోనగును; తత్ఫలితముగా వానికక్ష్యలు వైకల్యమును పొందును. ఈరీతిగా గ్రహములు తోకచుక్కలపై ప్రభావమును కలిగియున్నను, అన్ని గ్రహముల ప్రభావము ధూమకేతువు లన్నింటిపైనను సమానముగా నుండదు. ఆయా ధూమకేతు కక్ష్యలనుబట్టి, అవి యేగ్రహమున కెక్కువచేరువగా వచ్చుట తటస్థపడునో ఆ గ్రహము దానిపై నెక్కువ ప్రాభవమును కలిగియుండును. ఈప్రభావము ననుసరించి 80 సంవత్సరములకంటె తక్కువ ఆవర్తనకాలముగల ధూమకేతువులను నాలుగుతరగతులుగా

శాస్త్రజ్ఞులు విభజించిరి. గ్రహములలో బుధ, శుక్ర, భూ, కుజ గ్రహముల ద్రవ్యరాసు లంతయెక్కువగావు. అందుచేత తోక చుక్కలపై నవియెక్కువ ప్రభావమును కలిగియుండలేవు. ఇక గురువు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్‌లుమాత్రమే యెక్కువ ద్రవ్యమును కలిగియున్నగ్రహములు. కాబట్టి అవిమాత్రమే తోకచుక్కలపై నెక్కువ ప్రభావమును కలిగియుండును. అందుచే నీ నాలుగు తరగతులకు నీ నాలుగు గ్రహములపేర్లను పెట్టిరి.

గురుగ్రహకుటుంబమునకు చెందిన తోకచుక్కలసంఖ్య చాల హెచ్చు. 80 సంవత్సరములకు తక్కువ ఆవర్తనకాలము గల 60 ధూమకేతువులలో 50 ఈకుటుంబమునకు చెందినవే. ఈకుటుంబమునకు చెందిన ధూమకేతువుల ఆవర్తనకాలములు 3.3 మొదలు 8.9 సంవత్సరములవరకును నుండును. ఇక శని గ్రహకుటుంబములో నాలుగు, యురేనస్‌కుటుంబములో రెండు, నెప్ట్యూన్‌కుటుంబములో తొమ్మిదియును తోకచుక్కలున్నవి. నెప్ట్యూన్‌కుటుంబమునకు చెందిన తోకచుక్కల ఆవర్తనకాలములుచాలహెచ్చు.70.09 సంవత్సరములవరకును ఆ యావర్తన కాలములుండును. హేలీ ధూమకేతు వీతరగతికి చెందినదే.

తోకచుక్క లన్నియు ప్రారంభమున దీర్ఘపరిభ్రమణ కాలము గలవియైయుండును. ఆతరువాత వేర్వేరుగ్రహముల ఆకర్షణబలములవలన వానికక్ష్యలలో వైకల్యము లేర్పడి, అవి సంకుచింప, చివరకు తోకచుక్కలు స్వల్పపరిభ్రమణకాలము గలవిగా పరివర్తన మొందును. కాని ఆస్థితిలోకూడ నవి స్థిర ముగ నుండలేవు. బ్రహ్మాండములో నొకపెద్దమూర్తి చుట్టు నొకచిన్నమూర్తి తిరుగుచున్నపుడు, ఒకపరిమితినిమించి చిన్న

మూర్తి పెద్దమూర్తిని సమీపించినయెడల చిన్నమూర్తి శతాధికఖండములుగా విచ్ఛిన్నమగుట తథ్యమని రోషే విజ్ఞాని కనుగొనెను. ఈఅవధికి రోషేహద్దు అనిపేరు. సూర్యునిచుట్టు దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలలో తిరుగుచున్న స్వల్పపరిభ్రమణ కాలపు తోకచుక్కలు సూర్యునిచుట్టియున్న రోషేహద్దులోని కెప్పుడో యొకప్పుడు పోకుండనుండలేవు. తత్ఫలితముగా నవి విచ్ఛిత్తినొందుట తథ్యము. బేలాధూమకేతువు, టెంపిలను ధూమకేతువు ఇందుకు తార్కాణములు. బేలాధూమకేతువు 1846 వ సంవత్సరములో విచ్ఛిత్తినిపొంది, రెండుముక్కలుగా విడిపోయి దాని నియతవ్యవధిలో తిరిగి 1852 లో ప్రత్యక్షమైనది. ఆతరువాత మరల నెన్నడు నది కనపడలేదు. ఈతోకచుక్కకక్ష్యయును 1872 నవంబరు 27 వ తేదీని కలిగిన ఉల్కాపాతపు కక్ష్యయును సమానమగుటవలన బేలాధూమకేతువునకును ఈ ఉల్కాపాతమునకును సంబంధమున్నదనియును, ఆ ధూమకేతువు విచ్ఛిత్తి నొందగా నేర్పడిన ద్రవ్యఖండము లీయుల్కాపాతముగా నేర్పడుచున్నవనియును శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ధరించినారు. ఇదే విధముగా బ్రోర్సన్, టెంపిల్ మున్నగు కొన్ని ముఖ్యమైన తోకచుక్కలుకూడ నేడు అదృశ్యమై వాని కక్ష్యలలో, వాని నియతవ్యవధులలో ఉల్కాపాతములు ప్రత్యక్షమగుచున్నవి. ఈప్రత్యక్షప్రమాణములవలన అల్ప పరిభ్రమణకాలములు గల ధూమకేతువులు కాలము గడచిన కొలదియు ఉల్కాసమూహములుగా పరివర్తనమొందునని మనమూహింపవచ్చును.

ఉల్కలు

గ్రహములనడుమనున్న అంతరాళములో అత్యల్పపరిమాణముగల ద్రవ్యఖండము లనేకములుగలవు. ఇవి యెట్లేర్పడినవో శాస్త్రజ్ఞులకుకూడ నిశ్చయముగా తెలియదు. సూర్యకుటుంబజననసమయమందు గ్రహములుగా నేర్పడగా శేషించిన ద్రవ్యరజమే యీద్రవ్యఖండములని పలువురి యభిప్రాయము. ఇక ననుక్షణము మరికొన్ని ద్రవ్యఖండములు సూర్యకుటుంబమున కావలనున్న ప్రదేశమునుండి వచ్చి వీనిని చేరుచున్నవి. సూర్యకుటుంబపు టవధులందుండుటచే నివి యన్నియు సూర్యాకర్షణకులోనై ఆయనచుట్టు దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలందు సంచరించుచుండును. ఉల్కలుగా మనకు ప్రత్యక్షమగుచున్న వీద్రవ్యఖండములే.

సూర్యకుటుంబములోని మూర్తులందెల్ల అల్పద్రవ్యసంయుతములైనవి ఉల్కలు. వానిపరిమాణములు చిన్నబటానీగింజమొదలు పెద్ద బండరాయివరకు నుండును. సూర్యకుటుంబమునకు చెందిన గ్రహములు, ఉపగ్రహములవలెనే ఉల్కలు కూడ స్వయంప్రకాశకములుగావు. గ్రహములును, ఉపగ్రహములును పరిమాణములో కొంచెము పెద్దవగుటవలన తమపై పడిన సూర్యకాంతిచే ప్రకాశింపగలుగుచున్నవి. కాని ఉల్కల పరిమాణములు మిక్కిలి తక్కువయగుటవలన పరావర్తన కాంతిచేనవి ప్రకాశింపజాలవు. అందుచేత భూవాతావరణమునకావల ఆకాశములో నెక్కడనోయున్న తమకక్ష్యలలో సంచ

రించుచున్నంతకాలము వానిని మనము చూడలేము. ఇక ఉల్కలును, భూమియును కొంతచేరువవచ్చుట తటస్థించినప్పుడు, ఉల్కలు భూమ్యాకర్షణబలమునకులోనై భూమివైపుపడుట సంభవించును. ఆసమయములో భూవాతావరణ మొసగెడి రాపిడికి వానితాపక్రమము హెచ్చి, అవి ఉజ్జ్వలస్థితినిపొందగా భూమివైపుపడుచున్న ఆ ఉల్కలు కాంతిరేఖలవలె ఆకాశమున కడ్డముగా గోచరించును. ఉల్కలను మనము చూడగలుగుచున్న దీప్తిస్థితిలోనే. ప్రతిదినము రమారమి రెండుకోట్లనలుబది లక్షల ఉల్కలు భూవాతావరణమును చేరుకొనుచున్నవట !

ఉల్కలు సామాన్యముగా భూతలమునకు 60, 70 మైళ్ళ యెత్తుననున్నపుడు మొట్టమొదట కనపడును. ఉల్కల ద్రవ్యసంచయములు మిక్కిలి తక్కువైనచో భూవాతావరణమునుదాటి భూమినిచేరుకొనులోపుననే అవి పూర్తిగా ఆవిరియై నశించిపోవును. చాలవఱకు ఉల్కలిట్టివే. కాని కొన్ని పెద్ద పెద్ద ఉల్కలు వాతావరణముద్వారమున ప్రయాణముచేయుటలో పూర్తిగా నాశనము నొందవు. వాతావరణములో ప్రయాణము చేయుచున్నపుడు ఆవిరియైపోగామిగిలిన వానిభాగములు భూపతనమగును. ఇట్లు ఉల్క భూపతనమగునపుడు కఠోరమైన శబ్దము జనించును. హెచ్చువేగముతో నవి భూమిపై పడుటచేత అవిపడిన తావులందు లోతైన పెద్దగోతు లేర్పడును.

ఉల్క ఆకారమెట్లుండునో 19 వ పటమునుబట్టి గ్రహించవచ్చును. సామాన్యముగా ఉల్క ఉపరితలమందు అతి పలుచనైన నల్లని పొరయుండును. కొన్ని ఉల్కలందీపొర బూడిదరంగుగా నుండుటకూడ కలదు. ఇక ఉల్కఉపరితల

మెన్నడును నున్నగా నుండదు. ఉల్క భూవాతావరణద్వారమున ప్రయాణముసాగించినపుడు దాని యుపరితలమందలి భిన్న భాగములు భిన్నముగా ద్రవీభవించుటవలన దాని తలమునందు నెఱలేర్పడును. ఉల్క పురోభాగమందున్న యీనెఱలు చిన్నవిగను, లోతుగను, పృచ్ఛభాగమందున్న నెఱలు విశాలమైనవిగను, మెరకగను నుండును.

ఉల్కలను రసాయనవిశ్లేషణగావించి పరిశీలించుట వలన వానిలో మూడురకములున్నవని స్పష్టమైనది. ఒకరకము ఉల్కలు కేవలము భూమిపై సామాన్యముగాదొరకునట్టి రాళ్ళ రచననే కలిగియున్నవి. మరియొక రకము ఉల్కలలో ఎక్కువగా ఇనుము, కొద్దిగా నికెల్ కలిసియున్నవి. ఇనుము, నికెల్ కూడ ఎక్కువసాంద్రతగల మూలద్రవ్యములగుటవలన ఈరకము ఉల్కలు చాలబరువుగా నుండును. ఉల్కలలో అధికసంఖ్యాకము లిట్టివే. మూడవరకము ఉల్కలు అటు రాతిఉల్కలకును, ఇటు ఇనుపఉల్కలకును మధ్యమనిర్మాణమును కలిగి యుండును.

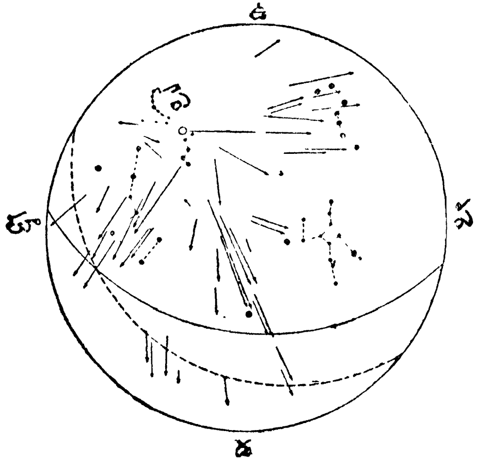
సామాన్యముగా ఒకటి రెండుకంటె నెక్కువ ఉల్కలు ఏకకాలములో కనపించవు. కాని కొన్నికొన్ని సమయములలో ఉల్కలు జల్లుజల్లులుగా పడును. ఇట్టి వానికే ఉల్కాపాతము లనిపేరు.

తోకచుక్కలనుగూర్చి చర్చించినపుడు బేలా, బెయిలన్ మున్నగు కొన్ని అల్పపరిభ్రమణకాలముగల ధూమకేతువులు అదృశ్యముకాగా వానిస్థానములో, వాని నియతవ్యవధులందు ఆకాశములో వానికక్ష్యలున్న ప్రదేశములనుండి ఉల్కా

పాతములు ప్రత్యక్షమగుచున్నవి వివరించియుంటిమి. ఉల్కా-
పాతములు అల్పపరిభ్రమణకాలముగల తోకచుక్కలు విచ్ఛిత్తి
పొందుటవలన కలుగుచున్నవి.

ఒక ఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలన్నియునుకూడ ఒకదాని
కొకటి సమాంతరముగనున్న దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలలో సూర్యు
నిచుట్టును పరిభ్రమించుచుండును. ఈ కక్ష్యలను క్రాంతివృత్త
మెచ్చటఖండించునో ఆస్థానమును భూమి చేరుకొనినప్పుడు ప్రతి
సంవత్సరము ఆయుల్కాపాతము సంభవించుట కవకాశమున్నది.
దీర్ఘవృత్తములు సంవృతకక్ష్యలు కాబట్టి ఆకక్ష్యలలో పరిభ్ర
మించుచున్న ఒకఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలు కొన్ని నియత
వ్యవధులలో మనకు తిరిగి తిరిగి ప్రత్యక్షమగును. ఆనియత
వ్యవధిని ఆఉల్కాపాతముయొక్క ఆవర్తనకాలమని పేర్కొం
దుము. సామాన్యముగా నొక ఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలు ప్రతి
సంవత్సరము ఒకనిర్దిష్టసమయమున ప్రత్యక్షమగుచున్నను, ఆ
యుల్కాపాతనియతఆవర్తనకాలవ్యవధిలో అవి గరిష్ఠసంఖ్యా
కములై గోచరమగును. ఒక ఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలు వాని
కక్ష్యలందంతటను సమానముగా వ్యాపించియుండక ఒకచోట
గుమికూడియుండుటయును, ఆయుల్కల కక్ష్యలను క్రాంతివృత్త
మెచ్చట ఖండించుచున్నదో నాస్థానమునొద్దకు ఆఉల్కల
గుంపును, భూమియును కలసి ఆఉల్కాపాతముయొక్క ఆవర్తన
కాలవ్యవధిలోమాత్రమే వచ్చుటయును అందుకుకారణములు.
ఇక ఒకఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలన్నియు విస్వీథియం దొకే
స్థానమునుండి బయలుదేరినట్లగపడును. ఆ స్థానమునకు
'రేడియంట్' అనిపేరు. కాని యీదృశ్యము కేవలము అభి

వ్యక్తమే. రైలుపట్టాలు సమాంతరముగనున్నను, చాలదూరమున నవి కలిసికొనిన ట్లెటుల గోచరమగునో ఆవిధముగనే ఒకఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలకక్ష్యలుకూడ సమాంతరముగ నున్నను అవి ఆకాశములో ఒకబిందువునొద్ద కలిసికొనినట్లూ



35 వ చిత్రము

పె - పెర్సియస్ రాశి.

పెర్సైడ్స్ అను ఉల్కాపాతముయొక్క రేడియంట్ బిందువు.

హింపవచ్చును. ఆబిందువే రేడియంట్. ఆబిందువునుండియే ఉల్కలన్నియు పడుచున్నట్లగపడునుగాని వాస్తవముగా నవి యాబిందువునుండి పడుటలేదు.

ప్రకృతిలో సమారమి ఒకవంద ఉల్కాపాతము లున్నట్లు ఇంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. ఏదైన నొక ఉల్కాపాతము యొక్క వ్యక్తిత్వము ముఖ్యముగా దాని ఆవర్తనకాలమును

బట్టియును, దాని 'రేడియంట్' బిందుస్థానము బట్టియును ఉండును. సాధారణముగా ఉల్కాపాతములకు నామములను వాని 'రేడియంట్' బిందువుల ననుసరించి శాస్త్రజ్ఞులేర్పరచెదరు.

ఉల్కాపాతములలో నాలుగు చాలముఖ్యమైనవి. వానికి పెర్సైడ్సు, లైరిడ్సు, లియొనిడ్సు, ఏండ్రోమిడ్సు అని పేరు.

పెర్సైడ్స ; లేదా ఆగష్టు ఉల్కాపాతము : వినీథిలో పెర్సియస్ రాశియున్న స్థానమునుండి యీఉల్కాపాతము ఆగష్టు నెలలో సంభవించుచుండుటచే దీనికి పెర్సైడ్స అనియును, ఆగష్టుఉల్కాపాతమనియును నామము లేర్పడినవి. ఈఉల్కాపాతమందలి ఉల్కల కక్ష్యలను క్రాంతివృత్తమెక్కడఖండించునో ఆస్థానమును ప్రతిసంవత్సరము ఆగష్టు 10 వ తేదీ ప్రాంతమున భూమి చేరుకొనును. తన్మూలముగా నేర్పడిన సన్నిహితత్వముచే భూమ్యాకర్షణప్రభావ మాసమయమున నా ఉల్కలపై అధికమై యీఉల్కాపాతము సంభవించుచున్నది. ఈయుల్కాపాతము ఆగష్టు 10, 11 తేదీలలో ఎక్కువగా నుండును. టట్లిధూమకేతువు విచ్ఛిన్నమగుటవలన నీయుల్కాపాతము ప్రాప్తించినదని శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు.

లైరిడ్సు : ఆకాశములో లైరారాశియున్న ప్రదేశమునుండి ఏప్రిల్ నెల 19, 23 తేదుల నడుమ నీయుల్కాపాతము సంభవించుచున్నది. 1861 I తోకచుక్కకక్ష్యతో నీయుల్కాపాతముయొక్క కక్ష్య యేకీభవించియుండుటచే నాతోకచుక్క విచ్ఛిన్నమై ఈయుల్కాపాతముగా పరివర్తన మొందినదని విజ్ఞులభిప్రాయపడినారు.

లియొనీడ్సు; లేదా నవంబరు ఉల్కాపాతము: ఉల్కాపాతములందెల్ల నది ప్రసిద్ధమైనది. దీని రేడియంట్ బిందువు లియొనోరాశిలో గలదు. ఈఉల్కాపాతము నవంబరు నెలలో సంభవించుచుండుటచే దీనికి 'నవంబరు ఉల్కలు' అను మరియొక పేరు కూడ వచ్చినది. క్రాంతివృత్తమును ఈ యుల్కాపాత కక్ష్యయును పరస్పరము ఖండించుకొను తావునకు ప్రతిసంవత్సరము నవంబరు 14 వ తేదీ ప్రాంతమున భూమివచ్చును. అందుచే ఆసమయముననే యీయుల్కాపాతము సంభవించుచున్నది. కాని యీయుల్కాపాతములోని యుల్కలన్నియును తమకక్ష్యయందు సమానముగా వ్యాప్తినొందియుండక ఒకచోట సాంద్రముగను, వేరొకచోట పల్చగను నుండుటచే నీయుల్కాపాతముయొక్క తీక్ష్ణత ప్రతిసంవత్సరము సమానముగ నుండదు. 33¼ సంవత్సరముల కొకపర్యాయము ఈయుల్కాపాతములో ఎక్కువసాంద్రత గల భాగమునకు చేరువగా భూమివచ్చుటతటస్థపడును కాబట్టి ఆసమయముననే యీయుల్కాపాతముయొక్క తీక్ష్ణత అధికముగ నుండును. టెంపిల్ ధూమకేతువు విచ్ఛిన్నమగుటవలన నీయుల్కాపాత మేర్పడినది.

ఏండ్రొమీడ్సు: బైలా తోకచుక్క విచ్ఛిన్నమగుట వలన నీయుల్కాపాత మేర్పడినది. కొన్ని సంవత్సరముల వెనుకదనుక నవంబరు 26, డిశంబరు 4 తేదీల మధ్యకాలములో నిది ప్రత్యక్షమగుచుండెడిది కాని ప్రస్తుతముకనిపించుట లేదు. సూర్యకుటుంబములోని యితరగ్రహముల ఆకర్షణవలన దానికక్ష్యలో వైకల్యమేర్పడుటయే అందుకు కారణము. మరికొంతకాలమున కీయుల్కాపాతము మరల ప్రత్యక్షమైన కావచ్చును.

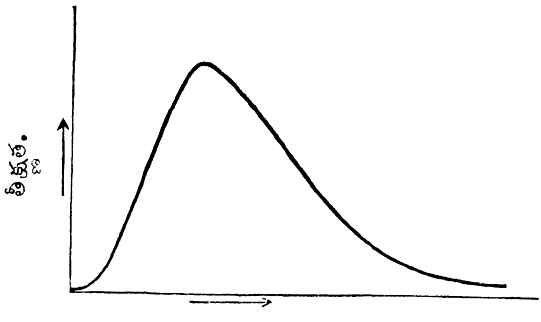
నక్షత్రములు

వర్ణమాలావర్గీకరణము

నక్షత్రములన్నియును స్వయంప్రకాశకమూర్తులు. వట్టి కంటికవి సాధారణముగా తెల్లనికాంతితో తేజరిల్లుచున్నట్లు గోచరించును; అక్కడక్కడ ఒక్కొక్క నక్షత్రము మాత్రము ఎఱుపుకాంతితో ప్రకాశించుచున్నట్లు కనబడును. కాని దూరదర్శినితో నక్షత్రముల నవేక్షించినయెడల నవి యన్నియు తెల్లనికాంతితో తేజరిల్లుట లేదనియు, నీలి, పసుపు, నారంగ, యెఱుపు మున్నగు రంగులతో నవి వేర్వేరుగా ప్రకాశించుచున్నవనియు మనకు స్పష్టమగును. కొన్ని ముఖ్యమైన నక్షత్రము లేయేరంగులతో ప్రకాశించుచున్న వెలుగుచున్నవో అనుబంధములో పొందుపఱచుటయైనది.

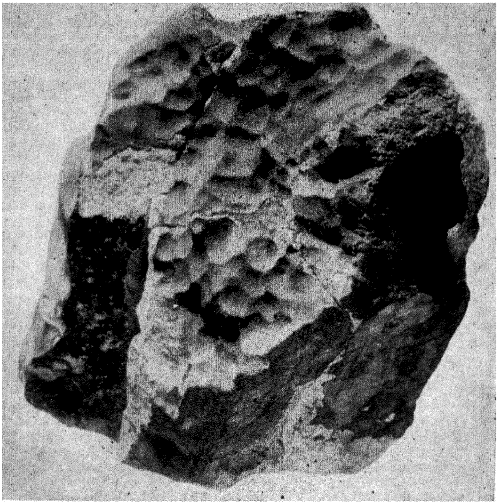
నక్షత్రము లేరంగుకాంతితో ప్రకాశించుచున్నవో వట్టి కంటితో నవేక్షించిగాని, దూరదర్శినితో పరీక్షించిగాని నిర్దుష్టముగా చెప్పుట కష్టము. ముఖ్యముగా ఒకేరంగులోనున్న వేర్వేరుఛాయలను కన్ను సరిగా గ్రహించలేదు; అందుచేత అట్టి సునిశితమైన యవేక్షణల కనుకూలమైన పరికరమున్నచో మిక్కిలి తోడ్పడును. అట్టిపరికరమే వర్ణమాలాదర్శిని. నక్షత్రకాంతిని వర్ణమాలాదర్శినితో నవేక్షించినపుడు ఇంద్రధనుస్సునందువలె ఊదా మొదలు ఎఱుపువఱకునుగల వర్ణములు ఒకదానిప్రక్క మఱియొకటిచేరి రంగులమాలగా గోచరమగును. ఇట్టిదానికి నక్షత్రవర్ణమాల యనిపేరు.

సాధారణముగా నక్షత్రములన్నింటి వర్ణమాలలలోను ఊదా మొదలు ఎఱుపువరకును గల రంగులన్నియు నున్నను ఏయొకనక్షత్రవర్ణమాలలోను అన్నిరంగులు సమానతీక్ష్ణతను కలిగియుండుటగాని, లేదా వేర్వేరు నక్షత్రముల వర్ణమాలలలో ఏదైన నొకరంగు సమానతీక్ష్ణతను కలిగియుండుటగాని జరుగదు. నక్షత్రముల వర్ణమాలలను ఛాయాచిత్రగ్రహణ మొనర్చి, ఆఛాయాచిత్రముల సాహాయ్యముతో నందలి వేర్వేరువర్ణములతీక్ష్ణతలను కనుగొని, యేవర్ణ మెంతతీక్ష్ణము

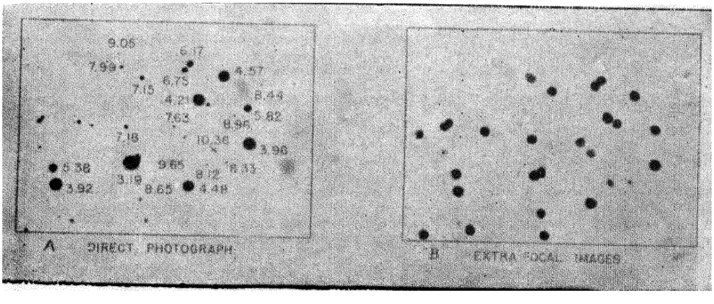


36 వ చిత్రము

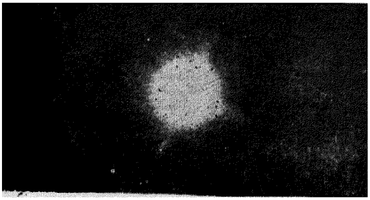
గానున్నదో రేఖాచిత్రమువలన చూపినచో 36 వ చిత్రములో చూపినమాదిరి వక్రరేఖయొకటి సిద్ధించును. అట్టిరేఖనుబట్టి యొకనక్షత్రవర్ణమాలలో ఏదోయొకవర్ణముమాత్రమే గరిష్ఠతీక్ష్ణతను కలిగియుండునని స్పష్టమగును. ఆగరిష్ఠతీక్ష్ణత నేవర్ణము కలిగియుండునో ఆనక్షత్రమారంగుతోనే ప్రకాశించుచున్నట్లు



19-వ పటము. ఉల్క (పుట. 238)

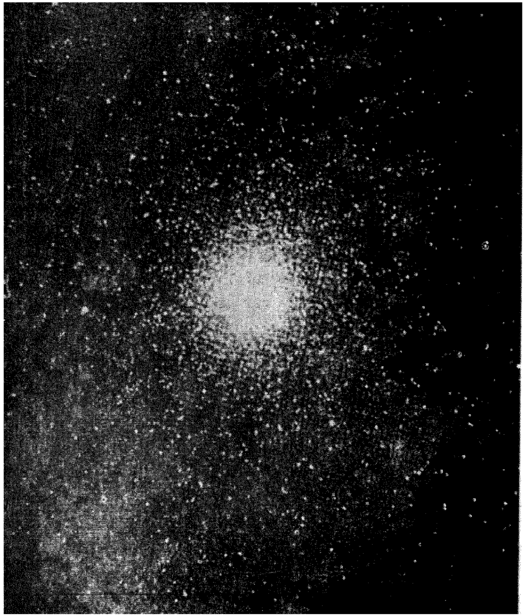


20-వ పటము. నక్షత్రపరిమాణమును కనుగొను పద్ధతులు (పుట. 258)



21-వ పటము. నూతన నక్షత్రముయొక్క ఉత్స్ఫోటనము (పుట. 283)

22-వ పటము. వివృతపుంజము. ప్లియడీస్ (పుట. 294)

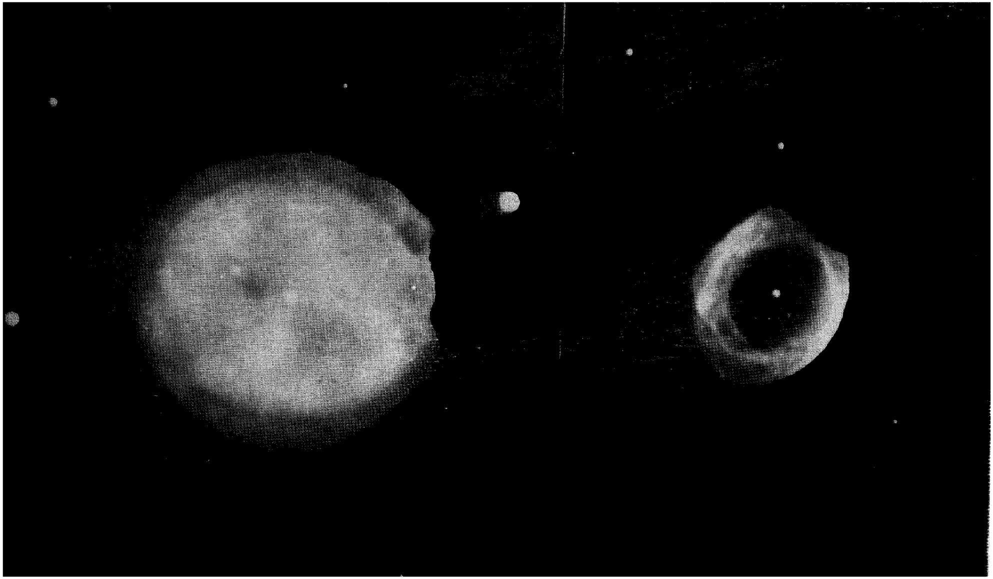


23-వ పటము. గోళాకారపుంజము-M 13 (పుట. 294)

24-వ పటము. సజిటేరియస్ రాశిలోని నక్షత్రమేఘము (పుట. 295)

25-వ పటము. అల్పతర మేగిలాన్ నక్షత్రమేఘము (పుట. 296)

గ్రహాకారపు నెబ్యులాలు

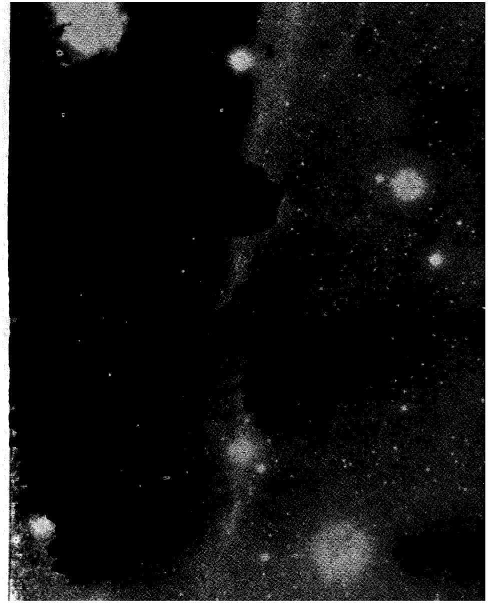


26-వ పటము.
లైరారాశిలోని రింగ్ నెబ్యులా (పుట. 306)

27-వ పటము.
నెబ్యులా N. G. C. 1501 (పుట. 306)

విక్షిప్త నెబ్యులాలు

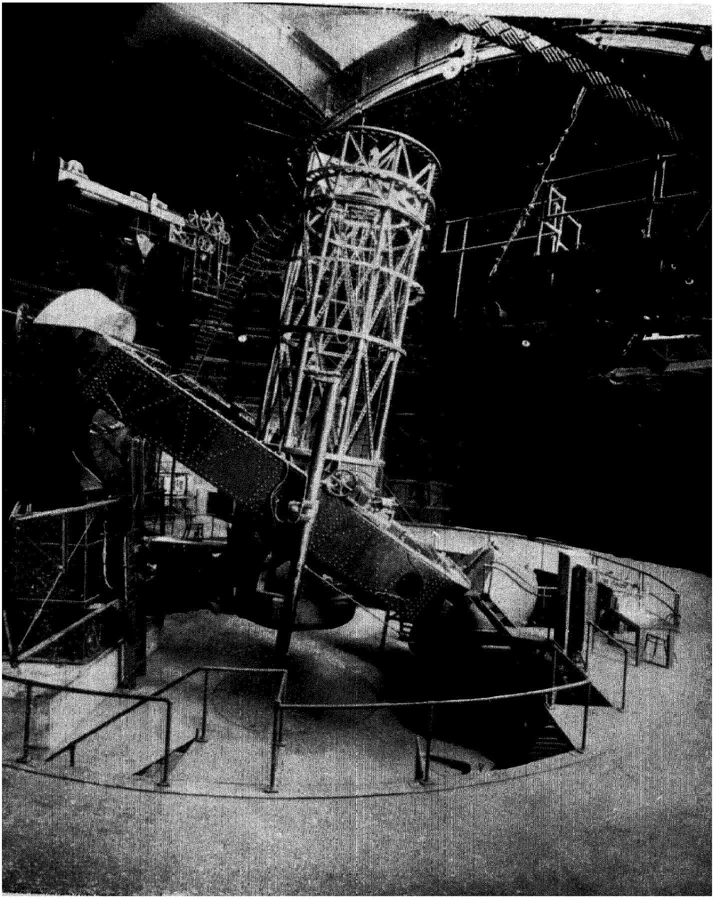
28-వ పటము.
ఓరయన్ రాశిలోని గ్రేట్ నెబ్యులా (పుట. 306)



29-వ పటము.
గుఱ్ఱపుతల ఆకారముననున్న నెబ్యులా (పుట. 307)

30-వ పటము. సర్పిలాకారపు నెబ్యులా (పుట. 310)

31-వ పటము. ఏండ్రోమిడా రాశిలోని నెబ్యులా (పుట. 310)



32-వ పటము. నూరు అంగుళముల దూరదర్శిని.

గోచరించును. సూర్యవర్ణమాలలో ఎక్కువతీక్ష్ణమైన వర్ణము పసుపు. అందుచేత సూర్యుఁడు పసుపు వర్ణముతో ప్రకాశించుచున్నాడని మనము పేర్కొందుము.

నక్షత్రములను వానిరంగులనుబట్టి నీలిరంగు నక్షత్రములు, తెలుపురంగు నక్షత్రములు, పసుపురంగు నక్షత్రములు ....అని కొన్ని వర్గములుగా విభజింపవచ్చును. నక్షత్రముల వర్ణమాలలలో ఒక్కొక్క రంగు కొంతమేరవరకును విస్తరించియుండి దానిప్రక్కనున్న రంగులోనికి కలిసిపోవుచుండును కాబట్టి ఒక్కొక్కపుడొకవర్గమునకు చెందిననక్షత్రమును వేరొక వర్గమునకు చెందిననక్షత్రముగా భ్రమపడుట కవకాశమున్నది. అందుచేత వర్ణములనుబట్టి చేసిన నక్షత్రములవర్గీకరణము కేవలము స్థూలమైనదేయని యంగీకరింపకతప్పదు. అంతకంటెను సునిశితమైనపద్ధతి వర్ణమాలారేఖలనుబట్టిగావించిన వర్గీకరణము.

నక్షత్రములను వర్ణమాలాదర్శినితో నవేక్షించినపుడు ఊదా మొదలు ఎరుపువరకునుగల వర్ణములు వరుసగా ఒకదాని ప్రక్క నొకటిచేరి యొకవర్ణమాలవలె సాధారణముగా గోచరమగునని పైనిపేర్కొనియుంటిమి. కాని ఆవర్ణమాలాదర్శిని యొక్కవసామర్థ్యముగలదైనచో ఆవర్ణమాలను ఖండించుచు నిట్టనిలువుగనున్న కాంతిహీనమైన ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలుకొన్ని సూర్యవర్ణమాలలందు వలెనే నక్షత్రవర్ణమాలయందుకూడ కనపడును. నక్షత్రవర్ణమాలలలోని ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖల స్థానమునుబట్టి ఆయానక్షత్రములం దేయే ద్రవ్యములున్నవో, వాని తాపక్రమమెంతయో చెప్పవచ్చును. కాబట్టి నక్షత్రవర్ణమాలల

లోని ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలనుబట్టి నక్షత్రములను వర్గీకరణ మొనర్చినచో అది యెక్కువ కచ్చితముగా నుండునని వేరే చెప్పనక్కరలేదు. విలియమ్ హగిన్సు, ఫాదర్ సెకి ప్రభృతు లీవిషయమై ప్రారంభములో కొంతకృషి చేసిరిగాని అంశమును గూర్చి యెక్కువ కృషి మొనర్చినవారు అమెరికాదేశవిజ్ఞాని డ్రేపర్. ఆయన రమారమి 40 సంవత్సరములు శ్రమపడి, 22,53,000 నక్షత్రముల వర్ణమాలలను తీసి, యేయేనక్షత్రము లందే యే ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలున్నవో, వాని తీక్ష్ణత లెంతెంతయో తెలియజేయునట్టి 'కేటలాగు' నొకదానిని ప్రచురించెను. దానికి 'నక్షత్రవర్ణమాలల డ్రేపర్ కేటలాగు' అనిపేరు. డ్రేపర్ కేటలాగు నాధారముగా చేసికొని హార్వర్డు వేధశాలలో పనిచేయుచున్న ఆనీకేనన్ అనుయువతి, నక్షత్రములను O, B, A, F, G, K, M, R, N, S అను పదివర్గములుగా *విభజించినది. ఈవర్గీకరణమునే ప్రమాణముగా ప్రపంచవైజ్ఞానికు లందరు నేడనుసరించుచున్నారు.

కాని, O, B, A మొదలైనవర్గములకు చెందినవి చాల నక్షత్రములున్నను వీనిలో నేదో యొకవర్గమునకు పూర్తిగా చెందక, రెండువరుసవర్గములకు మధ్యస్థములైయున్న లక్షణములు గల నక్షత్రములుకూడ కొన్నియుండును. ఉదాహరణము నకు కొన్ని నక్షత్రములు O వర్గమునకుగాని B వర్గమునకుగాని

---

*'**O**h, **B**e **A** **F**ine **G**irl, **K**iss **M**e **R**ight **N**ow, **S**weet!' అను వాక్యము ఈవర్ణమాలావర్గముల పేర్లను వరుసక్రమములో జ్ఞప్తియం దుంచుకొనుటకు బాగుగా తోడ్పడును. ఈవాక్యములోని పదముల మొదటి అక్షరములు వర్ణమాలావర్గములను వరుసక్రమములో సూచించును.

పూర్తిగా చెందక ఆరెంటివర్ణములకును మధ్యస్థముగా యుండును. అందుచేత ప్రతివర్ణమును తిరిగి పదిభాగములుగా శాస్త్రజ్ఞులొనర్చిరి. A_0, A_1, A_2, A_3, ... A_9 అనునవి అట్టి వర్గీకరణము. A_5 అనువర్ణము A_0 వర్ణమునకును, F_0 వర్ణమునకును సరిగా నడుమనుండును. ఇక నక్షత్రములలో నూటికి తొంబది పాళ్ళు B, A, F, G, K, M వర్ణములకు చెందినవి.

ఈవర్ణమాలావర్గీకరణమును బట్టి O వర్ణమునకు చెందిన నక్షత్రములు నీలిగా గోచరమగును. హైడ్రోజని, అయనీకరణము చెందిన హీలియమ్, అయనీకరణము చెందిన ఆక్సిజని, నైట్రోజనులకు సంబంధించిన రేఖలు వీని వర్ణమాలలందు కానవచ్చును. B వర్ణమునకు చెందిననక్షత్రములు తెలతెలిరంగు కాంతితో ప్రకాశించుచుండును. వీని వర్ణమాలలలో నెక్కువ తీక్ష్ణమైనవి హీలియం రేఖలు; ఆక్సిజని, హైడ్రోజనులకు సంబంధించిన రేఖలుకూడ వీనివర్ణమాలలలో గోచరములగును గాని అవి హీలియం రేఖలంత యెక్కువ తీక్ష్ణమైనవి కావు. అందుచేత ఈనక్షత్రములను హీలియమ్‌నక్షత్రములనికూడ పేర్కొందురు. ఒరయన్ రాశిలోని నక్షత్రము లీవర్గమునకు చెందినవి.

A వర్ణనక్షత్రములు తెల్లనికాంతితో ప్రకాశించుచుండును. వేగా, సిరియస్ మున్నగునక్షత్రము లీవర్ణమునకు చెందిన తారల కుదాహరణములు. ఈవర్ణమునకు చెందిన నక్షత్రముల వర్ణమాలలలో ఎక్కువతీక్ష్ణమైనవి హైడ్రోజని రేఖలు కాబట్టి వీనిని హైడ్రోజనినక్షత్రము లనుపేరుతో వ్యవహరిం

చుటయును కలదు. అయనీకరణస్థితియందున్న ఇనుము మున్నగు కొన్ని లోహములకు సంబంధించిన రేఖలుకూడ వీనివర్ణమాలలలో కానవచ్చును.

O, B, A అను మూడువర్గములకును చెందిన నక్షత్రములను శ్వేతతారలని స్థూలముగా పేర్కొందురు. ఈరీతిగనే స్థూలవిభజనలో F, G వర్గముల నక్షత్రములు పసుపుపచ్చని నక్షత్రములగును. F వర్గనక్షత్రములు లేతపసుపురంగులో గోచరింపగా G వర్గనక్షత్రములు ముదురపసుపువర్ణములో ప్రత్యక్షమగును. కేనిస్ మైనర్ రాశిలోని ప్రోసియాన్ నక్షత్రము F వర్గనక్షత్రములకు చక్కనియుదాహరణము. ఈవర్గమునకు చెందిన నక్షత్రముల వర్ణమాలలలో హైడ్రోజని రేఖలకంటె అయనీకరణస్థితిలోనున్న లోహములకు చెందిన రేఖలే యెక్కువ తీక్ష్ణముగానుండును. అయనీకరణస్థితిలోనున్న కాల్షియమ్‌నకు చెందిన రేఖలు వానివర్ణమాలలలో ఎక్కువప్రాముఖ్యమైనవి. సూర్యుడు G వర్గమునకు చెందిన నక్షత్రము. ఈవర్గమునకు చెందిన నక్షత్రముల వర్ణమాలలందు హైడ్రోజని రేఖల తీక్ష్ణత మిక్కిలి తక్కువగానుండును; అయనీకరణస్థితిలోనున్న కేల్షియమ్‌నకు చెందిన రేఖలు F వర్గ నక్షత్రముల వర్ణమాలలందుకంటె నెక్కువతీక్ష్ణముగను, తటస్థస్థితిలోనున్న లోహములకు చెందిన రేఖలు హెచ్చుగను ఇందు గోచరించును.

K, M, S వర్గములకు చెందిన నక్షత్రములను శోణవర్ణ తారలని పేర్కొందురు. K వర్గనక్షత్రముల వర్ణమాలలలో అయనీకరణస్థితియందున్న కాల్షియమ్‌నకు సంబంధించిన రేఖలు

గరిష్ఠదీప్తిగలవియై యుండును. ఆల్డిబెరాన్ నక్షత్రి మీనాష్ణము నకు చెందినది. ఇవి నారింగవర్ణములో తేజరిల్లు నక్షత్రములని చెప్పవచ్చును. ఈవర్గమునకు చెందిన నక్షత్రములవర్ణమాల లలో కొన్ని సంయోగద్రవ్యములకు సంబంధించిన దళములు గోచరమగును.

M వర్గనక్షత్రములు శోణవర్ణములో ప్రకాశించు తారలు. ఈతారలవర్ణమాలలలోను, S, R వర్గములకు చెందిన తారల వర్ణమాలలలోనుకూడ దళము లెక్కువగా గోచరించును.

ఒక వర్గమునకు చెందిననక్షత్రముల వర్ణమాలలకును, వేరొక వర్గమునకు చెందిననక్షత్రముల వర్ణమాలలకును పరిగణ నీయమైన వ్యత్యాసము లుండును. అందుచేత వర్ణమాలలను నక్షత్రముల విలక్షణములైన ధర్మములలోనొకటిగా మనమెన్న వచ్చును. నక్షత్రముల వయస్సులలో తేడాలుండుటవలననే వాని వర్ణమాలలలో వ్యత్యాసములు జనించుచున్నవనియును, O వర్గనక్షత్రములుగా జీవితము నారంభించి, వయస్సు హెచ్చినకొలదియు క్రమముగా B, A, F, G, K ఆదిగాగల వర్గముల నక్షత్రములుగామార్పును పొంది చివరకు S వర్గ నక్షత్రములుగా నవి పరిణామమునుపొందుచున్నవనియును శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు. నక్షత్రముల వర్ణమాలల సాహాయ్యమున వాని తాపక్రమము, చలనము ఆదిగాగల యనేకవిషయములనుగూర్చి తెలిసికొనుటకు సాధ్యమగు చున్నది. అవి యెట్లులనో ముందుపుటలలో పరిశీలింతము.

తాపక్రమము

నక్షత్రములతాపక్రమమును తెలిసికొనుటకు ముఖ్యమైన ఆధారము నక్షత్రములవర్ణమాలలు. నక్షత్రముల వర్ణములనుబట్టికూడ స్థూలముగా వానితాపక్రమములను తెలిసికొనవచ్చును. కమ్మరికొలిమిలో ఇనుపముక్కను కాల్చుటను మనమందరము చూచియేయుందుము. కొలిమిలో పెట్టుటకు పూర్వము ఇనుపముక్క ఒకరకమైన నలుపురంగును కలిగియుండును; కాలినకొలదియు నది యెఱ్ఱబడి, క్రమముగా లేతయెఱుపునుండి ముదురుయెఱుపు, పసుపు ఆదిగాగలరంగులలో ప్రకాశించి, చివరకు కన్నులకు మిరుమిట్లుగొల్పును తెల్లని తేజస్సుతో తేజరిల్లును. దీనిబట్టి తప్తస్థితియందున్న ఒక వస్తువువర్ణమునకును దాని తాపక్రమమునకును అవినాభావ సంబంధమున్నదని మనకు స్పష్టమగును. కాని నక్షత్రముల రంగుకంటె వాని వర్ణమాలలనుబట్టి కచ్చితముగా నక్షత్ర తాపక్రమములను కనుగొనవచ్చును. ఇదెట్లు సాధ్యమగుచున్నదో అరయుటకు పూర్వము పరమాణురచననుగూర్చి కొంత తెలిసికొనవలసియున్నది.

పరమాణువునందు మధ్యను అధికభారయుతమైన కేంద్రకమును, ఆ కేంద్రకముచుట్టు నియమితకక్ష్యలలో తిరుగుచు ఎలక్ట్రానులు నున్నవి. పరమాణు వ్యూహమునందు కక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రానులను కేంద్రకముతో బంధించుచు తీక్ష్ణమైన విద్యుత్బలములు గలవు. ఈవిద్యుత్బలములనుండి విముక్తినిపొంది ఒకటిగాని అంతకంటె నెక్కువగాని

ఎలక్ట్రానులు తమకక్ష్యలను వదలి పరమాణువ్యూహమునుండి
దూరముగా బయటికిపోయినచో, అప్పుడా పరమాణువు అయ
నీకరణమునొందినదందురు. పరమాణువునందు కేంద్రకమునకు
చేరువగానున్న ఎలక్ట్రానులకంటె దూరముగానున్న ఎలక్ట్రాను
లను కేంద్రకమునుండి విడదీయుట సులభము. పరమాణువు
లను అయనీకరణమొనర్చువిధానములలో నొకటి వానిని తప్త
మొనర్చుట. పరమాణువును ఎక్కువగా తప్తమొనర్చినకొలది
యును కేంద్రకమునకు చేరువగానున్న కక్ష్యలలోని ఎలక్ట్రా
నులుకూడ పైకి ఎగిరిపోయి ఆపరమాణు వధికముగా అయనీ
కరణమొందును. ఇక నక్షత్రములందలి పరమాణువులు నక్షత్ర
మధ్యభాగమం దధికతాపక్రమస్థితియందున్న దీప్త్యావరణము
నుండి వెల్వడు వికిరణములచే అయనీకరణము నొందును. ఇట్టివి
ఎంతహెచ్చుగా అయనీకరణమునొందు ననువిషయము ఆ
నక్షత్రదీప్త్యావరణ తాపక్రమమునుబట్టి యుండును. ప్రయోగ
శాలలలో గావింపబడిన ప్రయోగములవలన శోషణవర్ణమాల
యందలి యొక కాంతిహీనమైన రేఖాస్వభావము ఆరేఖకు
కారణభూతమైన పరమాణువునుబట్టియును, అది పొందిన
అయనీకరణపరిమాణమునుబట్టియును ఉండునని స్పష్టమైనది.
కాబట్టి ఒక నక్షత్రవర్ణమాలను పరిశీలించి ఆనక్షత్రమం దేయే
మూలద్రవ్యపరమాణువులున్నవో, అవి యెంతవరకు అయనీ
కరణము నొందియున్నవో కనుగొనవచ్చును. మేఘనాథసహా
ప్రభృతి విజ్ఞానవరేణ్యులు ఒకవస్తువు తాపక్రమమునకును దాని
అయనీకరణాంశమునకును గలసంబంధమును నిరూపించు సిద్ధాం

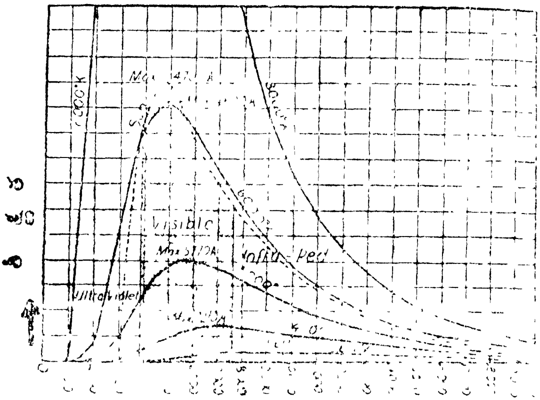
తమును కనుగొనిరి. ఆసిద్ధాంతమును వేర్వేరు వర్ణమాలా వర్గములకు చెందిన నక్షత్రములకు వర్తింపజేసి, వానితాపక్రమము లెంతెంతయో కనుగొనవచ్చును.

ఈరీతిగా గావించిన పరిశోధనలవలన ఏయే వర్ణమాలా వర్గనక్షత్రముల దీప్త్యావరణ తాపక్రమ మెంతెంత యున్నట్లు తెలియవచ్చినదో దిగువపట్టికలో పొందుపరచబడినది.

వర్ణమాలావర్గము	తాపక్రమము
O వర్గము	50,000° K
B ,,	20,000° K
A ,,	10,000° K
F ,,	7,000° K
G ,,	6,000° K
K ,,	4,000° K
M ,,	3,000° K

వీన్, ప్లాంక్ అను శాస్త్రజ్ఞులు తప్తస్థితియందున్న వస్తువు నుండి ప్రసారితమగు వేర్వేరు తరంగముల కాంతుల తీక్ష్ణతలకును ఆవస్తువు తాపక్రమమునకునుగల సంబంధమును నిరూపించు నియమములనరసిరి. అన్ని రంగులకాంతులను ప్రసరించునొక వస్తువు వేర్వేరు తాపక్రమములలో నేర్పరచు వర్ణమాలలందు వేర్వేరు తరంగములతీక్ష్ణతలకును ఆరంగు కిరణముల తరంగదైర్ఘ్యములకునుగల సంబంధమును నిరూపించు రేఖలను గీసినచో, అవి 37 వ చిత్రములో చూపినట్లుండును. ఈరేఖల ననుశీలించిన యెడల వస్తువుతాపక్రమము హెచ్చినకొలదియు దానివర్ణ

మాలలో ఎక్కువతీక్ష్ణత గలవర్ణము తక్కువతరంగదైర్ఘ్యము గలదిగానుండునని విదితమగును. ఈమార్పు $T\lambda_{max} = 0.2897$ అను నియమమును ననుసరించి జరుగునని వీన్‌శాస్త్రజ్ఞుని పరిశోధనములవలన స్పష్టమైనది. (ఇందు T– పరమమానములో తాపక్రమమును, λ_{max}– గరిష్ఠతీక్ష్ణతను పొందిన కాంతి



తరంగదైర్ఘ్యము

37 వ చిత్రము

కిరణముయొక్క తరంగదైర్ఘ్యమును సెంటీమీటరులలోను తెలుపును.) కాబట్టి ఒకనక్షత్రవర్ణమాలలో ఎక్కువతీక్ష్ణమైన వర్ణముయొక్క తరంగదైర్ఘ్యమెంతయో కనుగొని, ఆతరంగదైర్ఘ్యముచేత 0.2897 అను అంకెను భాగించినచో ఆనక్షత్ర తాపక్రమము స్థిరించును. నక్షత్రతాపక్రమములను కనుగొనుటకిదియొకపద్ధతి. సూర్యవర్ణమాలయందు గరిష్ఠతీక్ష్ణతగల కాంతికిరణముయొక్క తరంగదైర్ఘ్యము 4.70×10^{-15} సెం.మీ. కాబట్టి

పైనియమమునుబట్టి సూర్యగోళతాపక్రమము సుమారు 6,000 డిగ్రీలని వ్యక్తమగును. అయితే ఎక్కువదీప్తిమంతమైన నక్షత్రముల తాపక్రమమునేగాని యీనిష్పత్తిని సరిగా కనుగొనలేము.

పరిమాణము

నక్షత్రములన్నియు సమానదీప్తితో ప్రకాశించుట లేదని వాని నవేక్షించిన స్పష్టమగును. సప్తర్షి మండలములోని ఆల్ఫా, బీటా, గామా, డెల్టా, ఎప్సిలాన్, జీటా, ఈటా నక్షత్రములన్నియును ఇంచుమించు సమానదీప్తితో తేజరిల్లుచుండగా జీటా నక్షత్రమునకు ప్రక్కనేయున్న అరుంధతీనక్షత్రము మాత్రము సావధానముగా చూచిననేగాని ఆనసంత తక్కువదీప్తితో నున్నది. ఇక లియోరాశిలోని రెగ్యులస్, జెమినైరాశిలోని పోలక్స్, టారస్‌రాశిలోని ఆల్డిబెరాన్, కేనిస్‌మేజర్ రాశిలోని సిరియస్ మున్నగు కొన్ని నక్షత్రములు సప్తర్షి మండలములోని నక్షత్రములన్నిటికంటెనుకూడ నెక్కువ దీప్తిమంతములై ప్రకాశించుచున్నవి. క్రీ. పూ. 150 సంవత్సరప్రాంతములో హిప్పార్కస్ అను ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు వట్టికంటికి కనపడు నక్షత్రముల నన్నిటిని వాని దృశ్యదీప్తుల ననుసరించి ఆరువర్గములుగా విభజించి సిరియస్‌వంటి మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన 20 నక్షత్రములను మొదటివర్గముగాను, వట్టికంటికి దృశ్యాదృశ్యమై యున్న అరుంధతివంటి అల్పదీప్తిగల నక్షత్రములను ఆరవవర్గముగాను గావించి మిగిలిన నక్షత్రములను వానిదీప్తులననుసరించి రెండు, మూడు, నాలుగు, అయిదు వర్గములుగా నేర్పరచెను. ధ్రువనక్షత్రమును, సప్తర్షి మండలములోని ఆల్ఫా, బీటా,

మున్నగు నక్షత్రములును రెండవవర్గమునకు చెందినవి. దృశ్యదీప్తి ననుసరించి నక్షత్రములందేర్పరుపబడిన యీవర్గములను దృశ్యపరిమాణములు లేదాపరిమాణములని సాంకేతికనామము. అందుచేత తన వర్గీకరణములో మొదటివర్గమునకు చెందిననక్షత్రములను ప్రథమపరిమాణనక్షత్రములనియును, రెండవవర్గమునకుచెందిన నక్షత్రములను ద్వితీయపరిమాణనక్షత్రము లనియును,......అట్లే యితరనక్షత్రములను ఆయన పేర్కొనెను.

హిపార్కస్ శాస్త్రజ్ఞుడు కేవలము వట్టికంటితోనే నక్షత్రముల ననుశీలించి, వానిని వర్గీకరించెను కాబట్టి ఆవర్గీకరణము స్థూలమైనదని వచింపవలెను. కాని ఆధునికవిజ్ఞానాభివృద్ధితో సుగ్రాహ్యమైన శాస్త్రీయపరికరములు హెచ్చుగా వాడుకలోనికి వచ్చుటవలన నక్షత్రములదీప్తిని కచ్చితముగా కొలుచుట సాధ్యమైనది ; ఒకనక్షత్రముయొక్క దృశ్యదీప్తిని వేరొకనక్షత్రముయొక్క దృశ్యదీప్తితో పోల్చి, వాని నిష్పత్తిని నిర్ణయించుటకూడ సాధ్యమైనది. పాగ్సన్ అను నాంగ్లేయ ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు హిపార్కస్ వర్గీకరణమునకు చెందిన మొదటిపరిమాణనక్షత్రము ఆరవపరిమాణనక్షత్రముకంటె నూరురెట్లు ఎక్కువదీప్తిగలదని యేర్పరచుకొని, రెండు వరుస పరిమాణనక్షత్రముల దీప్తులనిష్పత్తి 2.512* యుండవలెనని నిర్ణయించెను. ఈనిష్పత్తిననుసరించియే నేడు నక్షత్రముల వర్గీకరణము జరుగుచున్నది. ఈవర్గీకరణమందు ఏక్విలానక్షత్రరాశికిచెందిన ఆల్టైర్ నక్షత్రము ప్రథమపరిమాణనక్షత్రమును,

---

$100^{\frac{1}{5}} = 2{,}512$

ఉత్తరధ్రువనక్షత్రము ద్వితీయపరిమాణనక్షత్రము నగును ; దృశ్యాదృశ్యములగు అసంఖ్యాకములగు నక్షత్రములు ఆరవపరిమాణ నక్షత్రము లగును.

హా పేర్క్స్ వర్గీకరణమందు ప్రథమపరిమాణనక్షత్రములుగా పరిగణింపబడిన రమారమి ఇరువది నక్షత్రములలో నన్నియును సరిగా ప్రథమపరిమాణమునకు చెందినవనియే తెల్పుటకు వీలులేదు. వీనిలో కొన్నినక్షత్రములు అల్టైర్ నక్షత్రముకంటె ఎక్కువదీప్తికలవిగా గోచరించును ; సిరియస్ వంటి కొన్నినక్షత్రములు సరాసరి ప్రథమపరిమాణ నక్షత్రము కంటె సుమారు రెండుపరిమాణములు ఎక్కువైన దీప్తికలవిగా ప్రత్యక్షమగును. ఇట్లు సరాసరి ప్రథమపరిమాణ నక్షత్రము కంటె ఒకపరిమాణమెక్కువైన దీప్తిగల నక్షత్రమును '0' పరిమాణతారయనియు, రెండుపరిమాణము లెక్కువైన దీప్తిగల నక్షత్రమును –1 పరిమాణతారయనియు, మూడుపరిమాణము లెక్కువైనదీప్తిగలతారను –2 పరిమాణ నక్షత్రమనియు పేర్కొందురు. ఈవర్గీకరణములో సూర్యుడు –27 వ పరిమాణ నక్షత్రముగా నేర్పడును. విల్సన్ పర్వత వేధశాలయందున్న 100 అంగుళముల దూరదర్శినితో చూడగలిగిన మిక్కిలి తక్కువైనదీప్తిగల నక్షత్రపరిమాణము 18.5; ఆదూరదర్శిని సాహాయ్యమున 21 వ పరిమాణనక్షత్రమును ఛాయాచిత్రగ్రహణ ఫలకమున కెక్కువకాలము ప్రదర్శించి ఛాయాచిత్రమును తీయవచ్చును. 200 అంగుళములదూరదర్శిని నుపయోగించి ఇంచుమించు 22 వ పరిమాణ నక్షత్రములనుకూడ నవేక్షింప

వచ్చును. అంతేకంటె ఎక్కువపరిమాణనక్షత్రములను, అనగా తక్కువైన దీప్తిగలనక్షత్రములను చూడగలుగుటగాని, ఛాయా చిత్ర మొనర్పగలుగుటగాని ప్రస్తుతము సాధ్యముకాదు.

నక్షత్రముల దృశ్యదీప్తులననుసరించి వాని పరిమాణముల నేర్పరచుట యెట్లో యింతవరకు చర్చించితిమి. ఈవిధముగా నేర్పడిన నక్షత్రపరిమాణములను నక్షత్రముల దృశ్యపరిమాణములు లేదా పరమాణములు అని పేర్కొందురనికూడ గమనించితిమి. నక్షత్రపరిమాణములను సాధారణముగా నీమానములోనే తెల్పుదురు. కాని యొక తేజోరాశి ఎక్కువ దూరమందున్నప్పుడు కంటె చేరువగానున్నప్పు డెక్కువైన దీప్తికలదిగా గోచరించునని జ్ఞప్తియుంచుకొన్నచో నక్షత్రముల దృశ్యదీప్తికిని, వాని యథార్థదీప్తికిని హెచ్చువ్యత్యాసముండునని స్పష్టమగును. దృశ్యదీప్తుల ననుసరించి నక్షత్రపరిమాణముల నేరీతిగ నేర్పరచిరో యారీతిగనే వానియథార్థదీప్తుల ననుసరించికూడ వానిపరిమాణముల నేర్పరచిరి. ఈరీతిగ నేర్పడిన నక్షత్రపరిమాణములకు నక్షత్రముల యథార్థపరిమాణములని పేరు. భూమికి 32.6 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందున్న 0 దృశ్యపరిమాణముగల యొక నక్షత్రముయొక్క యథార్థపరిమాణమును 0 గా శాస్త్రజ్ఞులు పరిగణించిరి.

నక్షత్రముయొక్క యథార్థపరిమాణము దాని ఘనపరిమాణమునుబట్టియును, తాపక్రమమునుబట్టియును ఉండును. ఇక దానిదృశ్యపరిమాణము దానియథార్థపరిమాణమునుబట్టియును, భూమినుండి దానిదూరమునుబట్టియును ఉండును.

అందుచేత ఒక నక్షత్రముయొక్క దృశ్యపరిమాణమును, దాని దూరమును తెలిసినచో, దాని యథార్థపరిమాణమును లెక్క గట్టి కనుగొనవచ్చును.* ఈరీతిగా లెక్కకట్టుటవలన −26.84 దృశ్యపరిమాణముగల సూర్యుని యథార్థపరిమాణము 4.73 మాత్రమేనని వ్యక్తమైనది. మూడవఅనుబంధములో కొన్ని ముఖ్యమైన నక్షత్రముల దృశ్యపరిమాణములును, భూమినుండి వాని దూరములును నొసగబడినవి. వానివలన ఆనక్షత్రముల యథార్థపరిమాణములను గణింపవచ్చును.

పరిమాణమును కనుగొనుపద్ధతులు

నక్షత్రపరిమాణములను నేడెక్కువగా ఛాయాచిత్ర గ్రహణపద్ధతులవలననే కనుగొనుచున్నారు. కాని కంటితో రెండునక్షత్రముల దీప్తులను పోల్చి, తన్మూలముగా వాని పరిమాణములను నిర్ణయించుపద్ధతి – చాక్షుషవిధానము – కూడ ఇటీవలవరకు నాచరణలో లేకపోలేదు. ఈపద్ధతియందలి ప్రధాన సూత్రము ప్రమాణపరిమాణనక్షత్రదీప్తితో – ఆనక్షత్రము సహజమైనదికావచ్చును; లేదా కృత్రిమమైనదికావచ్చును– ఏనక్షత్రపరిమాణమును నిర్ణయింపవలెనో ఆనక్షత్రదీప్తిని పోల్చుట. ఒకనక్షత్రము వేరొకనక్షత్రముకంటె ఎంత ఎక్కువ దీప్తికలదో కనుగొనుటకంటె ఆరెండునక్షత్రములదీప్తులు సమా

---

* ఒకనక్షత్రముయొక్క దృశ్యపరిమాణము m ను, భూమినుండి దానిదూరము D కాంతిసంవత్సరములునుఅయినచో, దాని యథార్థపరిమాణము Mను, $M = m + 7.566 - 5 \log D$ అనుసమీకరణ సాహాయ్యమున కనుగొనవచ్చును.

నముగానున్నదో లేదో తెలిసికొనుట సులభముకాబట్టి అపద్ధతి యందు దేరెండునక్షత్రముల దీప్తులను పోల్చవలసియున్నదో ఆ నక్షత్రములలో ఎక్కువదీప్తికలదానిదీప్తిని తక్కువదీప్తికల దానిదీప్తితో సమానముగా నుండునట్లు నొక కృత్రిమవిధానమున తగ్గించి, ఆతగ్గించిన పరిమాణమునుబట్టి ఆనక్షత్రములలో దేనిపరిమాణమును నిర్ణయింపవలసియున్నదో దాని దృశ్య దీప్తిని, తన్మూలముగా దాని దృశ్యపరిమాణమునునిర్ణయింతురు.

ఎట్లయినను పైపద్ధతిననుసరించి నిర్ణయించిన నక్షత్ర పరిమాణప్రవిభజనలలో కొంతదోషముండుటకు వీలున్నది. రెండు నక్షత్రముల దీప్తులను పోల్చుటలో అవేక్షకులందరి కన్నులును సమానముగా ప్రవర్తింపవని చెప్పుటకు వీలులేదు. అందుచేత వానికంటె ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతిని కనుగొనిన నక్షత్రపరిమాణములే యెక్కువ కచ్చితమైనవని వేరేచెప్పనక్కరలేదు.

ఏదైన నొకవస్తువు ఛాయాచిత్రమును ఎక్కువతీక్ష్ణమైన కాంతిలోను, తక్కువతీక్ష్ణమైనకాంతిలోనుకూడ తీసినపుడు, ఎక్కువతీక్ష్ణమైనకాంతిలో తీసిన ఛాయాచిత్రము నల్లగను, తక్కువతీక్ష్ణమైనకాంతిలో తీసిన ఛాయాచిత్రము విచ్ఛిన్నముగను నుండునని మనకు తెలియును. వస్తువునుండి ప్రత్యక్షముగా ప్రసారితమైన కాంతిగాని, పరావర్తనమొందిన కాంతిగాని ఛాయాచిత్రఫలకముపై పూయబడిన రసాయనద్రవ్యములందు రాసాయనికచర్యను గొనివచ్చుటచేతనే గదా ఛాయాచిత్రఫలకముపై చిత్రమేర్పడుచున్నది! కాంతిచే రసాయనచర్యకు లోనగు ఛాయాచిత్రఫలకముమీది రాసాయనికద్రవ్యములందలి

యుండువ్రలసంఖ్య పతనతేజ తీక్ష్ణతనుబట్టి యుండును. అందుచేత ఎక్కువతీక్ష్ణమైనకాంతిని ప్రసరించు వస్తువుయొక్క ఛాయా చిత్రము నల్లగను, తక్కువ తీక్ష్ణమైనకాంతిని ప్రసరించువస్తువు యొక్క ఛాయాచిత్రము వివర్ణముగను నుండును. కాన నక్ష త్రముల ఛాయాచిత్రములను తీసి, ఆఛాయాచిత్రముల తీక్ష్ణత లనుబట్టి నక్షత్రముల తీక్ష్ణతలను, వానినిబట్టి వానిపరిమాణము లను నిర్ణయింపవచ్చుననుట స్పష్టము. కాని నక్షత్రము లన్ని యును ఒకేరంగుగలకాంతిని ప్రసరించుటలేదు. కొన్ని యెక్కు వగా నీలికాంతిని, మరికొన్ని యెక్కువగా ఎరుపుకాంతిని,... ప్రసరించుచున్నవి. నీలికాంతికిరణములకు సుగ్రాహ్యమైన ఛాయాచిత్రఫలకముపై ఎరుపుకాంతి నెక్కువగా ప్రసరించు చున్న నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీసినచో, ఆచిత్రము కడువివర్ణముగనుండి ఆనక్షత్రము తక్కువదీప్తికలతార యను భావమును స్ఫురింపజేయును; కాని కంటితో ఆనక్షత్రమును చూచినపుడుమాత్ర మది యెక్కువదీప్తిగలదిగనే యుండును. ఇక ఆ ఛాయాచిత్రఫలకముపై నీలినక్షత్రచ్ఛాయాచిత్రమును దీసినచో నాచిత్రము మిక్కిలి గాఢముగనుండి, ఆనక్షత్రము కంటికి ఆనునట్టి దానికంటె నెక్కువదీప్తికలదను భ్రమనుకలుగ జేయును. కాబట్టి ఛాయాచిత్రమునుబట్టి యొకనక్షత్ర దృశ్య పరిమాణమును నిర్ణయించుటకుగాను కొన్ని సవరణలు చేయుట అవసరము.

కేవలము ఛాయాచిత్రఫలకముమీది చిత్రముయొక్క నలుపుదనమునుబట్టి నిర్ణీతమైన యొకనక్షత్రపరిమాణమునకు

'నక్షత్రఛాయాచిత్రపరిమాణము' అనిరి. ఇక నక్షత్రఛాయాచిత్రపరిమాణమునకును, దృశ్యపరిమాణమునకును గల వ్యత్యాసమును (ఛాయాచిత్రపరిమాణము – దృశ్యపరిమాణము) వర్ణసూచిక యని పేర్కొందురు. ఈవర్ణసూచికను నిర్ణయించుటలో సిరియస్ (A_0 వర్గము) శ్వేతతారల వర్ణసూచిక '0' యని, అనగా వాని ఛాయాచిత్రపరిమాణములు దృశ్యపరిమాణములకు సమానములని శాస్త్రజ్ఞులేర్పాటుచేసికొనిరి. ఎఱుపురంగు నక్షత్రముయొక్క ఛాయాచిత్రపరిమాణముకంటె దాని దృశ్యపరిమాణము 3 పరిమాణములు తక్కువయైనచో, నానక్షత్ర వర్ణసూచిక 3 అగును. ఇక నీలవర్ణములో ప్రకాశించుచున్న నొకనక్షత్రముయొక్క ఛాయాచిత్రపరిమాణముకంటె దాని దృశ్యపరిమాణము 0.2 పరిమాణములు ఎక్కువయైనచో, ఆనక్షత్రవర్ణసూచిక – 0.2 అగును.

ఛాయాచిత్రపద్ధతిని నక్షత్రపరిమాణములను నిర్ణయించుటలో పైని పేర్కొనిన యిబ్బందియున్నను, కన్ను ఏరంగుకాంతికిరణములను ఎంతెంత మొత్తములో గ్రహించగలదో ఆరంగుకాంతికిరణములకే సుగ్రాహ్యమైన ఛాయాచిత్రఫలకములను తయారుచేసి, ఛాయాచిత్రములను తీయునట్టి విధానమునకూడ కొన్ని మార్పులను గావించి యిటీవల నీపద్ధతిని బాగుగా పెంపొందించుటచే, ఈపద్ధతిననుసరించి తీసినఛాయాచిత్రముల యనుశీలనమువలననే నక్షత్రపరిమాణములను పోల్చుటకుకూడ సాధ్యమగుచున్నది. ఈపద్ధతిలో నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రముల ననేకవిధములుగా తీయుదురు. వానిలో మిగుల సూక్ష్మమైన రెండుపద్ధతులనుమాత్రమే యిట వివరింతము.

మొదటి పద్ధతి : ఈపద్ధతియందు కెమేరా (ఛాయాచిత్రగ్రహణ పరికరము) ను బాగుగా 'ఫోకస్' చేసి ఏనక్షత్రముల దీప్తిని పోల్చవలసియున్నదో ఆనక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీయుదురు. అప్పుడు ఎక్కువదీప్తికల నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములు పెద్దవిగను, తక్కువదీప్తికల నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములు చిన్నవిగను ఛాయాచిత్రఫలకముపై నేర్పడును. ఛాయాచిత్రప్రదర్శనకాలము సమానముగనున్నచో వేర్వేరునక్షత్రముల దీప్తులకును, వానిఛాయాచిత్రముల వైశాల్యములకును అవినాభావసంబంధముండును. కాబట్టి ఆరీతిగా వాని వైశాల్యములనుబట్టి వాని దీప్తులను పోల్చవచ్చును.

రెండవపద్ధతి : ఈపద్ధతియందు కెమెరాను 'అవుట్ ఆఫ్ ఫోకస్' చేసి నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీయుదురు. అప్పు డన్నినక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములునుగూడ సమాన వైశాల్యములుగల వృత్తములుగనే యుండునుగాని వాని తీక్ష్ణతలలో మాత్రము వ్యత్యాసముండును. ఈతీక్ష్ణతల వ్యత్యాసములను కొలిచి, వాని దీప్తులను ప్రమాణనక్షత్రదీప్తితో పోల్చి, ఆనక్షత్రముల పరిమాణములను నిర్ణయింపవచ్చును.

పై రెండుపద్ధతులయందునుకూడ ఏనక్షత్రపరిమాణమును నిర్ణయింపవలెనో అనక్షత్రచ్ఛాయాచిత్రమును ప్రమాణనక్షత్రచ్ఛాయాచిత్రమును నొకేఛాయాచిత్రఫలకముపై ఒకదానిప్రక్కను మరియొకదానిని తీసి, ఆరెండింటిని పోల్చి, ఆనక్షత్రపరిమాణమును నిర్ణయింతురు. ఇక సాధారణముగా సంవత్సరమం దన్నిసమయములందును గోచరమగునట్టియు,

ఆకాశములో ఇంచుమించు ఒకేయొత్తున నెల్లవైపుల నుండునట్టియు నక్షత్రములను ప్రమాణనక్షత్రములుగా నెన్నుకొందురు. అంతేగాక సామాన్యముగా నొకనక్షత్రమును ఇంచుమించు దానితో సమానపరిమాణముగల ప్రమాణనక్షత్రముతోనే పోల్చుదురు. అందుచేత వేర్వేరు పరిమాణములుగల ప్రమాణనక్షత్రములనేకములు కావలసియున్నవి. ఇందులకై ఉత్తరధ్రువమునకు 2° లోపుననున్న 96 నక్షత్రములను విల్సన్ పర్వతవేధశాలవారెన్నుకొనిరి.

దూరము

నక్షత్రముల దృశ్యపరిమాణములు వానియథార్థపరిమాణములనుబట్టియును, భూమినుండి వానిదూరములనుబట్టియును ఉండునని గ్రహించితిమి. భూమికిని నక్షత్రములకునుగల దూరములు కొన్నికోటులమైళ్ళుండును. భూమికి మిక్కిలిచేరువగనున్న నక్షత్రము సూర్యుడు. భూసూర్యుల నడిమిదూరము సరాసరి 9,30,05,000 మైళ్ళు. సూర్యునితరువాత భూమికిదగ్గరగానున్న నక్షత్రము ప్రోక్సిమా సెంటారీ. భూమినుండి దాని దూరము సుమారు 25,00,000,00,00,000 మైళ్ళు. నక్షత్రములందెల్ల ఎక్కువకాంతిగల సిరియస్ నక్షత్రము భూమికి సరాసరి 51,00,000,00,00,000 మైళ్ళదూరముననున్నది. సూర్యునకును భూమికిని గలదూరము తొమ్మిదికోట్ల ముప్పదిలక్షల అయిదువేలమైళ్ళని వ్రాయుటయును, చదువుటయును అంత కష్టముగాదు. కాని ప్రోక్సిమాసెంటారీ నక్షత్రము భూమికి ఇరువదియైదులక్షలకోట్ల మైళ్ళదూరముననున్నదనిన చో, ఆ

యుంకెను వ్రాయుటయును, చదువుటయునుకూడ కొంచెము కష్టమే. అందుచేత చాలదూరమందున్న నభోమూర్తుల దూరములను వెలిబుచ్చుటకై మైళ్ళకంటె పెద్దదైన ఏకాంకము నేర్పరచుకొనినచో సుపయుక్తముగా నుండును. అందులకై కాంతిసంవత్సరము, పేర్ సెక్ అను రెండు ఏకాంకములను శాస్త్రజ్ఞులు ప్రవేశపెట్టిరి. అవి రెండునుకూడ మిక్కిలి హెచ్చు పరిమాణముగలవే.

కాంతికిరణ మొకసంవత్సరకాలములో నెంతదూరము ప్రయాణముచేయునో దానికి కాంతిసంవత్సర మనిపేరు. ఈ ఏకాంకము 1,86,000×60×60×24×365 అనగా సుమారు 6,00,000,00,00,000 మైళ్ళకు సమానము. ఈఏకాంకములలో చెప్పినప్పుడు ప్రోక్సిమా సెంటారీ భూమికి 4.3 కాంతి సంవత్సరములదూరములోను, సిరియస్ నక్షత్రము 8.7 కాంతిసంవత్సరముల దూరములోను నుండును.

పేర్ సెక్ ఏకాంకపు విలువ కాంతిసంవత్సర పరిమాణముకంటెనుకూడ హెచ్చు. ఒక పేర్ సెక్ 3.26 కాంతి సంవత్సరములకు సమానము. నక్షత్రములదూరములను వాని లంబనమునుబట్టి గణింతురు. భూమినుండి చూచినప్పుడొక నక్షత్రముయొక్క లంబనము 'p' సెకనులయినచో ఆనక్షత్ర దూరము 1/p పేర్ సెక్ లగును.

పై రెండు ఏకాంకములలోనుగాక ఒక్కొక్కప్పుడు భూసూర్యుల మధ్యదూరము నొక యేకాంకముగా నేర్పరచుకొని ఆయేకాంకములోగూడ నక్షత్రముల దూరములను వ్యక్తపరచుచుందుము.

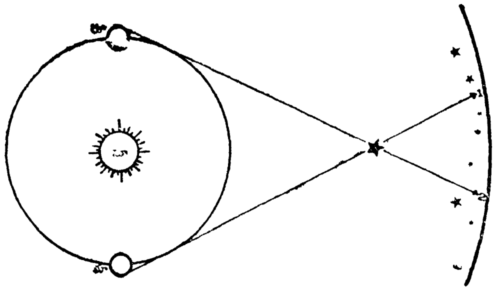
నక్షత్రముల దూరములను వాని లంబనమునుబట్టి సాధారణముగా కనుగొందురని పైని చెప్పియుంటిమి. ఇక లంబనమననేమో భూమినిగూర్చిన ప్రకరణములో వివరించితిమి. ఎదుటిగోడమీద నిట్టనిలువుగా నొకగీతను గీయుము. కుడిచేతిలో పెన్సిలునొకదానిని పట్టుకొని, ఎడమకంటినిమూసి, కుడికంటితో చూచినపుడు కుడికన్ను, పెన్సిలు, గోడమీది గీతకూడ ఒకేరేఖయందుండునట్లుగా పెన్సిలును పట్టుకొన్న చేతిని జరుపుము. పిమ్మట ఆచేతి నట్లే కదుపకుండ నుంచి, కుడికంటినిమూసి యెడమకంటితో పెన్సిలును చూచినచో, గోడమీది గీత ననుసరించి, పెన్సిలు కుడిప్రక్కకు జరినట్లు కనబడును. ఇట రెండుకన్నులును రెండపేక్షణస్థానములు. అపేక్షణస్థానమునందు వచ్చిన మార్పువలన అపేక్షకవస్తువగు పెన్సిలుస్థానములో దాని వెనుకభాగమందున్న గీతననుసరించి వచ్చిన ప్రత్యక్షమైన మార్పునే లంబనము అని చెప్పెదము. కంటికి దగ్గరగా పెన్సిలును తీసికొనివచ్చి, పైవిధముగనే ప్రయోగమునొనర్చినచో పెన్సిలు ప్రక్కకు జరిగినట్లగపడు దూర మధికమగును. రెండు అపేక్షణస్థానముల మధ్యదూరమునకు పాదరేఖ యనిపేరు. దీనినిబట్టి పాదరేఖ పొడవు అధికమైనకొలదియు లంబన మధికమగుననియును, అపేక్షణస్థానములనుండి అపేక్షితవస్తువుల దూరము తగ్గినకొలదియును కూడ లంబన మధికమగుననియును మనకు వ్యక్తమగును. ఈరీతిగా లంబనమునకును అపేక్షణస్థానములనుండి అపేక్షితవస్తుదూరమునకును, పాదరేఖపొడవునకును సంబంధముండుటచే, ఆఫలితము

నుపయోగించుకొని నక్షత్రదూరముల నరియుట కవకాశ మున్నది. లంబనము నుపయోగించుకొని నభోమూర్తుల దూరములను కనుగొను పద్ధతికి 'లంబనపద్ధతి' లేదా 'త్రయాంగ్య లేఖన' పద్ధతి యనిపేరు.

లంబనపద్ధతినిబట్టి భూమికి చేరువగానున్న చంద్రునివంటి నభోమూర్తులదూరమును కనుగొనవలెనన్నచో భూమిమీద ఒకే రేఖాంశములో సుమారు 90 అంశలదూరమందున్న రెండు అవేక్షణస్థానములనుండి ఆనభోమూర్తి లంబనమును కొలిచి, దానినిబట్టి ఆమూర్తిదూరమును గణింతురు. కాని నక్షత్రములు భూమికి చాలదవ్వున నుండుటచేత ఆయవేక్షణస్థానముల నుండియే నక్షత్రముల నవేక్షించినచో వానిస్థానములలో మార్పేమియు నుండదు. అందుచేత నక్షత్రములవిషయములో ఎక్కువపొడవుగల పాదరేఖ కావలసియున్నది. అందుకుగాను భూకక్ష్యనే పాదరేఖగా నుపయోగించుకొని ఒకేఅవేక్షణశాల నుండి సరిగా ఆరునెలల కాలవ్యవధిలో నక్షత్రముల దిశలను కొలిచి, వాని లంబనమును కనుగొందురు. ఈరీతిగా భూకక్ష్య నుపయోగించుకొనుటవలన పాదరేఖ నిడివి రమారమి 18,60,00,000 మైళ్ళు ఉండును. ఇంతకంటె ఎక్కువపొడవు గల పాదరేఖను మనము పడయలేము.

18,60,00,000 మైళ్ళ నిడివిగల పాదరేఖ చివరలనుండి నక్షత్రముల నవేక్షించినను వానిస్థానములలో నెక్కువమార్పు రాదు; అత్యల్పమైన లంబనమును మాత్రమే అవి ప్రదర్శించును. 1 సెకను లంబనమును కలిగియున్న నక్షత్రములుకూడ నేమియులేవు. అందుచేత నక్షత్రముల లంబనమును కొలు

చుట్టెై మిక్కిలి సుగ్రాహ్యమైనపరికరము లవసరము. ఇటీవల వరకును అట్టి సుగ్రాహ్యమైనపరికరముల ద్వారమున కంటితో నవేక్షించి నక్షత్రముల లంబనమును కనుగొనుచుండెడివారు గాని ప్రస్తుతము ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతి యెక్కువగా వాడుకయందున్నది. ఈపద్ధతియందు కొన్ని నెలల కాలవ్యవధిలో— తరచుగా ఆరునెలల కాలవ్యవధిలో— నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములనుతీసి, ఒకప్రత్యేకరకపు సూక్ష్మదర్శినిలో వాని పరిశీలింతురు. ఆపరిశీలనమునందు చాలనక్షత్రముల సాపేక్షస్థానములలో నెట్టిమార్పును గోచరముకానుగాని మిక్కిలి



38 వ చిత్రము

ఒక అవేక్షణస్థానమునుండి చూచినపుడు భూమికి దూరముగానున్న నక్షత్రములనుబట్టి దగ్గరగానున్న యొక నక్షత్రము మొదట 1 అను తావునను, ఆరునెలల తరువాత 2 అను తావునను ఆకాశములో కనిపించును. దూరముగానున్న నక్షత్రములనుబట్టి దగ్గరగానున్న నక్షత్రస్థానములో వచ్చినట్లు కనబడిన యీ మార్పునకే లంబనము అని పేరు.

తక్కువసంఖ్యగల నక్షత్రముల స్థానములలో అత్యల్పమైన మార్పు వ్యక్తమగును. స్థానమునందు మార్పులేని నక్షత్రము

లనుబట్టి స్థానభ్రంశము నొందినట్లగపడుచున్న నక్షత్రముల స్థానభ్రంశపరిమాణమును కొలిచి, దాని లంబనమును గణింతురు. లంబన, పారసెక్కుల పరిమాణములు తెలిసినచో నక్షత్రముల దూరములను గణించి, కనుగొనవచ్చును.

లంబనపద్ధతిని నక్షత్రముల దూరములను కనుగొనుట చాల ప్రయాసకరమైన విషయము. 5,6 సార్లు కొలతలను తీసికొనిననేగాని యొకనక్షత్రలంబనమును సరిగా నిర్ణయింప లేము. ఒక కొలతకును మరియొకకొలతకును ఇంచుమించు ఆరు నెలలవ్యవధి అవసరముకాబట్టి ఈ 5, 6 కొలతలను తీసికొనుటకు ఇంచుమించు 2, 3 సంవత్సరములు పట్టును. 1947 వ సంవత్సరమునకు రమారమి 5,000 నక్షత్రములదూరములను లంబనపద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయించిరి. మరికొన్ని నక్షత్రముల దూరములనుకూడ నీపద్ధతిని కనుగొనుటకు వీలు లేకపోలేదు. ఈ 5,000 నక్షత్రములలోను 633 నక్షత్రములు భూమికి 65 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందున్నవి.

ఘ న ప రి మా ణ ము లు

నక్షత్రముల యథార్థపరిమాణములు నక్షత్రముల ఘన పరిమాణములనుబట్టియును, వాని తాపక్రమములనుబట్టియు నుండునని గ్రహించితిమి. నక్షత్రము లన్నింటి యథార్థపరిమాణములు సమానముగా లేవనికూడ తెలిసికొంటిమి. అందుచేత సూర్యునికంటె అధికదీప్తిమంతములైన నక్షత్రముల ఘన పరిమాణములు సూర్యగోళఘనపరిమాణముకంటె నెక్కువగ నున్నవాయను ప్రశ్న ముదయించును.

నక్షత్రములవ్యాసములను రెండువిధములుగా కనుగొన వచ్చును. (1) ప్రత్యక్షవిధానము ; (2) పరోక్షవిధానము.

ప్రత్యక్షవిధానము : హెచ్చుఅధికీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినిలో నొకగ్రహమును గాని సూర్యుని గాని యవేక్షించినచో అవి బింబరూపమున నగపడును. ఆబింబముల కోణీయవ్యాసములను సులువుగా కనుగొనవచ్చును. కాని ఎంత హెచ్చు అధికీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినిలో చూచిననుకూడ నక్షత్రములు చుక్కలుగనే గోచరించును. అందుచేత దూరదర్శినిలోనవేక్షించి నక్షత్రముల కోణీయవ్యాసములను కనుగొనుట సాధ్యముగాదు. అందులకై యెక్కువగా నుపయోగపడునది ఇంటర్ ఫెరోమీటర్ అను పరికరము. ఈపరికరములోనైనను కొంతపెద్దనక్షత్రముల వ్యాసములను మాత్రమే కొలుచుట కవకాశమున్నది. ఇంతవరకు నీపరికరములో 12 నక్షత్రముల కోణీయవ్యాసములను శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. భూమినుండి ఆనక్షత్రముల దూరములు తెలిసినచో వాని దైర్ఘ్యవ్యాసములను లెక్కగట్టి కనుగొనవచ్చును. ఈలెక్కలవలన నీనక్షత్రముల వ్యాసములు సూర్యుని వ్యాసమునకు 12 నుండి 450 రెట్లవరకు నున్నవని తెల్లమైనది.

ఇంటర్ ఫెరోమీటర్లో ఇంతవరకును కొలిచిన నక్షత్రములన్నియు చాలపెద్దవి. వీనిలో మిక్కిలి చిన్నదనుకొన్నది కూడ సూర్యునికంటె కొన్నిరెట్లు పెద్దదే. కాని నక్షత్రములలో చాల చిన్నవికూడ అనేకము లున్నవి. వానిలో గ్రాహవృద్ధి క్షయతారల వ్యాసములను వాని దీప్తిని సూచించు రేఖలనుబట్టి

కనుగొందురు. ఈరీతిగా జరిగినఫలితములనుబట్టి సాధారణముగా నీనక్షత్రముల వ్యాసములు సూర్యునివ్యాసములో 1/3 వంతు ఉండునని విశదమైనది.

పరోక్షవిధానము : పైని పేర్కొన్న ప్రత్యక్షవిధానముచే వ్యాసములను కనుగొనిన నక్షత్రములసంఖ్య చాల తక్కువ. నక్షత్రములలో పెక్కింటి వ్యాసములను పరోక్షవిధానములచేతనే కనుగొనినారు. ఒకనక్షత్రముయొక్క దృశ్యదీప్తి భూమినుండి దాని దూరమునుబట్టియును, దాని ఘనపరిమాణ తాపక్రమములనుబట్టియు నుండునను అంశముపై నాధారపడి పైవిధానమున్నది. నక్షత్రతాపక్రమమును దానివర్ణమాలా సాహాయ్యమునను, దాని దూరమును లంబనమును బట్టియును, దానిదృశ్యదీప్తిని ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతివలనను కనుగొనవచ్చును కదా! ఈరీతిగా నక్షత్రతాపక్రమమును, దూరమును దృశ్యదీప్తిని తెలిసికొనినపిమ్మట లెక్కగట్టి దానివ్యాసమును బడయవచ్చును.

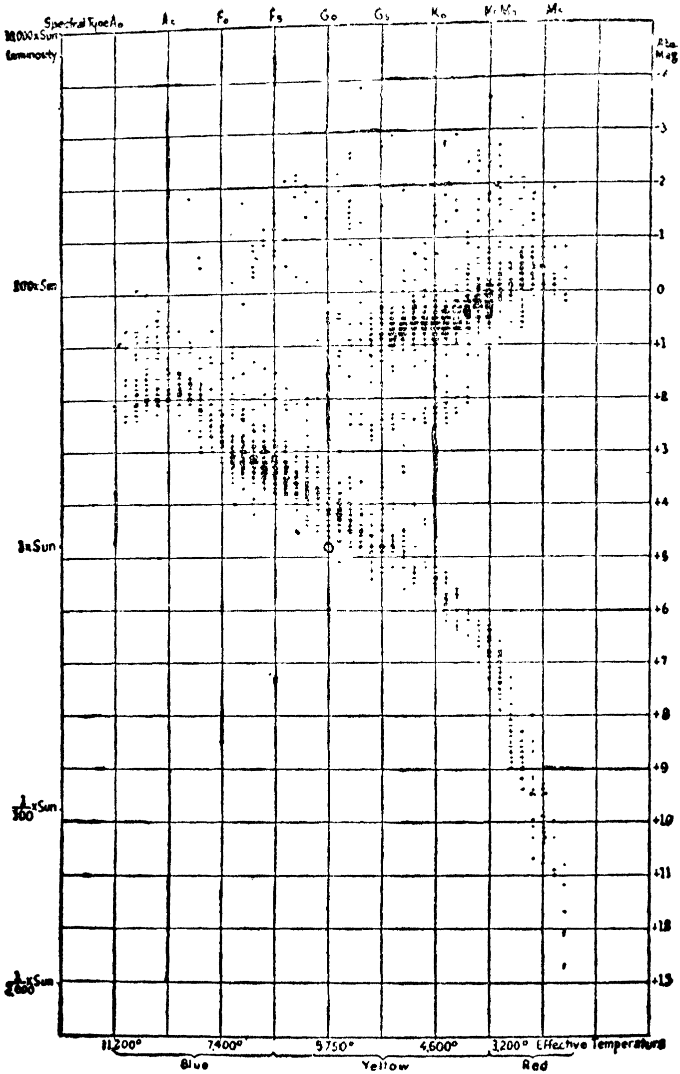
ఈవిధముగా గావించిన పరిశోధనలవలన నక్షత్రములలో నధికసంఖ్యాకములు ఇంచుమించు సూర్యునివ్యాసమంత వ్యాసమునే కలిగియున్నవని వ్యక్తమైనది. కాని సూర్యునికంటె పెక్కురెట్లు పెద్దవి, పలుమడుంగులు చిన్నవికూడ నక్షత్రములలో కొన్ని లేకపోలేదు. ఫాన్‌మానెన్నునక్షత్రవ్యాసము సూర్యుని వ్యాసములో 9/1000 వ వంతు మాత్రమే యున్నది. ఆనక్షత్ర మించుమించు భూగోళమంత యుండును. ఇంతవరకు నవేక్షితమైన నక్షత్రములలో అదియే మిక్కిలి చిన్నది. ఇక

బీటల్‌గాజ్, ఆంటారెస్ వంటి కొన్ని నక్షత్రములు సూర్యుని కంటె కొన్ని వేలరెట్లు పెద్దవి. సూర్యుని వ్యాసమునకు బీటల్‌గాజ్ నక్షత్రవ్యాసము 300 రెట్లును, ఆంటారెస్‌నక్షత్రవ్యాసము 478 రెట్లును నున్నవి.

నక్షత్ర వర్గములు

నక్షత్రముల లక్షణములు వాని వర్ణమాలలవలన వ్యక్తమగును కదా ! నక్షత్రముల వర్ణమాలావర్గములకును, వాని తాపక్రమములకును నెట్టి సన్నిహితసంబంధమున్నదో వెనుకటి ప్రకరణములలో వివరించియుంటిమి. ఇరువదియవ శతాబ్ద ప్రారంభదశాబ్దములలో హెర్ట్స్‌స్ప్రంగు, రస్సెల్ అను శాస్త్రజ్ఞులు నక్షత్రములవర్ణమాలావర్గములకును, నక్షత్రముల యథార్థదీప్తులకును గల సంబంధము నరయుటకై ప్రయత్నించి ఒక విచిత్రవిషయమును కనుగొనిరి. దానిని గూర్చి తెలిసికొనుటకు ప్రయత్నింతము.

నక్షత్రములవర్ణమాలావర్గమును x- అక్షముపైనను, వాని యథార్థదీప్తి పరిమాణమును y- అక్షముమీదను ఏర్పరచి, వర్ణమాలావర్గమును, యథార్థదీప్తిపరిమాణమునుబట్టి యొక్కొక్క నక్షత్రము నొక్కొక్క బిందువుచేత నిరూపించినచో, 39 వ చిత్రములో చూపినమాదిరి చిత్రమేర్పడును. ఇట్టిదానికి రస్సెల్ చిత్రమని పేరు. రస్సెల్ చిత్రానుశీలనము వలన మనకు వ్యక్తమగు ముఖ్యవిషయము B వర్గమునుండి M వర్గనక్షత్రములను చేరుకొనుసరికి సాధారణముగా వాని యథార్థదీప్తి క్రమముగా క్షీణించుట. నక్షత్రములలో నధిక



39 వ చిత్రము—రస్సెల్ చిత్రము

సంఖ్యాకము లేనిధముగా నుండునవియే. కాని K వర్గమునకు (నారంగవర్ణనక్షత్రములు) చెందిన నక్షత్రములు కొన్నియును, M వర్గమునకు చెందిన నక్షత్రములు కొన్నియును ఈపద్ధతి ననుసరించుట లేదు. ఈపద్ధతిప్రకారముండవలసిన దానికంటె సుమారు 100 రెట్లు ఎక్కువదీప్తితో అవి వెలుగొందుచున్నవి. ఇంక B, A తరగతులకు చెందిన కొన్ని నక్షత్రములు మాత్రము, పైపద్ధతి ననుసరించియుండవలసిన దానికంటె చాలతక్కువ యథార్థదీప్తిని మాత్రమే కలిగియున్నవి.

B వర్గమునుండి M వర్గమునకు పోవునకొలదియు నక్షత్రముల యథార్థదీప్తి క్షీణించుటలో విచిత్రమేమియును లేదు. అది సహజమే. నక్షత్రము లన్నియును ఇంచుమించు సమాన ఘనపరిమాణములనే కలిగియున్నచో అల్పతాపక్రమములను కలిగిన నక్షత్రములు తక్కువ యథార్థదీప్తినే కలిగియుండును. కాని M వర్గనక్షత్రములు ఎక్కువతాపక్రమమును కలిగియుండకపోయినను వానిలో కొన్నింటి యథార్థదీప్తులు అత్యధికమై యుండుటవలన వాని ఘనపరిమాణములు చాల హెచ్చనియును, B వర్గమునకు చెందిన నక్షత్రముల తాపక్రమము అధికమైనను వానిలో చాలతక్కువసంఖ్యగల నక్షత్రముల యథార్థదీప్తులు అత్యల్పముగాన అవి అత్యల్పఘనపరిమాణములను కలిగియున్నవనియును మనము భావించవచ్చును. నక్షత్రముల వ్యాసములను ప్రత్యక్షముగా కొలుచుటవలనకూడ వాని ఘనపరిమాణములలో వ్యత్యాసము లున్నవని వ్యక్తమైనది. కాబట్టి పైరీతిగా అరసిన ఫలితము తప్పుకాదని వ్యక్తమగును.

అంశముచేత ఇంచుమించు సరాసరి ఘనపరిమాణమును కలిగియుండి, B వర్ణమాలావర్గమునుండి M వర్ణమాలావర్గమునకు పోవుసరికి క్షీణించుచున్న యథార్థదీప్తిని కలిగిన నక్షత్రముల సంఖ్య చాల హెచ్చనియును, K, M వర్ణమాలావర్గముల నక్షత్రములలో కొన్ని అధికఘనపరిమాణయుతములై అధిక దీప్తిని కలిగియున్నవనియును, B వర్ణమాలావర్గమునకు చెందిన నక్షత్రములలో అల్పదీప్తిమంతములై అల్పఘనపరిమాణములను కలిగియున్నవి కొద్దిగానున్నవనియును మనకు స్పష్టమగును. ఈమూడు తరగతులకును చెందిన నక్షత్రములలో సరాసరి ఘనపరిమాణమును కలిగియున్న నక్షత్రములకు ప్రధానశ్రేణి తారలని పేరు. మిగిలిన రెండుతరగతులలోను K, M వర్ణమాలావర్గములకు చెంది ఎక్కువ ఘనపరిమాణమును కలిగియున్నవానిని బృహత్తారలనియును, తక్కువ ఘనపరిమాణమును కలిగిన B వర్ణమాలావర్గ నక్షత్రములను శ్వేతవామన తారలనియును పేర్కొందురు. బృహత్తారలకంటె అధిక దీప్తిమంతములును, అధిక ఘనపరిమాణయుతములును నగు నక్షత్రములు కొన్నియున్నవి. వానికి మహాబృహత్తారలని పేరు.

నక్షత్రములను వామనతారలు, బృహత్తారలు అని మొదట వర్గీకరించుట వానిఘనపరిమాణములనుబట్టి జరుగలేదు. 1905 లో హెర్ట్జుస్ప్రింగ్ శాస్త్రజ్ఞుడు ఎరుపురంగు తారల విషయమై గావించిన యనుశీలనమునందు ఎక్కువ దీప్తికలవి, తక్కువదీప్తికలవి మాత్రమేగాని నడిమివిలువనుకలిగియున్నవి తారలలో లేవని వ్యక్తమైనవి. కాబట్టి ఎక్కువదీప్తికల తారలను

బృహత్తారలనియును, తక్కువదీప్తికల తారలను వామన తారలనియును ఆయన పేర్కొనెను. ఈరీతిగా తారలదీప్తినిబట్టి గావించిన విభజన కనుగుణముగనే వాని ఘనపరిమాణములు కూడ నున్నట్లు పిమ్మట వ్యక్తమైనది.

శ్వేతవామనతారలు: ఇంతవరకును శాస్త్రజ్ఞులు పరిశీలించిన నక్షత్రములలో శ్వేతవామనతారలసంఖ్య చాల తక్కువ. వీనిలో ముఖ్యముగా పేర్కొనవలసినది ఫాన్‌మానెన్స్ నక్షత్రము. దీనివ్యాసము ఇంచుమించు భూవ్యాసమంత యుండును. సిరియస్‌నకు సహచరనక్షత్రమైన సిరియస్ B యును, ఎరిడానీ B యును మరిరెండు ముఖ్యమైన శ్వేతవామనతారలు. సిరియస్ B నక్షత్ర ఘనపరిమాణము భూఘనపరిమాణమునకు కొద్దిగా హెచ్చుగానుండిన నుండవచ్చును గాని దాని ద్రవ్యరాశిమాత్రము భూద్రవ్యరాశికి రమారమి 3,00,000 రెట్లున్నది. దీనినిబట్టి శ్వేతవామనతారల ఘనపరిమాణములు అత్యల్పములేమైనను వాని సాంద్రతలుమాత్రము అత్యధికములని మనకు వ్యక్తమగును. ఈతారల యుపరితల తాపక్రమముకూడ హెచ్చుగనేయుండును. అందుననే యవి తెల్లనికాంతితో ప్రకాశింపగలుగుచున్నవి. శ్వేతవామనతారల ఘనపరిమాణములు తక్కువగుటవలన వానిదీప్తి మిక్కిలి తక్కువగనుండును. అందుచే వాని నవేక్షించుట కడుదుర్లభము. శ్వేతవామనతారలలో మొదట నవేక్షితమైనది సిరియస్ B. అది 1915 లో కనుగొనబడినది. ఆతరువాత ఏడుసంవత్సరములకుగాని మరియొక శ్వేతవామనతార కనుగొనబడలేదు.

శ్వేతవామనతారలను కనుగొనుటకై 1927 వ సంవత్సరము నుండియు నొక క్రొత్తపద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞు లనుసరించుచున్నారు. తత్ఫలితముగా రమారమి 20 సంవత్సరముల కాలములో సుమారు 80 శ్వేతవామనతారలను వారు కనుగొనగలిగిరి.

బృహత్తారలు : నక్షత్రముల వర్ణపరాలావర్గములకును వాని యథార్థదీప్తులకును గల సంబంధమును నిరూపించు చిత్రములో ప్రధానశ్రేణితారల క్రిందనున్న మూలలో శ్వేత వామనతారలును, వానికెదురుగానున్న మూలలో బృహత్తార లును నుండును. అందుచేత బృహత్తారలలక్షణములు శ్వేత వామనతారలలక్షణములకు పూర్తిగా విరుద్ధముగానుండునని చెప్పవచ్చును. బృహత్తారలు అత్యల్పమైన సాంద్రతగలవి; కాని వాని ఘనపరిమాణములు చాల హెచ్చు. ప్రధానశ్రేణి తారల ఘనపరిమాణములకంటెను కూడ వీని ఘనపరిమాణము లధికమే. కొన్ని వేలసూర్యులను చేర్చినచో ఇంతవంటి తార యొకటి యేర్పడును. ఈతారల యుపరితలతాపక్రమములు శ్వేతవామనతారల యుపరితలతాపక్రమములకంటెను, ప్రధాన శ్రేణితారల యుపరితలతాపక్రమములకంటెను కూడ చాల తక్కువ. అందువలన వీని యుపరితలములందు ప్రతి చతురపు సెంటీమీటరు భాగమునుండియు ప్రసారితమగుకాంతి చాల తక్కువగనుండును. వీని యుపరితలతాపక్రమములు తక్కు వగుటవలన నివి ప్రసరించుకాంతి సాధారణముగా ఎరుపు రంగుగా నుండును. అందుచేతనే వీనికి బృహదారుణతారలను నామ మేర్పడినది. బీటల్‌గాజ్, ఆంటారెస్, ఒమిక్రాన్‌సిటి

మున్నగునవి యీతరగతి తారల కుదాహరణములు. సూర్యగోళఘనపరిమాణమునకు బీటల్‌గాజ్ నక్షత్రఘనపరిమాణము సుమారు 200 లక్షలరెట్లును, ఆంటారెస్ నక్షత్రఘనపరిమాణము 1100 లక్షలరెట్లును నుండును.

ప్రధానశ్రేణితారలు : నక్షత్రములలో నూటికి 80 పాళ్ళవర్గమునకు చెందినవి. వీని ఘనపరిమాణములు శ్వేతవామనతారల ఘనపరిమాణములంత తక్కువయునుగాక, బృహదాకారతారల ఘనపరిమాణములంత యెక్కువయును గాక సామాన్యముగా సూర్యుని ఘనపరిమాణమంత పరిమాణమును గలిగియుండును. ఈతారల ద్రవ్యరాసులలోను, ఉపరితల తాపక్రమములలోను కొద్ది వ్యత్యాసములున్నవి. ఈవ్యత్యాసములనుబట్టియే వాని వర్ణమాలావర్గములలోను, అవి ప్రసరించుకాంతులవర్ణములోను తేడాలుకలుగుచున్నవి. నీలికాంతితో తేజరిల్లు నక్షత్రములనుండి శోణవర్ణముతో ప్రకాశించు నక్షత్రములవరకును వీరియందున్నవి. ఈవర్గమునకు చెందిన తారలలో ఎక్కువసాంద్రమైనవి నీలితారలు ; తక్కువసాంద్రమైనవి ఎరుపుతారలు.

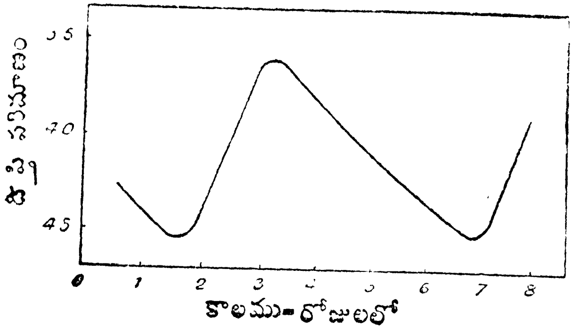
వృద్ధిక్షయతారలు

నక్షత్రముల ననుశీలించినయెడల సాధారణముగా నవి యన్నియు హెచ్చుతగ్గులులేని దీప్తితో ప్రకాశించుచున్నట్లు గోచరించును. కాని కొన్నినక్షత్రముల దీప్తులు మాత్రము ఎల్లపుడును సమానముగానుండక, పర్యాయముగా హెచ్చుచు తగ్గుచు నుండును. ఇట్టి నక్షత్రములకు వృద్ధిక్షయతార లని

పేరు. వృద్ధిక్షయతారల దీప్తులలో వచ్చుమార్పులు అన్నిటియందును సమానముగా నుండవు. కొన్నింటిలో నీ మార్పులు తు. చ. తప్పకుండ ఒక నియమము ననుసరించి జరుగును; మరికొన్నింటిలో నామార్పు పూర్తిగా క్రమరహితము. ఇక కొన్ని నక్షత్రములు అత్యల్పదీప్తిమంతములై యున్నవి యొక్కసారిగా అధికదీప్తిని పొంది, ఆదీప్తితో కొంతకాలము తేజరిల్లి, పిమ్మట ఆదీప్తిని గోల్పోయి మసకబడిపోవును. ఈరీతిగా వృద్ధిక్షయతారలదీప్తులందు సంభవించునట్టి మార్పులనుబట్టి హార్వర్డు విశ్వవిద్యాలయాచార్యుడగు డాక్టరు పికరింగు వానిని 5 తరగతులుగా విభజించెను. (1) సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు, (2) దీర్ఘవ్యవధి వృద్ధిక్షయతారలు, (3) గ్రాహణవృద్ధిక్షయ తారలు, (4) క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలు, (5) నూతనతారలు అని ఆతరగతులకు పేర్లు. వీనిలో సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలును, దీర్ఘవ్యవధివృద్ధిక్షయతారలును, గ్రాహణవృద్ధిక్షయతారలును నియత క్రమములో వృద్ధిక్షయములనుపొందు తారలు. అందుచే వీనిని ఆవర్త వృద్ధిక్షయతారలని పేర్కొందురు. క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలును, నూతనతారలును నియమరహితముగా వృద్ధిక్షయమును పొందును. తన్మూలమున వీనికి ఆవర్తరహితవృద్ధిక్షయతారలను నామ మేర్పడినది.

సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు : సిఫియస్‌నక్షత్రరాశిలోని డెల్టానక్షత్ర మొక విలక్షణమైన వృద్ధిక్షయతార. దీని ముఖ్య లక్షణము రమారమి 24 గంటల కాలములో గరిష్ఠదీప్తినిపొంది, ఆ తరువాత సుమారు 4 దినములకాలములో క్రమముగా కనిష్ఠ

దీప్తిని బడయుట; అనగా దానిదీప్తి వేగముగావృద్ధిచెంది నెమ్మదిగా క్షీణించును. ఈరీతిగా రెండువరుసగరిష్ఠదీప్తుల మధ్యవ్యవధి



40 వ చిత్రము

సిఫియైవృద్ధిక్షయతార (డెల్టాసిఫియై) దీప్తిరేఖాపటము

5.37 దినము లుండును. ఈవ్యవధిని ఆనక్షత్రముయొక్క ఆవర్తనకాలమని మనము పేర్కొనవచ్చును. ఈఆవర్తనకాలములోమాత్ర మెన్నడును ఈషణ్మాత్రమైనను తేడారాదు. ఇట్లు నియమబద్ధమైన తక్కువ ఆవర్తనకాలములుగల తారలకు సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలనిపేరు. వానికా పేరు డెల్టాసిఫియై నక్షత్రమువలననే వచ్చినది.

సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలలో నన్నింటి యావర్తనకాలములును సమానపరిమాణమును కలిగియుండవు. కొన్నిగంటలు మొదలు 50 దినములవరకును ఆవర్తనకాలములుగల తారలు వీనియందున్నవి. ఈవిధముగా ఆవర్తనకాలములలో గల వ్యత్యాసములనుబట్టి తారాపుంజ వృద్ధిక్షయతారలు, పురాణ

వృద్ధిక్షయతారలు అని సిఫియై వృద్ధిక్షయతారలను రెండువర్గములుగా విభజించిరి. తారాపుంజవృద్ధిక్షయతారలలోని వృద్ధిక్షయతారల సరాసరి ఆవర్తనకాలము 0.56 దినము లుండును. వీనిలో హెచ్చుభాగము గోళాకారనక్షత్రసమూహములందే యుండుటవలన తారాపుంజవృద్ధిక్షయతారలను పేరు వీని కేర్పడినది. వీనిలో వట్టికంటికి కనబడు నక్షత్రము లేమియును లేవు. పురాణవృద్ధిక్షయతారలు ఎక్కువ ఆవర్తనకాలముగల సిఫియై వృద్ధిక్షయతారలు. వీనిసరాసరి ఆవర్తనకాలము సుమారు 5.6 దినము లుండును. డెల్టా సిఫియై, పోలారిస్ (ఉత్తర ధ్రువనక్షత్రము) ఇందు కుదాహరణములు. తారాపుంజవృద్ధిక్షయతారలకంటె పురాణవృద్ధిక్షయతారలు ఎక్కువ దీప్తిమంతములైనవి. వీనిలో వట్టికంటికి కనబడునవి అనేకములుగలవు.

సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు మొత్తముమీద ఎక్కువ దీప్తి కలిగినవి. వాని విచిత్రమైన యొకలక్షణము ఆవర్తనకాలమధికమైనకొలదియు వాని యథార్థదీప్తి లేదా సరాసరిదీప్తి అధికమగుట. 1 దినము ఆవర్తనకాలముగల సిఫియై వృద్ధిక్షయతార సరాసరిదీప్తి సూర్యునిదీప్తికి 100 రెట్లుండును. 10 దినములు ఆవర్తనకాలముగలది సూర్యునికంటె 1000 రెట్లు దీప్తిమంతముగానున్నది. ఈవిషయమును హార్వర్డు విశ్వవిద్యాలయమునకుచెందిన లీవిట్ అను యువతి 1912 లో కనుగొనెను. ఆతరువాత కొన్ని సిఫియైవృద్ధిక్షయతారల దూరములను కనుగొని, వాని యథార్థదీప్తులను కట్టి ఆవర్తనకాలములకును, యథార్థదీప్తులకును గల సంబంధమును నిరూపించు రేఖాపట

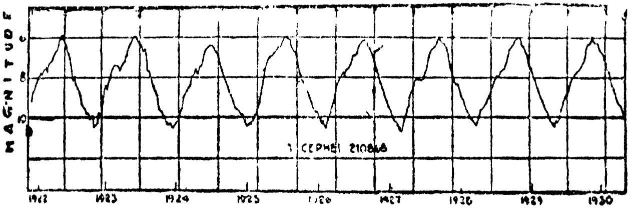
మును షేప్లెవిజ్ఞాని బయలుపఱచెను. ఏదైననొక సిఫైయిడువృద్ధిక్షయ తార యావర్తనకాలము తెలిసినచో, నారేఖాపటసాహాయ్యమున దాని యథార్థదీప్తిని, దానినిబట్టి దానిదూరమును కనుగొనవచ్చును. బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాల దూరములను కొలుచుటకు చక్కని సాధనములుగా సిఫైయిడువృద్ధిక్షయతారలను హాబుల్‌విజ్ఞాని యుపయోగించెను.

సిఫైయిడుతారలదీప్తి వృద్ధిక్షయములను పొందుటకుగల హేతువులనుగూర్చి పలువురుశాస్త్రజ్ఞులు పలురీతుల యూహించిరి గాని వారిలో షేప్లే, ప్లమ్మరువిజ్ఞానులు ప్రతిపాదించిన స్పందనసిద్ధాంతమే పెక్కురకంగీకారమైనది. ఈనక్షత్రములు పర్యాయముగా సంకోచమును వ్యాకోచమును పొందుచున్నవని వారూహించిరి. నక్షత్రము వ్యాకోచించినపుడు దాని ఉపరితల వైశాల్యమధికమై, దానినుండి వికీర్ణమగు మొత్తముకాంతి కూడ అధికమగుటచేత అది యెక్కువదీప్తితో వెలుగొందును. ఇక ఆనక్షత్రము సంకోచించినపుడు దాని ఉపరితలవైశాల్యము తక్కువగుటవలన దానినుండి వికీర్ణమగు మొత్తముకాంతికూడ తగ్గి, దానిదీప్తి క్షీణించును.

సిఫైయిడువృద్ధిక్షయతారలు సంకోచవ్యాకోచములను పొందునపుడు వాని వ్యాసములలో రమారమి నూటికి 10, 15 పాళ్ళు మార్పువచ్చును. మరియును నక్షత్రము సంకోచమును పొందినపుడు దాని అంతస్తాపక్రమమధికమై, వ్యాకోచమును పొందినపుడది తగ్గును. ఈరీతిగా వాని తాపక్రమమందు వచ్చునట్టి మార్పు వేలడిగ్రీలలో నుండును. తాపక్రమమందు

సంభవించుచున్నట్టి యూహాకల్పన కనుగుణముగా వాని వర్ణమాలలందు మార్పు జనించును. కాని సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు చాల దవ్వుగానుండుటచేత వాని యన్నింటి వర్ణమాలలను తీసి పరిశీలించుటకు వీలుచిక్కకున్నది. ఇంతవరకు రమారమి 155 సిఫియైవృద్ధిక్షయతారల వర్ణమాలలనుమాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులు తీయగలిగిరి.

దీర్ఘవ్యవధి వృద్ధిక్షయతారలు: సిఫియైవృద్ధిక్షయతారల ఆవర్తనకాలము కొన్నిగంటలు మొదలు కొన్ని దినములవరకు మాత్రమే యుండును. కాని కొన్ని సంవత్సరముల ఆవర్తనకాలములుగల వృద్ధిక్షయతారలుకూడ ననేకములున్నవి. కొద్దితేడాలున్నను, వీని ఆవర్తనకాలములుకూడ ఒక క్రమము ననుసరించియే యుండును. ఎఱుపురంగు తారలలోను, బృహత్తారలలోను ఇట్టువంటి నక్షత్రములు కొన్ని యున్నవి. ఆర్. సర్పెంటిస్, టి. సిఫియై నక్షత్రములిందుకు



41 వ చిత్రము

దీర్ఘవ్యవధివృద్ధిక్షయతార (టి-సిఫియై) దీప్తిరేఖాపటము

మంచి నిదర్శనములు. ఆర్. సర్పెంటిస్ యొక్క ఆవర్తనకాలము 357 దినములు; టి. సిఫియైయొక్క ఆవర్తనకాలము 387 దినములు.

క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలు : కొన్నితారల దీప్తులందుకలుగు వృద్ధిక్షయములలో నొక క్రమమేమియు నుండదు. అవి యెప్పుడు గరిష్ఠదీప్తిని పొందునో, గరిష్ఠదీప్తిని పొందినప్పుడేపరిమాణతారగా నవి తేజరిల్లునో మనము చెప్పలేము. ఈరీతిగా దీప్తియందు వృద్ధిక్షయములను పొందుటలో నొక క్రమము ననుసరించని తారలకు క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలని పేరు. ఎఱ్ఱరంగు నక్షత్రములలోనే యిట్టితారలుకూడ మనకు ప్రత్యక్షమగును. ఒరయన్ రాశిలోని బీటల్‌గాజ్ నక్షత్రము ఈరకముతారల కొక మంచి యుదాహరణము. ఈతరగతి తారల దీప్తులయందు వృద్ధిక్షయము లిట్లు క్రమరహితముగా జరుగుటకుగల కారణము శాస్త్రజ్ఞుల కింతవరకు పూర్తిగా నవగతముకాలేదు. ఈనక్షత్రములపైన తక్కువ కాంతిమంతమైన మేఘము లున్నవనియును, ఈమేఘములానక్షత్రములకును మనకును నడిమికివచ్చినప్పుడు ఆనక్షత్రముల కాంతి తగ్గునని యును, అవి ప్రక్కకు పోయినప్పుడు ఆనక్షత్రము లధికదీప్తితో ప్రత్యక్షమగుచున్నవనియు నొక వాదమున్నది. ఈవాద మెంతవరకు సమంజసమైన దన్నది యొక పెద్దప్రశ్నము !

నూతనతారలు : వృద్ధిక్షయతారలలో మిక్కిలి విచిత్రమైనవి నూతనతారలు. ఒకవిధముగా నివియును నియతవ్యవధిలేని వృద్ధిక్షయతారలే. ప్రారంభమం దివి వట్టికంటికి కానరానియంత అల్పదీప్తిమంతములై యుండును ; ఆతరువాత హఠాత్తుగా నివి యధికదీప్తినిపొంది ఒక్కొక్కప్పుడు సిరియస్,

గురుడు, శుక్రుడువంటి నభోమూర్తుల కంటెనుకూడ హెచ్చు
దీప్తితో కొంతకాలము ప్రకాశించి, పిమ్మట క్రమముగా తమ
దీప్తిని గోల్పోయి, తిరిగి మసుగుపడిపోవును. నూతననక్షత్ర
ముల ముఖ్యమైన లక్షణమిదియే. ఇట్టివి మసుగుపడిపోవుట
తాత్కాలికమైనను కావచ్చును; లేదా శాశ్వతమైనను
కావచ్చును.

గతశతాబ్దములలో నూతన నక్షత్రములను కొన్నింటిని
శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించి రికార్డు చేసిరి. వానిలో ముఖ్యమైనది
1572 వ సంవత్సరము నవంబరు నెలలో టైకో బ్రాహి యవే
క్షించినట్టిది. ఇది రెండు దినములలో రమారమి శుక్రుని దీప్తి
యంత దీప్తిని పొంది, పగటిసమయమునకూడ కనిపించిన
దట. ఆవిధముగా నిది రమారమి 16 నెలల కాలము ప్రకా
శించి, పిమ్మట అదృశ్యమైనది. 1604 లో ఒఫియూకస్
రాశియందొక నూతననక్షత్రమును కెప్లర్ విజ్ఞాని కనుగొనెను.
టైకో బ్రాహి యవేక్షించిన నూతననక్షత్రమంత కాకపోయి
నను గురుగ్రహదీప్తితో తుల్యమైన దీప్తి నది పొందినది. ఈ
శతాబ్దప్రారంభము నుండియును కేవలము వట్టికంటితో నవే
క్షించి గాక ఛాయాచిత్రఫలకముపై ఛాయాచిత్రములను తీసి
నూతననక్షత్రములను కనుగొను పద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞు లనుసరించు
చున్నారు. తత్ఫలితముగా ననేక నూతననక్షత్రము లిటీవల
యవేక్షితములైనవి. 1900 ల సంవత్సరమునుండియు నవేక్షి
తములైన నూతననక్షత్రములలో మిక్కిలిదీప్తిమంతమైన వానిని
281 వ పుటలోని పట్టికను బట్టి తెలిసికొనవచ్చును.

పట్టిక

నూతన నక్షత్రము పేరు.	అపేక్షింపబడిన సంవత్సరము	గరిష్ఠ దృశ్యదీప్తి
నోవా పెర్సై	1901	0.2
నోవా లాసెర్టి	1910	4.6
నోవా జెమినోరమ్	1912	3.5
నోవా సగిట్టె	1913	7.2
నోవా ఏక్విలె	1918	1.1
నోవా లైరా	1919	6.5
నోవా ఒఫియూకై	1919	7.4
నోవా సైగ్ని	1920	2.0
నోవా పిక్టోరిస్	1925	1.2
నోవా హెర్క్యులిస్	1934	1.4
నోవా లాసెర్టి	1936	1.9
నోవా ప్యూపిస్	1942	0.4
నోవా కొరోనా బొరియాలిస్	1946	3.2

నూతననక్షత్రములు క్రొత్తగా జనించిన నక్షత్రములని శాస్త్రజ్ఞులు ప్రారంభమున తలచుచుండెడివారుగాని యిటీవలి పరిశోధనలవలన నవి సత్యముగాదని తెల్లమైనది. ఆకాశములో నూతననక్షత్రము ప్రత్యక్షమైనతావున అత్యల్పదీప్తిమంతమైన నక్షత్రమొకటి అంతకు ముందే యుండియున్నట్లు అనేకనూతన

నక్షత్రముల విషయములో స్పష్టమయ్యెను. 1934 లో హెర్క్యులస్ రాశియం దగపడిన నూతననక్షత్రము ఆదిలో 15 వ పరిమాణతారగా నుండెడిది. ఆతరువాత కొద్దిదినముల వ్యవధిలో 1.4 పరిమాణతారగా నది పరివర్తనమందినది. 1901 లో పెర్సియస్ రాశియం దగపడిన నూతననక్షత్రవిషయమునకూడ నింతే. నట్టికంటి కగపడుటకు మూడుదినములకు పూర్వము 13 వ పరిమాణతారగా నదియుండెను. ఆ తరువాత ఇంచుమించు 3 దినముల కాలములో రమారమి 1,00,000 రెట్లు దీప్తినిపొంది, 0.1 పరిమాణతారగానది పెంపొందినది. ఆతరువాత సుమారు 18 నెలలకది ఆ యధికదీప్తిని గోల్పోయి, తిరిగి తన తొల్లింటి పరిమాణమునకు దిగజారినది. దూరదర్శినితో చూచినయెడల ఇప్పటికిని నది ఆకాశమందు దామండలములో గోచరమగుచునేయుండును. 1942 లో గరిష్ఠదీప్తిని పొంది ప్యూపిస్ రాశియందు గోచరమైన నూతననక్షత్రముకూడ గణనీయమైనదే. రమారమి 17 వ పరిమాణనక్షత్రమునుండి యనతికాలములో నది ప్రథమపరిమాణతారకంటెనుకూడ దీప్తిమంతమైన నక్షత్రముగా పరిణామము పొందినది. కాని ఆ గరిష్ఠదీప్తితో చాలకాల మది ప్రకాశింపలేదు. గరిష్ఠదీప్తిని పొందిన మరుచటిదినమునుండియే దాని దీప్తి తగ్గుట కారంభించినది ; ఒక నెలదినములలోనది ఆరవపరిమాణతారకంటెను తక్కువపరిమాణముగల తారగా మార్పునుపొంది, నట్టికంటికి ఆనదయ్యెను. అంతటినుండి దాని దీప్తియందు తగ్గుదల చాల తక్కువగనే యున్నది.

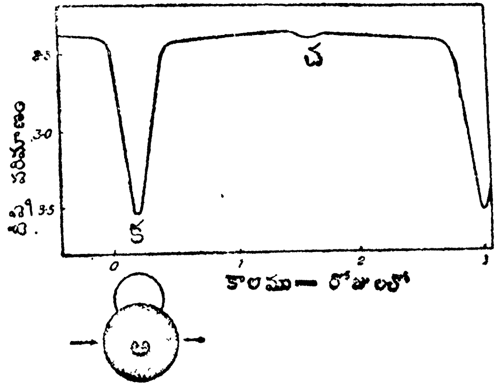
నూతననక్షత్రముల దీప్తియం దీకిరిగా అత్యధికమైన మార్పువచ్చుటకు గలకారణము శాస్త్రజ్ఞులకుగూడ పూర్తిగా స్పష్టముకాలేదు. నూతననక్షత్రగర్భమందు, ఏహేతువుచేతనో తెలియదు గాని, అత్యధిక పరిమాణమున ఉత్స్ఫోటనము జరిగియుండుననియును, ఈఉత్స్ఫోటనఫలితముగా సంభవించిన అత్యధికతాపక్రమమువలన ఆనక్షత్రమధికదీప్తిని పొందియుండుననియును శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు. నూతననక్షత్రములు అధికదీప్తిని పొందియున్న సమయములందు వానిని చుట్టియుండెడి వాయువుల వర్ణమాలలను దీసి యనుశీలించుటవలన, ఆవాయువులు సెకనునకు కొన్నివందలమైళ్ళ వేగముతో ప్రయాణముచేయుచున్నట్లుల వ్యక్తమైనది. అందుచేత నూతననక్షత్రములందు ఉత్స్ఫోటనములు సంభవించుచున్నవని భావించుట కవకాశము కలుగుచున్నది. గరిష్ఠదీప్తిని పొందినతరువాత నూతననక్షత్రముల నవేక్షించినచో వానిని పరివేష్టించి అతి పలుచనైన ద్రవ్యమున్నట్లులను, ఆద్రవ్యము క్రమముగా వ్యాకోచమును, నడుమనున్న నూతననక్షత్రముమాత్రము సంకోచమును పొందుచున్నట్లులను వ్యక్తమగును. నూతననక్షత్రగర్భమందు ఉత్స్ఫోటనము జరుగుటచేతనే యవి అధికదీప్తిమంతములయ్యెనను అభిప్రాయము నీ నిదర్శనముకూడ రూఢమొనర్చుచున్నది.

సాధారణముగా నూతననక్షత్రములన్నియును కంటికి ఆనని స్థితినుండి హఠాత్తుగా నొక్కసారి అత్యధికదీప్తినిబొంది, పిమ్మట క్రమముగా తమదీప్తిని గోల్పోయి, తిరిగి కంటికి ఆన

కుండ పోవును. ఆతరువాత మరల నానక్షత్రము హెచ్చుదీప్తిని పొందదు. నూతననక్షత్రములన్నియు సామాన్యముగా నీ ప్రకృతినే కలిగియున్నను, కొన్నికొన్ని నూతననక్షత్రములు మాత్రము ఒకసారి గరిష్ఠదీప్తినిపొంది, తిరిగి దానిని గోల్పోయి, ఆటుతరువాత మరికొంతకాలమునకు తిరిగి అధికదీప్తినిపొంది, తిరిగి ఆదీప్తిని కోల్పోవుట......కలదు. ఈవిధముగా రెండు మూడుసార్లు వానిదీప్తి వృద్ధిక్షయములను పొందును. ఇంత వరకు గిట్టినూతననక్షత్రములను మూడింటినిమాత్రమే శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించిరి. వీనికి పునరావృత్తనూతననక్షత్రములని పేరు. 1896, 1933 సంవత్సరములలో గరిష్ఠదీప్తిని పొందిన ఆర్. ఎస్. ఒఫియూకై నక్షత్రమును, 1890, 1902, 1920, 1945 సంవత్సరములలో గరిష్ఠదీప్తిని పొందిన టి. పైక్సిడిస్ నక్షత్రమును ఇట్టివే.

నూతననక్షత్రములలో మిక్కిలి హెచ్చుదీప్తిని పొందిన వానిని 'సూపర్ నోవా' లని పేర్కొందురు. నూతననక్షత్రముల గరిష్ఠదీప్తి –9 పరిమాణనక్షత్రదీప్తికంటె ఎక్కువ యుండదు; సూపర్ నోవాల గరిష్ఠదీప్తి –12 నకు –16 నకును మధ్యపరిమాణములుగల నక్షత్రముల దీప్తులతో తుల్యముగ నుండును. వీనిదీప్తి కనిష్ఠపరిమాణమును పొందినపుడవి యేపరి మాణనక్షత్రముగ నుండునో యింతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనలేకపోయిరి. నూతననక్షత్రములకును, సూపర్ నోవాలకును గల వ్యత్యాసము వాని గరిష్ఠదీప్తులకంటెనుకూడ వాని వర్ణమాలలందు హెచ్చుగా వ్యక్తమగును.

గ్రాహ్యవృద్ధిక్షయ తారలు: వృద్ధిక్షయ తారలలో మరియొక తరగతికి చెందినవి గ్రాహ్యవృద్ధిక్షయ తారలు. వీని దీప్తులలో గోచరమగుచున్న వృద్ధిక్షయములు వాస్తవముగా వాని యథార్థదీప్తులలో కలుగుచున్న వృద్ధిక్షయములవలన సంభవించుటలేదు. భూసూర్యులకు నడుమగా కాంతిహీనమైన చంద్రుడు వచ్చినపుడు సూర్యుని దృశ్యదీప్తి యేరీతిగా తగ్గుచున్నదో ఆరీతిగనే నక్షత్రములజంటలో కాంతిమంతమైన యొకనక్షత్రము చుట్టును తిరుగుచున్న కాంతిహీనమైన నక్షత్రము అవేక్షకునకును, ఆకాంతిమంతమైన నక్షత్రమునకును



42 వ చిత్రము

గ్రాహ్యవృద్ధిక్షయ తార దీప్తిరేఖాపటము.

నడుమగావచ్చుట తటస్థపడినపుడు, కాంతిమంతమైన నక్షత్ర దీప్తిలో తగ్గుదల అభివ్యక్తమగును. అందుచేత నది వృద్ధిక్షయ తారగా గోచరమగును. పెర్సియస్ రాశిలోని ఆల్గాల్ (బీటా

పెర్సై నక్షత్రము గ్రహణదృక్షుల తారలకు విలక్షణమైన యుదాహరణము. ఇట్టి నక్షత్రములను గూర్చి చర్చించుటకు ముందు నక్షత్రసమూహములనుగూర్చి వివరింపవలసియున్నది.

నక్షత్ర సమూహములు

ఒకదానిప్రక్కనే యొకటి యుండునట్లు తెల్లని గోడ మీద రెండు సిరాబొట్లను వేసి, కొంచెము దూరమునుండి వానిని చూచినయెడల, అవి రెండును ఏకబిందువుగా గోచరమగును. కాని దగ్గరకు పోయిగాని, దూరదర్శినితో గాని వానిని చూచినచో రెండు వేర్వేరు బొట్లుగనే యవి ప్రత్యక్షమగును. అట్లే వట్టికంటికి ఏకనక్షత్రముగా గోచరమగు నక్షత్రములను దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు అందుకొన్ని రెండునక్షత్రములుగనో, మూడునక్షత్రములుగనో లేదా అంతకంటె నెక్కువ నక్షత్రములుగనో విడివడి కనిపించుటకలదు. ఇట్లు దూరదర్శినితో చూచినపుడు ఒకనక్షత్రము రెండుగా విడివడి కనిపించినచో అట్టి నక్షత్రములను జంటతారలు లేదా యుగళతారలనియును, రెండుకంటె ఎక్కువ నక్షత్రములుగా విడివడినచో వానిని బహుళతారలనియును, అసంఖ్యాకములుగా విడివడినచో వానిని తారాపుంజములనియును వ్యవహరింతురు.

యుగళతారలు : యుగళతారలందు చాక్షుషయుగళములు, భౌతికయుగళములు అని రెండురకములున్నవి. చాక్షుషయుగళములలోని నక్షత్రములు రెండును భూమినుండి ఇంచుమించు ఒకేదృక్ రేఖలో నుండుటవలన ఒకదానికొకటి మిక్కిలి

చేరువగా నుండినట్లు కనిపించుచుండును గాని వాస్తవముగా వాని నడుమ కొన్నికోట్లమైళ్ళ దూరముండును; భూమ్యంతర నభోమూర్ధ్ని కేగి చూచినచో నవి రెండును రెండు విడినక్షత్రములుగా ప్రత్యక్షమగుననుటకు సందేహములేదు. చాక్షుష యుగళములోని నక్షత్రముల నడిమిదూరము మిక్కిలి యెక్కువ యగుటవలన వానినడుమ నెట్టి భౌతికసంబంధమును నుండదు; అవి యొకదానిపై నొకటి పరస్పరము ఎన్నదగిన గురుత్వాకర్షణబలమును ప్రవర్తించుకొనలేవు. అరుంధతీ వసిష్ఠ నక్షత్రములు, డెల్టా హెర్క్యులిస్ మున్నగునవి చక్కని చాక్షుష యుగళములు. అరుంధతీ వసిష్ఠనక్షత్రముల మధ్యదూరము 12′. దృష్టిమాంద్యమున్నవారు ఆ రెండు నక్షత్రములు విడివడి యున్నవని గ్రహించలేరుగాని మంచి దృష్టిగలవారి కవి రెండును రెండు ప్రత్యేకనక్షత్రములుగ సులభముగనే గోచరించును. అరుంధతీ వసిష్ఠనక్షత్రములవలె వట్టికంటికికూడ జంటతారలుగ గోచరించువానిని 'నేకెడ్ ఐ డబుల్స్' అని అందురు.

చాక్షుషయుగళములోని నక్షత్రములవలెగాక భౌతిక యుగళములోని నక్షత్రములు సాపేక్షముగా సన్నిహితముగా నుండుటవలన నవి పరస్పర గురుత్వాకర్షణప్రభావమునకులోనై యుండి, వాని సామాన్యగురుత్వకేంద్రముచుట్టును పరిభ్రమించుచుండును. యుగళతారలలోని రెండునక్షత్రములును ఎల్లప్పుడు సమానవర్ణమునే కలిగియుండవు. అట్లు భిన్నవర్ణములతో ప్రకాశించు నక్షత్రములలో ఒకదానిచుట్టు వేరొకటి తిరుగుచుండుటను దూరదర్శినితో తిలకించినప్పు డెంతమనోహరముగ

నుండును ! ఏయే పరిమాణముల తారలు ఎంతెంత దూరమున నున్నప్పుడు ఒకదానిపైనొకటి యెన్నదగిన ఆకర్షణబలమును ప్రసరింపజేసికొనగలవో ఐట్కెన్ విజ్ఞాని గణించి, ఆయా పరిమాణముల నక్షత్రములు అంతదూరమునకు లోపుననున్నప్పుడే వానిని యుగళతారలని పేర్కొనుటకు వీలున్నదని ఒకనియమ మేర్పరచెను. అట్టి యుగళతారలను సుమారు 20,000 లను దూరదర్శిని సాహాయ్యమున శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. అయితే జంటతారలుగానున్న నక్షత్రములసంఖ్య యింకను చాల అధికమనుట నిర్వివాదము. ప్రతి 20 నక్షత్రములలోను 8 నక్షత్రములు జంటతారలని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

భౌతికయుగళములోని తారల ముఖ్యలక్షణము పరస్పర గురుత్వాకర్షణబలమునకు లోనై యుండుటగదా. భూసూర్య గోళములు ఒకదానిపైనొకటి పరస్పరము గురుత్వాకర్షణ బలమును ప్రసరించుకొనుచుండుటచేతనే అధికద్రవ్యసంచయముగల సూర్యునిచుట్టు భూమి తిరుగుచున్నది. అట్లే భూచంద్రుల జంటలో, అవిరెండును ఒకదానిపైనొకటి గురుత్వాకర్షణబలమును కలిగియుండుటవలన ఎక్కువద్రవ్యసంచయముగల భూమిచుట్టు తక్కువద్రవ్యసంచయముగల చంద్రగోళము తిరుగుచున్నది. ఆవిధముగనే భౌతికయుగళములోని తారలలో ఒకదానికంటె రెండవది మిక్కిలి యెక్కువ ద్రవ్యసంచయమును కలిగియున్నప్పుడు, ఎక్కువ ద్రవ్యసంచయముగల నక్షత్రము చుట్టును తక్కువ ద్రవ్యసంచయముగల నక్షత్రము తిరుగుచుండును. దాని పరిభ్రమణకాలమును, వేగమునుకూడ వాని

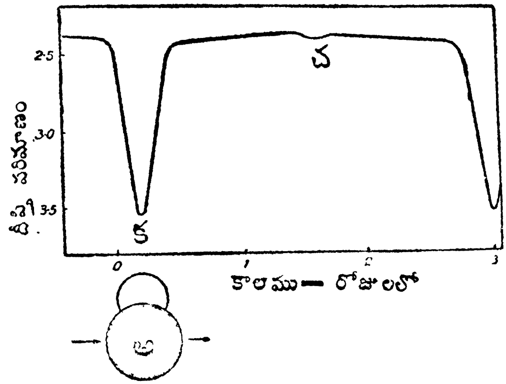
పరస్పరాకర్షణబలమునుబట్టి యుండునని వేరే చెప్పనక్కర
లేదు. కాని సాధారణముగా జంటతారలలో రెండింటి ద్రవ్య
సంచయములలోను అనేకమైన వ్యత్యాసముండదు. ఆసందర్భ
ములో నవిరెండును తమ సామాన్యగురుత్వకేంద్రముచుట్టును
తిరుగుచుండును. ఒకనక్షత్రము భౌతికయుగళమో, కాదో యను
విషయమును ఆయుగళములోని నక్షత్రములు తమ సామాన్య
గురుత్వకేంద్రముచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవని నిరూపించుట
వలనగాని, లేదా అవిరెండును సమాన యథార్థవేగముతో
నంతరాళమున సంచరించుచున్నవని నిర్ధారించుటవలనగాని
గ్రహింపవచ్చును. ఒక తారాయుగళములోని నక్షత్రములు
అవేక్షకుని దృష్టిమార్గమున కడ్డముగా గమించుచున్నయెడల
దూరముననున్న నక్షత్రములనుబట్టి వానిస్థానమందు మార్పు
వచ్చును. భూమినుండి ఆనక్షత్రములదూరములు తెలిసినచో,
ఆనక్షత్రములస్థానమందు వచ్చిన మార్పునుబట్టి వాని గమన
వేగములను కనుగొనవచ్చును. నక్షత్రములు మన దృష్టిమార్గ
మున కడ్డముగాగాక సరిగా మన దృష్టిమార్గములోనే, అనగా
మనమీదికిగాని, లేదా మననుండి తిన్నగా వెనుకకుగాని
ప్రయాణముచేయుచుండినట్లయిన, వానిస్థానములందు మార్పు
గోచరముకాదు. కాబట్టి పైవిధముగా వీనివేగములను కనుగొన
లేము. అట్టినక్షత్రముల వేగములను వానివర్ణమాలల సాహా
య్యమున కనుగొందురు. నక్షత్రవర్ణమాలలందు ఫ్రాన్ హోఫర్
రేఖ లనేకములుండునుగదా. మనదృష్టిమార్గముయొక్క దిశలో
సంచరించుచున్న యొకనక్షత్రము మననుండి దూరముగాపోవు

చున్నయెడల, దాని వర్ణమాలలోని ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలు సామాన్యముగనుండవలసినతావున నుండక, అన్నియును కలసి ఎరుపురంగువైపునకు జరిగి ప్రత్యక్షమగును; ఇకనక్షత్రము మన దృష్టిమార్గములో సరిగా మనవైపునకు ప్రయాణముచేయుచున్నయెడల, దాని వర్ణమాలలోని ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలన్నియును ఊదావైపునకు జరిగి గోచరమగును. ఈవిధముగా వర్ణమాలారేఖలస్థానమందు వచ్చిన అపసారపరిమితినిబట్టి ఆనక్షత్రముల వేగములను కనుగొనవచ్చును.

జంటతారలలో ఒకటి దీప్తిమంతమైనదియును, రెండవది దీప్తిహీనమైనదియును అయియుండి, ఆ జంటతారల పరిభ్రమణ కక్ష్యాతలము అవేక్షకుని దృక్‌రేఖాతలమందే యించుమించు ఉన్నచో, అవేక్షకునకును అధికదీప్తిమంతమైన నక్షత్రమునకును నడుమగా దీప్తిహీనమైన నక్షత్రమువచ్చుట తటస్థపడినపుడు (భూసూర్యులకు నడుమ చంద్రుడు వచ్చినపుడు సూర్యుడు గ్రస్తమైనట్లు) అధికదీప్తిమంతమైన నక్షత్రము గ్రస్తమగును; లేదా మహాదీప్తిమంతమైన నక్షత్రముకంటె తక్కువదీప్తిమంతమైన నక్షత్రము ఘనపరిమాణములో చిన్నదియైనయెడల, మహాదీప్తిమంతమైన నక్షత్రదీప్తిలో మాంద్యము హెచ్చుగానుండును. ఇట్టి జంటతారలను గ్రాహియుగళతారలను ప్రత్యేకనామముతో వ్యవహరింతురు. గ్రాహివృద్ధిక్షయ తారలను మరియొక నామముకూడ వీనికిగలదు. పెర్సియస్ రాశికిచెందిన ఆల్గాల్‌నక్షత్ర మిట్టిదే.

జంటతారలలో దూరదర్శినికూడ విడదీయజాలని కొన్ని నక్షత్రములయునికిని వర్ణమాలాదర్శిని సాహాయ్యమున కను

గానవచ్చును. అట్టివానికి వర్ణమాలాయుగళములని పేరు. వర్ణమాలాయుగళపు వర్ణమాలను కొంత కాలవ్యవధిలో మరల



43 వ చిత్రము

గ్రాహియుగళతార దీప్తిరేఖాపటము.

అ-అను దీప్తిహీనమైన తార దీప్తిమంతమైన తారచుట్టును పరిభ్రమించుచు అవేక్షకునకును దీప్తిమంతమైనతారకును సరిగా నడుమకు వచ్చినపుడు, దీప్తిమంతమైన తార అచ్ఛాదింపబడును గాన ఆయుగళతారనుండి అవేక్షకుని చేరుకొను మొత్తముకాంతి క్షీణించి దానిదీప్తి కనిష్ఠపరిమాణమును పొందును. చిత్రములో క- అనుబిందువు యుగళతారయొక్క యీస్థితిని సూచించును. దీప్తిహీనమైనతార దీప్తిమంతమైన తారచుట్టును పరిభ్రమించుటలో, అవేక్షకునకును దీప్తిహీనమైన తారకును నడుమగా దీప్తిమంతమైన తార వచ్చినప్పుడు, దీప్తిమంతమైనతార యొక్క-దానినుండిమాత్రమే తేజస్సు అవేక్షకుని చేరును కాబట్టి అప్పు డాయుగళముయొక్క మొత్తము దీప్తిలో కొద్దిపాటి తగ్గుదల సంభవించును. చిత్రములో చ- అను బిందు వీస్థితిని సూచించును.

మరల తీసి పరీక్షించినయెడల, ఆవర్ణమాలయందలి ప్రతిరేఖ యును రెండుగా విడివడి ప్రత్యక్షమగును. వర్ణమాలాయుగళము లోని రెండుతారలును అవేక్షకుని దృగ్రేఖాదిశయందే యున్నపుడు, ఆ రెండుతారల వర్ణమాలారేఖలును ఒకదానితోనొకటి ఏకీభవించుటచేత, ఏకరేఖలుగనే యవి గోచరించును. కాని అవి యవేక్షకుని దృక్రేఖాదిశయందు లేనపుడు దృక్రేఖా దిశయందు వాని వేగపరిమాణములు భిన్నమగుటవలన, వాని వర్ణమాలారేఖలు రెండుగా విడివడి కనపడును.

బహుళతారలు : దూరదర్శినితో చూచినపుడు వట్టి కంటికి ఏకనక్షత్రముగా కనపడుచున్న కొన్ని నక్షత్రములు మూడుగాని, నాలుగుగాని, అయిదుగాని, ఆరుగాని, ఏదో యొకపరిమితసంఖ్యగల నక్షత్రములుగా గోచరింపవచ్చును. ఇట్టి నక్షత్రములను బహుళతారలనిపేరు. కేస్టర్ (ఆల్ఫాజెమి నోరమ్) నక్షత్రము బహుళతారలకొక యుదాహరణము. వట్టి కంటికి ఏకనక్షత్రముగా గోచరించుచున్న యీతార సామాన్య దూరదర్శినితో చూచినపుడు జంటతారగా నగపడును. ఈ జంటతారలోని నక్షత్రములను వేర్వేరుగా వర్ణమాలాదర్శినితో నవేక్షించినపుడు, అవి తిరిగి ఒక్కొక్కటి రెండేసిగా విడివడి నట్లు వ్యక్తమగును. ఈరీతిగా వట్టికంటికి ఏకనక్షత్రముగా గోచరమైన యీతార నాలుగు నక్షత్రముల సమూహమని తెల్లమైనది. ఇక కేస్టర్ నక్షత్రమునకు రమారమి 73" దూర మందు 9 వ పరిమాణమునకు చెందిన నక్షత్రమొకటియున్నది. ఈనక్షత్రమును వర్ణమాలాదర్శినితో ననుశీలించినచో నది

యొక జంటతారయని స్పష్టమగును. ఈఆరు నక్షత్రములును కూడ పరస్పరగురుత్వాకర్షణాబలమునకు లోనయియే ప్రవర్తించుచున్నవి.

తారాపుంజము: తారాపుంజములందు వందలకొలది నక్షత్రము లుండును; అవియన్నియు పరస్పరగురుత్వాకర్షణ బలమునకు లోనయికూడ నుండును. తారాపుంజములందలి నక్షత్రములన్నియును సమానపరిమాణమును, దిశయునుగల వేగముతో కలసికట్టుగా ప్రదేశమున సంచరించుచుండును. అట్లుగానిచో నవి వేనికవి చెల్లాచెదరై పోవునని వేరేచెప్ప నక్కరలేదు. అప్పుడవి పుంజముగా నెట్లుండగలవు!

తారాపుంజములందు వివృతపుంజములు, గోళాకార పుంజములు నని రెండురకము లున్నవి. చీకటిరాత్రులలో వట్టికంటితో ప్లియడీస్‌ను చూచినయెడల, 7 నక్షత్రముల గుంపుగా నది కనపడును. కాని అనేక అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినితో చూచినపుడు 5, 6 వందల నక్షత్రముల గుంపుగానది ప్రత్యక్షమగును. హయాడిస్, కోమాబెర్నెసెస్ మున్నగునవికూడ ఇట్టి తారాపుంజములే. తారాపుంజములు వట్టికంటితో చూచినపుడు ఎక్కువ ఆకర్షణీయముగా నుండక పోవచ్చునుగాని దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు మాత్రము కడుమనోహరముగానుండును. నల్లని పృష్ఠభూమిపై తెల్లని కాంతులతో ధగధగ మెరయుచున్న ఆవందలకొలదినక్షత్రములు నయనానందకరమైన దృశ్యమును ప్రదర్శించుటలో నబ్బుర మేమున్నది!

ప్లియడీస్ తారాపుంజమందలి యొకనక్షత్రమునకును మఱియొకనక్షత్రమునకును నడుమ, ఆనక్షత్రము లొకదాని కొకటి యెట్టిసంబంధమును లేని ప్రత్యేకనక్షత్రము లనుకొనుటకు తగినంత యెడముండును. కాని పైనిపేర్కొనినట్లు ఇవియన్నియు ఒకేపరిమాణముగల వేగముతో ఒకేదిశగా ప్రదేశములో ప్రయాణముచేయుచున్నవి. ఇట్టిగుంపులనే వివృతతారాపుంజము లనిపేర్కొందురు. వివృతపుంజములన్నియును సాధారణముగా పాలపుంతయందుగాని, దానికి సమీపమునగాని యుండుట వలన, అవి యన్నియు మన గెలాక్సీకి చెందినవే యనుట నిశ్చయము. ఈకారణమున వీనికి గెలాక్టికపుంజము లనికూడ వ్యవహారమేర్పడినది. ఈగెలాక్టికపుంజములలో సూర్యకుటుంబమున కెక్కువ చేరువగానున్నది హయాడిస్. భూమినుండి దానిదూరము 130 కాంతిసంవత్సరములు. ఇంతవరకు రమారమి 300 వివృతపుంజములను శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించిరి. వివృతపుంజవ్యాసము సరాసరిని 20 కాంతిసంవత్సరము లుండును.

వివృతపుంజములందువలెగాక గోళాకారపుంజములందు వేలకొలదినక్షత్రములు, మిక్కిలి సన్నిహితముగా, చేరియుండును. ఇక పుంజము నడుమకు పోయినకొలదియు దానిలోని నక్షత్రములు క్రమముగా దట్టమగును. హెర్క్యులస్ రాశిలోని M-13 చక్కని గోళాకారపుంజము.

గోళాకారపుంజములనుగూర్చి షేప్లేవిజ్ఞాని యెక్కువగా ననుశీలించెను. ఆయన యవేక్షణలవలన మననక్షత్ర కుటుంబములో రమారమి 93 గోళాకారపుంజము లున్నట్లు విదితమైనది. కాని మఱికొన్ని గోళాకారపుంజములందుండుట కవ

కాశము లేకపోలేదు. సాధారణముగా నివియన్నియును పాల పుంతయున్న భాగమునగాక దానికి వెలుపలనేయుండును. మన నక్షత్రకుటుంబములో అవియేయెక్కువదూరమందున్న మూర్తులు. మననక్షత్రకుటుంబపు సరిహద్దులందవి యున్నవని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. ఈ గోళాకారసమూహములలో భూమికి మిక్కిలిదగ్గరగా నున్నది 18,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందును, మిక్కిలి దూరముగానున్నది 1,84,000 కాంతి సంవత్సరముల దూరమందును నున్నదని షేప్లేవిజ్ఞాని యూహించెను. ఈపుంజములందలి సిఫియైడ్వృద్ధిక్షయ తారలనుబట్టియే వానిదూరములను కనుగొనుటకు వీలుచిక్కినది.

నక్షత్రమేఘములు : నక్షత్రసమూహములలో యుగళ తారలు, బహుళతారలు, తారాపుంజములునుగాక నక్షత్ర మేఘములను మరియొకతరగతి మూర్తులుకూడ నున్నవి. తారా పుంజములందు నక్షత్రములు వందలలోనో వేలలోనోయున్నచో నక్షత్రమేఘములందవి కోట్లలో నుండును. మన గెలాక్సీలోని నక్షత్రములు అన్నిదిశలలోను సమానసాంద్రముగా లేవు; ఒకొక్కచోట ఎక్కువదట్టముగను, వేరొకచోట మిక్కిలి పలుచగను అమరియుండి యున్నవి. ఈవిధముగ ఎక్కువదట్ట ముగనున్న తావులందలి నక్షత్రములు మేఘమును స్ఫురింప జేయును. ఇట్టివానికే నక్షత్రమేఘములని పేరు. సగిటేరియస్ రాశిలో పెద్దనక్షత్ర మేఘమొకటి గలదు. మన గెలాక్టికమండ లములోని నక్షత్రములలో ఎక్కువభాగ మిక్కడనే గుమికూడి యున్నవి. ఆకాశములో సూర్యుడున్న భాగముకూడ ఒక నక్షత్రమేఘములోనిదే. దానికి స్థానికనక్షత్రమేఘమని పేరు.

వట్టికంటికి కనబడుచున్న నక్షత్రములలో హెచ్చుభాగము ఈస్థానికనక్షత్రమేఘమునకు చెందియున్నవి. పాలపుంత తలమునకు రమారమి 12° ఏటవాలుగా దాని తలముగలదు. సుమారు 20,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమునకు వ్యాపించియును, 7,000 కాంతిసంవత్సరముల మందమును కలిగియును నిది యున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

పాలపుంతప్రక్కగా నొకవైపున బహుదూరములో రెండునక్షత్రమేఘము లున్నవి. ఉత్తరార్ధగోళము కంటె దక్షిణార్ధగోళమునుండి యవేక్షించినపుడివి బాగుగా కనిపించును. దక్షిణార్ధగోళమందు మేగిలాన్ జలసంధులున్న తావునుండి చూచినపుడివి ఇంచుమించు శీర్షబిందుభాగముగుండ ప్రయాణముచేయుచున్నట్లగపడుటచేత, వీనికి మేగిలాన్ మేఘములను నామము లేర్పడినవి. వీనిలో పెద్దదానిని బృహన్మేగిలాన్ నక్షత్రమేఘమనియును, చిన్నదానిని అల్పతరమేగిలాన్ నక్షత్రమేఘ మనియును పేర్కొందురు. ఈనక్షత్రమేఘములు పాలపుంతకు చాలదూరమున నొకవైపుననుండుటచేత, ఇవి మన గెలాక్టికమండలములోనివి కావనియును, అవి ప్రత్యేక గెలాక్టికమండలములనియును శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. అల్పతరమేగిలాన్ నక్షత్రమేఘము 98,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందును, బృహన్మేగిలాన్ నక్షత్రమేఘము 85,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందును నున్నవి. ఈనక్షత్రమేఘముల దూరములను వానియందున్న సిఫైడు వృద్ధిక్షయతారలను బట్టి శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనగలిగిరి.

గెలాక్సీలు; నెబ్యులాలు

మన గెలాక్సీ

ఆకాశములో ఇంచుమించు ఉత్తరదక్షిణములుగా వ్యాపించియున్న పాలపుంతనుగూర్చి ప్రస్తావనలో పేర్కొనియుంటిమి; నక్షత్రరాసులను, నక్షత్రసమూహములను గుర్తుపట్టుటకుగాను దాని సాహాయ్యమునుకూడ ననేకసందర్భములలో గైకొనియుంటిమి. నిర్మలమైన చీకటిరాత్రులలో ఆకాశమువైపు చూచినయెడల నది మనదృష్టి నధికముగా నాకర్షించుననుటకు సందేహములేదు. భూపరిభ్రమణమువలన పాలపుంతలోని భిన్నభాగములు వేర్వేరు ఋతువులలో మనకు ప్రత్యక్షమగుచుండును.

నట్టికంటికి తెల్లని తేలికమేఘమువలె పాలపుంత ప్రత్యక్షమగునుగాని, దూరదర్శినితో నవేక్షించినపు డంతయు దట్టముగా క్రిక్కిరిసియున్న కోటానుకోట్లనక్షత్రములు మనకు కానవచ్చును. ఆకాశములో ఇతరభాగములందుకూడ నక్షత్రములున్నవి. దూరదర్శినులతో చూచినపుడు, ఆ దూరదర్శినుల అధికీకరణసామర్థ్యము హెచ్చినకొలదియును ఆదిశలలో కనిపించు నక్షత్రముల సంఖ్యకూడ అధికమగును. కాని ఎంత అధికీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినితో నవేక్షించినను ఆకాశములో పాలపుంతయున్న ప్రదేశమునందున్నంతసాంద్రముగా మరి యే ప్రదేశమందును నక్షత్రములు కానరావు. దీనినిబట్టి నక్షత్ర

ములు ఆకాశమందంతటను సమానముగా వ్యాపించ లేవనియును, ఒక తావున మిక్కిలిదట్టముగను, వేరొక తావున ఎక్కువపల్చ గను నవియున్నవనియును మనకు స్పష్టమగును.

ఆకాశములోని యితరభాగములందలి నక్షత్రముల వలెనే పాలపుంతలోని నక్షత్రములుకూడ నన్నియు సమాన దీప్తిని కలిగియుండలేవు. ఈ ప్రత్యక్షావేక్షణాఫలిత సాహాయ్య మున పాలపుంతమందమమితమను నిర్ధారణకు మనము రావచ్చును. అరణ్యామధ్యయం దొక స్థానమునుండి చూచి నపుడు దగ్గరగనున్న వృక్షములు పెద్దవిగను, దూరముగ నున్నవి చిన్నవిగను గోచరించును. అరణ్యామందలి వృక్షములన్నియు సమానమైన పొడుపునే కలిగియున్నవని మనము భావించిన యెడల అందలివృక్షముల పొడుపులలో వ్యత్యాసము లగపడు టకు కారణము అరణ్యముయొక్క మందమే. అట్లే పాలపుంత లోని నక్షత్రము లన్నింటి యథార్థదీప్తియు సమానమని మన మూహించినయెడల భూమికి దగ్గరగానున్న నక్షత్రము లధిక దీప్తితోను దూరముగానున్న నక్షత్రము లల్పదీప్తితోను కన పడును. కాబట్టి పాలపుంతలోని నక్షత్రముల దృశ్యదీప్తిలో వ్యత్యాసము లుండుటకు కారణము పాలపుంతమంద మధిక ముగుటయేయని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

పాలపుంత మందమెంతయో, దాని మందపుదిశగా అందు నక్షత్రము లెంతదట్టముగ వ్యాపించియున్నవో తెలిసి కొనుటకు తగినసాధనము దూరదర్శినియే. వట్టికంటితో ఆకాశము నవేక్షించినపుడు కనపడు నక్షత్రములసంఖ్య చాల

తక్కువగనేయుండును. కాని దూరదర్శినితో దాని నవేక్షించిన యెడల అంతకంటె నెక్కువ నక్షత్రములు కనిపించును. దూరదర్శినియొక్క అధికీకరణసామర్థ్యము హెచ్చినకొలదియును, దానితో గగనతలమును చూచినపుడు కనపడు నక్షత్రముల సంఖ్య తదనుగుణముగా హెచ్చును.

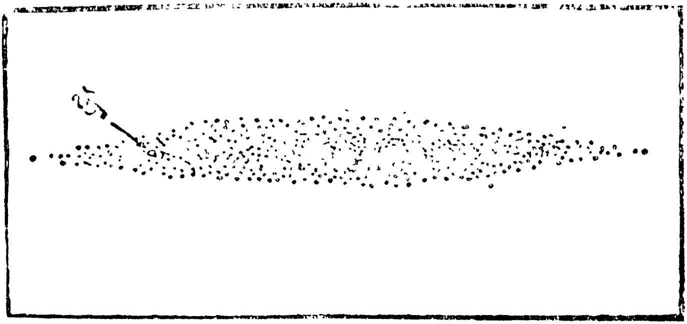
దూరదర్శిని సామర్థ్యమునకును, దానితో చూచినపుడగపడు నక్షత్రముల దూరమునకును సన్నిహితసంబంధమున్నది. దూరదర్శినియొక్క అధికీకరణసామర్థ్యము హెచ్చినకొలదియు ఎక్కువదూరములయందున్న నక్షత్రములుకూడ దానితో చూచినపుడగపడును. ఇక దూరముననున్న నక్షత్రములనవేక్షించుటలో దూరదర్శినుల సామర్థ్యమును హెచ్చించియేఫలితములను బడయుచుందిమో ఆఫలితములనే దూరదర్శినితో వాని ఛాయాచిత్రములను తీయుటయందు ప్రదర్శనకాలమును హెచ్చించియు బడయవచ్చును. వేర్వేరు అధికీకరణసామర్థ్యములుగల దూరదర్శినులతో పాలపుంతయున్న ఆకాశభాగమును వేర్వేరుగా నవేక్షించి అందలినక్షత్రములను వేర్వేరుగా లెక్కించినను, లేదా హెచ్చు అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినితో క్రమముగా ప్రదర్శనకాలమును హెచ్చించుచు పాలపుంతయున్న ఆకాశభాగపు ఛాయాచిత్రములను వేర్వేరుగా తీసి, వానిలోని నక్షత్రములను లెక్కించినను మనకొక సత్యము వెల్లడియగును. పాలపుంత మందప్రదిశలో, భూమినుండి పాలపుంతదూరము హెచ్చినకొలదియు మొట్టమొదట కొంతవరకు దానిలోని నక్షత్రముల సాంద్రత క్రమముగా

హెచ్చి, అటుపిమ్మట దూరము హెచ్చినకొలదియును దాని లోని నక్షత్రముల సాంద్రత క్రమముగా తగ్గును. దీనిబట్టి మందప్రదిశగా పాలపుంత మధ్యతలభాగమున నక్షత్రముల సాంద్రత చాల హెచ్చనియును, అక్కడినుండి రెండుప్రక్కలకు పోయినకొలదియు వానిసాంద్రత క్రమముగా తగ్గుననియును వ్యక్తమగును. పాలపుంతనుదాటి కొంతదూరము పోయినచో అంతరాళములో ఆపాలపుంతకు సంబంధించిన నక్షత్రములు మరి కానరావు. అక్కడి ప్రదేశము నక్షత్రములు లేక శూన్యమైయుండును. ఈవిధముగా ప్రదేశమహార్ణవమందు నియత అవధులలోనున్న పెద్ద నక్షత్రసమూహములను గెలాక్సీలని పేర్కొందురు. సూర్యుడును, మనకు కనిపించుచున్న నక్షత్రములునుకూడ పాలపుంత గెలాక్సీకే చెందియున్నవి. పాలపుంత కంటె పెద్దవైన గెలాక్సీలు బ్రహ్మాండమందనేకములు గలవు. మహాసముద్రములందలి ద్వీపములవలె బ్రహ్మాండ మహార్ణవమందవి దూరదూరముగా నున్నవి.

మనగెలాక్సీ ఆకార, పరిమాణములు

ఆకాశమందు పాలపుంతయున్న భాగములో, పాలపుంత దిశగానున్న నక్షత్రములసంఖ్య భూమినుండి దూరముగా పోయినకొలదియును మొదట హెచ్చి, తరువాత క్రమముగా తగ్గును. కాని యీ పెరుగుదలయును, తగ్గుదలయును చాల మందముగనుండును. ఇక పాలపుంతనువదలి ప్రక్కగా మన దృష్టిని సారించినచో నక్షత్రములు చాల పలుచగనున్నట్లు గోచరమగును; భూమినుండి దూరము హెచ్చినకొలదియును

వానిసంఖ్య వేగముగా క్షీణించి చివరకు నక్షత్రములు లేనట్లే గోచరించును. మన గెలాక్సీ మధ్యభాగమున దళముగను,



44 వ చిత్రము

గెలాక్సీ ఆకారము. సూ - సూర్యుడు.

ప్రక్కలందు పల్చగనుండి యొక తాండ్రబెత్తె ఆకారమం దున్నదని యిది మనకు స్ఫురింపజేయును.

ఎట్లయినను మన గెలాక్సీ అడ్డుకొలత దానిమందము కంటె చాలతక్కువ యనుటకు సందేహములేదు.

మన గెలాక్సీ మధ్యతలమున కిరువైపులను లంబదిశలో నున్న నక్షత్రముల సాంద్రత మధ్యతలమునుండి దూరముగా పోయినకొలదియు సమానముగా క్షీణించుచున్నదని గ్రహించితిమి. మన గెలాక్సీమధ్యతలమున కిరువైపులను నక్షత్రములసంఖ్య భూమికి సమానదూరములలో సమానముగా నుండినట్లు వ్యక్తమగుటవలన దాని మధ్యతలమందే భూమియున్నదని శాస్త్రజ్ఞులభిప్రాయపడుచున్నారు. కాబట్టి సూర్యుడుకూడ మన గెలాక్సీ మధ్యతలమందే యున్నాడని వేరేచెప్పనక్కరలేదు. ఇక

గెలాక్సీ కేంద్రమునుండి సూర్యు డెంతదూరమున నున్నాడో గెలాక్సీలోని నక్షత్రములసంఖ్యనుబట్టి గ్రహించుట సాధ్యము కాదు. గెలాక్సీ అక్షాంశాలత దానిమందముకంటె అనేకరెట్లు అధికమగుటచేతను, గెలాక్సీలో ననేకభాగములు కాంతిహీనమైన భాగములచే నాచ్ఛాదితములై యుండుటచేతను, నక్షత్రములసంఖ్యనుబట్టి యీవిషయమును గ్రహింపజాలకున్నాము. అందుచేత సూర్యుని యొక్కయు, భూమికిసమీపమందున్న యితరనక్షత్రములయొక్కయు యథార్థచలనమునుబట్టి మన మీవిషయమును నిర్ణయింపవలెను. ఇట్టి యనుశీలనమువలన మన గెలాక్సీ కేంద్రమునుండి 2/3 వంతుల దూరములో సూర్యుడున్నాడని విదితమైనది.

మన గెలాక్సీ కేంద్రము సగిటేరియస్ రాశిలో పాలపుంతలోని నక్షత్రములు ఎక్కువదట్టముగానున్న తావున నున్నదని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. భూమితనలోతాను తన అక్షముపై తిరుగుచున్నట్లుగనే మన గెలాక్సీకూడ తన కేంద్రద్వారమున పోవుచున్న అక్షముపై భ్రమించుచున్నది. కాబట్టి భూభ్రమణమువలన భూగోళమందలి వేర్వేరు ప్రదేశములు భిన్నవేగములతో నేరీతిగా సంచలించుచున్నవో ఆరీతిగనే గెలాక్సీభ్రమణమువలన గెలాక్సీలోని వేర్వేరు నక్షత్రములు కూడ భిన్నవేగములతో సంచరించుచున్నవి.

గెలాక్సీలోని నక్షత్రములకు గెలాక్సీభ్రమణముచే నేర్పడిన సంచలనమేగాక స్వీయచలనముకూడ నున్నది. ఈ స్వీయచలన మన్నినక్షత్రములకును సమానముగా లేదు.

వేర్వేరు నక్షత్రములు వేర్వేరు పరిమాణములును, దిశలును గల చలనములను కలిగియున్నవి. అనేక శూన్యస్థితియందున్న పాత్రలోని గాలియణువులవలె గెలాక్సీమండలమను భాండమందు నక్షత్రములున్నవని మనము భావించినచో, భాండములోని గాలియణువు లేరీతిగా చిందరవందరగా తిరుగునో ఆరీతిగనే గెలాక్సీలోని నక్షత్రములుకూడ సంచరించుచున్నవని మన మూహింపవచ్చును. పైని పేర్కొనిన రెండుచలనవేగముల ఫలితమే నక్షత్రముల యథార్థచలనవేగము.

మన గెలాక్సీపరిమాణమును నిర్ణయించుట సులభసాధ్యముగాదు; కాని రెండుమూడుపద్ధతులచే దానిని కనుగొనుట కవకాశమున్నది. మన గెలాక్సీలో వేర్వేరుభాగములందున్న సిఫీడ్యై వృద్ధిక్షయతారల సాహాయ్యమున, మన గెలాక్సీ అడ్డుకొలత సుమారు లక్ష కాంతిసంవత్సరములనియును, దాని మందము పది, పదునైదువేల కాంతిసంవత్సరములనియును శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయించిరి. ఇక మన గెలాక్సీలోనున్న నక్షత్రములసంఖ్యారమారమి 1,00,00,000,00,00,000. ఈనక్షత్రములన్నియును మన గెలాక్సీలో సమానముగా వ్యాపించియుండలేదు. కొన్నికొన్ని ప్రోగులుగా నవి యేర్పడియున్నవి. వానిలో ప్రతిప్రోగులోనినక్షత్రములును ఒకదానికొకటి చేరువగనుండి, తమ సాపేక్షస్థానములకు భంగములేకుండ సంచరించును. ఇట్టిప్రోగులకు నక్షత్రమేఘములని పేరు. ఇట్టివానిలో సూర్యుడు చేరియున్న నక్షత్రమేఘమును స్థానిక నక్షత్రమేఘమని పేర్కొందురు. నక్షత్రములనుగూర్చిన ప్రకరణములో నక్షత్ర

గావచ్చును. కాని దాని ప్రకాశమునకు సరియైన కారణమింత వరకు వివరముకాలేదు.

గ్రహాకార నెబ్యులాలలో కొన్ని అండాకారమున కూడ నుండును. కాని వానిలో హెచ్చుభాగము అండాకారమునే పొందియున్నవి. నెబ్యులాలు తమ అక్షములపై భ్రమించుచుండుటచేతనే యిట్లు భ్రమణాక్షదిశలో కొంచెము నుమబడి యున్నవని శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు. కేంబెల్, మూర్ శాస్త్రజ్ఞులు తీసిన గ్రహాకార నెబ్యులాల వర్ణమాలలవలనకూడ ఈ నెబ్యులాలు భ్రమణగతికి లోనై యున్నవని స్పష్టమైనది.

హైరారాశిలోని రింగ్ నెబ్యులా, N. G. C. 1501 మున్నగునవి గ్రహాకార నెబ్యులాలకు ఉదాహరణములు.

విక్షిప్త నెబ్యులాలు : ఇవి క్రమమైన ఆకారమును కలిగియున్న నభోమూర్తులుకావు. గెలాక్టికమండలమందేగాక బహిర్గెలాక్టికమండలమందుకూడ ఇట్టివి కొన్నిగలవు. ఈ నెబ్యులాలుకూడ తమచెంతనున్న నక్షత్రముల కాంతివలననే బహుశః తేజోవంతములై యుండును. ఈ నెబ్యులాలకు సమీపమున హెచ్చుదీప్తిమంతమైన నక్షత్రమేదియును ఉండనియెడల అవి కాంతిహీనమైనదగును. కాంతిహీనములైన నెబ్యులాల యునికిని అవి తమ వెనుకభాగమందున్న నభోమూర్తులను మరుగుపరచుటచేతనే తెలిసికొనగలుగుచున్నాము. ఇట్టి కాంతిహీనములైన నెబ్యులాలు పాలపుంతలో ననేకములున్నవి.

ఒరయన్ రాశిలోని 'గుర్రపుతల ఆకారముగల నెబ్యులా' ఇందులకు చక్కని యుదాహరణము.

బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాలలోకూడ కాంతిహీనమైన నెబ్యులా లనేకములు గలవు. ఏదైన నొక బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులా నవేక్షించినయెడల తాంద్రబెత్తు ఆకారమందున్న దాని మధ్యతలములో కాంతిహీనమైన ప్రదేశము గోచరమగును. బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాలలో మధ్యేతరతలభాగములందు కూడ అనేక కాంతిహీనములైన ప్రదేశములున్నవి. ఈకాంతిహీనమైన ప్రదేశము లన్నియును కాంతిహీనమైన నెబ్యులాల వలననే కలుగుచున్నవి.

విక్షిప్త నెబ్యులాలలో కాంతిమంతమైన నెబ్యులాలను గూర్చి ఆర్లోస్ట్రావే యను విజ్ఞాని గావించిన యనుశీలనముల వలన, తమపైబడిననక్షత్రములకాంతిని పరావర్తనమొనర్చుట వలననే యవి తేజోవంతము లగుచున్నవని స్పష్టమైనది. అందుచేత కాంతిమంతమైన విక్షిప్త నెబ్యులాల ద్రవ్యములో కొంత భాగమైనను ధూళికణములచే నేర్పడియుండవలెను. ఇక కొన్ని కాంతిమంతమైన విక్షిప్త నెబ్యులాలు పూర్తిగా వాయురాసుల లక్షణములనే కలిగియున్నవి. ఈవాయురాసులనుండి ప్రసారితమైన కాంతిని అనుశీలించి, నెబ్యులమ్ అనునొక మూల ద్రవ్యము నవి కలిగియుండెనని ఆనిలో హైజెన్సువిజ్ఞాని భ్రమపడెను. కాని ఆక్సిజని, నైట్రోజని, నియాన్, ఆర్గాన్, సల్ఫర్ మున్నగు మూలద్రవ్యములే యవి ప్రసరించుచున్నకాంతి నీయగలవని యిటీవలి శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనలవలన వ్యక్తమైనది.

ఒరయన్ రాశిలోని గ్రేట్ నెబ్యులా కాంతిమంతమైన విక్షిప్త నెబ్యులాల కుదాహరణము.

కాంతిహీనమైన నెబ్యులాలు మిక్కిలి సూక్ష్మమైన ద్రవ్యకణములచే నేర్పడుచున్నవి. అట్టికణములకు తమపైపడిన కాంతిని తమద్వారమున ప్రసరింపకుండ పూర్తిగా నిరోధించు సామర్థ్యముగాని లేదా పరావర్తనమొనరించు సామర్థ్యము గాని లేదు. అట్టికణములు తమపైపడిన ఆ కాంతికిరణములను అన్నివైపులకును పరిక్షేపింపగలవు. మన వాతావరణములోని గాలియణువులు సూర్యకాంతిని పరిక్షేపించుటవలన సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయ సమయములలో సూర్యబింబ మెట్లు ఎఱ్ఱగా కనిపించునో అట్లే యీ నెబ్యులాలు తమ వెనుకభాగ మందున్న నక్షత్రములకాంతిని హెచ్చుగా పరిక్షేపించుటవలన ఆనక్షత్రములు ఎఱ్ఱగా గోచరమగుచున్నవని వ్యక్తమైనది. ఈవిధముగా ఆనక్షత్రముల రంగులో ఈ నెబ్యులాలు కలుగ జేసిన ఎఱ్ఱదనమునుబట్టి గణింపగా ఈ నెబ్యులాలలోని ద్రవ్య కణముల వ్యాసములు అంగుళములో రమారమి 40 లక్షల వంతు ఉన్నవని స్పష్టమయినది.

బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాలు

బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాలు గెలాక్టిక నెబ్యులాలకు పూర్తిగా భిన్నమైనవి. దూరదర్శినితో చూచినపుడు తెల్లని మేఘములవలె గోచరములై నెబ్యులాలను భ్రమనుకలుగ జేయుటచే వాని కాపేరు వచ్చినదిగాని గెలాక్టిక నెబ్యులాలవలె

అత్యల్పసాంద్రతగల ద్రవ్యముచే నవి యేర్పడలేదు; మన పాలపుంతవలెనే కోట్లకొలది నక్షత్రములతోకూడి ప్రతి బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాయును నున్నది. అందుచేత వాస్తవముగా నవికూడ మన గెలాక్సీవంటి గెలాక్సీలే. కనుకనే వీనిని 'ప్రదేశమహార్ణవమందలి ద్వీపము' లని శాస్త్రజ్ఞులు పేర్కొనుచుందురు. భూమికవి అత్యధికదూరమం దుండుటవలన నెబ్యులాలవలెమాత్రము గోచరమగుచుండును.

బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాలు గెలాక్టిక నెబ్యులాలకంటె పరిమాణమందు చాలపెద్దవని వేరే వచింపనక్కర లేదు. అవికూడ మన గెలాక్సీవంటివే కాబట్టి అవియును తాండ్రబెత్తు ఆకారములోనేయుండునని విశ్వసింపవచ్చును. ఇక తాండ్రబెత్తువలెనున్న యొకమూర్తిని వేర్వేరు దిశలలో చూచినచో, అది వేర్వేరు ఆకారములలో కనిపించును. అట్లే బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాల ఆకారములుకూడ, భూమి ననుసరించి అవియున్న దిశనుబట్టి యుండును. అంచులదిశగా వానిని జూచినచో, మధ్యను ఉబ్బెత్తుగానున్న సన్నని ఆకారముగా నవి గోచరించును. ఈ ఆకారముయొక్క మరియొక ముఖ్యలక్షణము అది ఇంచుమించు రెండుగా ఒకనల్లని రేఖచే ఖండింపబడియుండుట. ఆ నల్లని రేఖ ఆ గెలాక్టికమండలమునకుచెందిన కాంతిహీనమైన నెబ్యులావలన కలుగుచున్నది. ఇక బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాయొక్క మధ్యతలము అవేక్షకునకు లంబదిశయందున్నచో ఆ నెబ్యులా యించుమించు వర్తులాకారమున గోచరమగును.

ఆసందర్భములో దాని కేంద్రభాగమునుండి అభిముఖదిశలలో విస్తరించుకొని సాధారణముగా రెండు బాహువులుకూడ ఆ నెబ్యులాయందు గోచరమగును. ఆ రెండుబాహువులును ఆ నెబ్యులాయొక్క కేంద్రభాగము ననుసరించి వంపుతిరిగి యుండును కాబట్టి ఇట్టివాని నస్పైలాకార నెబ్యులాలని యందురు. కాని సాధారణముగా నెబ్యులాలు మనకు ఏట వాలుగా కనపడుచుండును. అప్పుడది వర్తులాకారముగగాని, దళమైన రేఖాకారముగగాని గోచరముకాదు ; దీర్ఘవృత్తా కారముగ కనపడును. ఏండ్రోమిడా రాశిలోని నెబ్యులా (M 31) ఇందుకు చక్కని యుదాహరణము.

బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాలను మొట్టమొదట అపేక్షించిన విజ్ఞాని హెర్షల్. 'ప్రదేశమహార్ణవమందున్న విశ్వదీవు' లని వానిని పేర్కొనిన శాస్త్రజ్ఞుడుకూడ ఆయనయే. కాని ఆయన కాలములో ఎక్కువ అభికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినులు లేకపోవుటవలన వానినిగూర్చి విశేషముగా తెలిసికొనుట కవ కాశము లేకపోయినది. ఈశతాబ్దములో నూరు అంగుళముల దూరదర్శినివంటి అధికఅభికీకరణసామర్థ్యములుగల పరికరములు నిర్మింపబడుటతో వానినిగూర్చి కొంత తెలిసికొనుటకు వీలు చిక్కినది.

బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులా లన్నియు మన గెలాక్సీవంటివే యైనను, మనగెలాక్సీకంటె అవి కొంచెము చిన్నవి. బహిర్గె లాక్టిక నెబ్యులాలలో ఇంతవరకు ఏండ్రోమిడా రాశిలోని

నెబ్యులాను మాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులు బాగుగా ననుశీలింప గలిగిరి. దానివ్యాసము రమారమి 65,000 కాంతిసంవత్సరములు. మన గెలాక్సీ అడ్డుకొలత రమారమి 1,00,000 కాంతి సంవత్సరములు.

మన గెలాక్సీవలెనే బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాలుకూడ తమ తమ కేంద్రములచుట్టును భ్రమించుచున్నవి. సామాన్యముగా నెబ్యులాలబాహువు లేదెశగా వంపియుండునో ఆదెశగానవి భ్రమించుచుండును. వర్ణమాలాపరిశోధనలవలన బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాల భ్రమణవేగములనుకూడ శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనగలిగిరి. బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాలలోని సిస్థిరమైన వ్యక్తిక్షయతారలనుబట్టి ఆ నెబ్యులాలదూరములను కనుగొనుటకు వీలున్నది. ఈవిధముగా గావించిన పరిశోధనలవలన మన కటిసమీపముననున్న M 33 అను నెబ్యులా 8,50,000 కాంతిసంవత్సరములదూరమందున్నదని వ్యక్తమైనది. ఏండ్రొమిడారాశిలోని గ్రేట్ నెబ్యులాదూరము 9,00,000 కాంతిసంవత్సరములు.

నక్షత్రవర్ణమాలలను దీసి నక్షత్రములనుగూర్చి తెలిసికొన్నట్లుగనే బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాల వర్ణమాలలను తీసి వానిని గూర్చియు తెలిసికొనవచ్చును. ఈవర్ణమాలల అనుశీలనము వలన మన గెలాక్సీ రచనకును, బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాల రచనకును పలువిషయములలో పోలికయున్నదని తెల్లమైనది. కాని మన గెలాక్సీ యేర్పడినతరువాతనే ఆగెలాక్సీలేర్పడినవని ఆవర్ణమాలలు స్పష్టపరచుచున్నవి.

బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాల లక్షణములనుగూర్చి తెలిసికొనుటయేగాక బ్రహ్మాండములో మొత్తమెన్ని నెబ్యులాలున్నవో, అవియెన్ని వ్యాప్తమైయున్నవోకూడ గ్రహించుటకు హాబుల్ విజ్ఞాని ప్రయత్నించెను. మనపాలపుంతయందు కాంతిహీనమైన నెబ్యులాలున్న ప్రదేశములలో బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాలు గోచరము కాకపోయినను, అక్కడకూడ నిట్టినెబ్యులాలుండునని మనము భావించినయెడల, నూరుఅంగుళముల దూరదర్శినితో చూడగలిగిన 50,00,00,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందున్న ప్రదేశములోను మొత్తము 10,00,00,000 నెబ్యులాలుండునని ఆయన అంచనా వేసెను. 200 అంగుళముల దూరదర్శినితో అవేక్షించినపుడు బ్రహ్మాండములో మన దృష్టి ప్రసరింపగలదూరము ఇంకను అధికమగునుకాబట్టి అప్పుడు గోచరమగు బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాల సంఖ్యకూడ తదనుగుణముగా వృద్ధిచెందును !!

ఉపసంహారము.

వినువీథిని సంచరించి, నభోమూర్తులతో కొంతవరకు పరిచయమును కలుగజేసికొంటిమి. నభోమూర్తులకు సంబంధించిన ఖగోళశాస్త్రమునకు భూవాతావరణస్థితినిగూర్చి వివరించు వాతావరణస్థితిశాస్త్రముతోను, మన కాధారభూతమగు భూమినిగూర్చి చర్చించు భూతత్వశాస్త్రముతోను, తుదకు ద్రవ్యస్వభావమునుగూర్చి ప్రస్తావించు భౌతికశాస్త్రములతోను కూడ సన్నిహితసంబంధమున్నది. భౌతికశాస్త్రాదులు మానవుని పరిసరములకే చెందినవగుటవలన సులభగ్రాహ్యములై యున్నప్పటికిని మనుష్యానుభవమునకు చాలదూరముననున్న ఖగోళవిజ్ఞానము తదితరశాఖావిజ్ఞానములకంటె చాలముందుగనే నిశ్చితజ్ఞానముగా పరిణమించినది. ఇట్లాశ్చర్యమును గొలుపు ఖగోళశాస్త్రాభివృద్ధికి కారణములు లేకపోలేదు. అందు మొదటి కారణము ఖగోళవిజ్ఞానవిషయములు మానవునికి దుర్గమములగుటయే. ఆదిమమానవుడు అంతవరకు తన జీవితమును శాసించుచుండెడి సహజప్రవృత్తిని ఆవలబెట్టి తన బుద్ధిలో ఆలోచనకు తావిచ్చినప్పటినుండియును తన్ను పరివేష్టించియున్న పరిసరములకంటె దూరముననున్న వినువీథియే ఆతని నెక్కువగా నాకర్షించెను. పరిసరములతో నాతనికున్న యధికపరిచయ మొకప్పు డవజ్ఞగాకూడ మారినదని చెప్పవచ్చును. ఇక తనబుద్ధికందని యనంతాకాశము, అందలి భాసురమూర్తులు ఆతని జిజ్ఞాసను రేపినవి. తన జీవితమందు సంకటపరిస్థితుల వాతపడినపుడెల్ల నాతడు తన్నుద్ధరించు దేవతలకొర కాకసమువైపే యాశాదృక్కులతో చూచువాడు.

అందుచే వినువీధి యాతనిబుద్ధి కొక పెద్దసమస్యగా కన్పట్టి, సమాధానకల్పన కాతనిని పురిగొల్పినది.

ఇక రెండవకారణము. ఆలోచనానిమగ్న మగు మనుజునిబుద్ధికి శాస్త్రనియమ స్వభావమును మొట్టమొదట తెల్లము చేసినవి నభోమూర్తుల సంచలనములు. నాటినుండి నేటివరకును వినువీధి యవేక్షకులకును, అనుశీలురకును అనంతశాస్త్రీయపరీక్షల కాలవాలమై యున్నది. ఈదృశ్య గగనపరీక్షకై క్షేత్రగణితము మొదట నిర్మించబడినది; ప్రారంభదశలో ఖగోళశాస్త్రావగాహమునకు వృత్త, గోళముల క్షేత్రగణితము చాలియున్నను క్రమముగా ఖగోళవిజ్ఞానానుశీలనమునకు క్లిష్టతర రూపముల క్షేత్రగణితము, గతిశాస్త్రము, ద్రవ్యముల పరస్పర ప్రభావానుశీలనము, తుదకు సాపేక్షవాదము మున్నగు గణితసిద్ధాంతములు కావలసివచ్చినవి.

అన్నిటికంటెను విచిత్రవిషయమేమనిన ప్రయోగమునకు దురధిగమ్యమగు ఖగోళశాస్త్రము భౌతికశాస్త్రసిద్ధాంతములను సమర్థించుట కనువగు పరిస్థితులుగల ప్రయోగశాలలను నభోమూర్తులందు సమకూర్చుట.

వేఱొకదృష్టితో చూచినయెడల ఖగోళశాస్త్రమునకును తక్కినశాస్త్రశాఖలకును ఏర్పడిన సన్నిహితసంబంధము వాని పరస్పరలాభమునకు కారణభూతమైనదని చెప్పవచ్చును. తక్కిన శాస్త్రశాఖల విజృంభణముతోగూడ ఖగోళవిజ్ఞానమభివృద్ధి చెందినది. ఇప్పటికికూడ నదియే పరిస్థితి. మాటవరుసకు ఖగోళశాస్త్రేతర శాఖలలో ఛాయాచిత్రములను తీయుటయందు నెలకొల్పబడిన యభివృద్ధి, లేదా ఫోటోఎలక్ట్రిక్ సెల్,

రేడియో మున్నగువానియందు సంపాదితమైన యభివృద్ధి ఖగోళశాస్త్రవిజృంభణమున కవకాశమిచ్చినది.

ఖగోళశాస్త్రాభివృద్ధి కీనాడు గణితశాస్త్రముకంటె భౌతికశాస్త్రమే యెక్కువ ఆవశ్యకమేమో!

భూతలమందలి ప్రయోగశాలలో తా నార్జించినజ్ఞానమును వినువీథియందలి మూర్తుల కన్వయింపజేసి వాని మర్మముల నవగతమొనర్చుకొనిన విజ్ఞాని తన ప్రతిభావిశేషములకు తానే యొకప్పుడు మురిసి సృష్టికి తానే శిరోమణియను అహంభావమునకు గురికావచ్చును. కాని వెంటనే ఊహాతీతములగు నభోమూర్తుల పరిమాణములు, వాని అంతరాళపరిమాణములు, అవి పాటించు నత్యద్భుత నియమముల పర్యాలోచనలో తాను సృష్టికి శిరోమణి యను భావము రూపుమాసి తన యల్పతయు, విశ్వస్రష్టయొక్క నిరవధికశక్తియు మనస్సును ఆవర్జించి, యాతని మహానందసౌధము నధిష్ఠింపజేయును.

విశ్వము విశ్వమయుని కావ్యము. జ్యోతిష్కాస్త్ర లా కావ్యమందలి యుజ్జ్వలాక్షరపంక్తులు. లౌకిక కావ్య పర్యాలోచనయందు గలుగు నానందము బ్రహ్మానందమునకు సజాతీయమని యొప్పుకొన్నచో విశ్వకావ్యానుశీలనమువలన కలుగు నానందము బ్రహ్మానందమే యనుట కభ్యంతర మేమియు లేదు. దీనితత్త్వము సంశయ విపర్యయరహితముగా మానవుని మనస్సునకు హత్తుకొనిననాడే ప్రపంచమున శాంతి నెలకొనును.

అనుబంధము I

కాలము

రెండుసంఘటనల నడిమివ్యవధికి కాలమని పేరు. మానవుడతిప్రాచీనకాలమునుండియు సూర్యుని బట్టియే కాలమును కొలుచుచుండెను. భూమి తనలో తాను తిరుగుచు సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్నది గదా. భూభ్రమణమువలన సూర్యునికి ఉదయాస్తమయములు సంభవించుచున్నవి. సూర్యోదయమునుండి సూర్యోదయమువరకును గల వ్యవధిని దినమనియును, సూర్యోదయముతోనే దినప్రారంభ మగుననియును ప్రాచీనభారతీయులు వ్యవహరించిరి. ఈనాడుకూడ హిందూ పంచాంగకర్తలారీతిగనే దినమును గణింతురు. కాని పాశ్చాత్యులు దినము నారీతిగా గణింపలేదు. సూర్యుడు యామ్యోత్తరరేఖపై ఊర్ధ్వసంక్రమణమందు వరుసగా రెండుమారులు ప్రత్యక్షమగుటకుగల కాలవ్యవధిని దినముగా గణించి, సూర్యుడు ఊర్ధ్వసంక్రమణమం దున్నప్పుడే దినప్రారంభముగా నెన్నుకొనిరి. సూర్యుడు ఊర్ధ్వసంక్రమణమందు మిట్టమధ్యాహ్నసమయమున నుండును కదా. అప్పుడు మానవుడు తన దైనికకార్యకలాపములను చురుకుగ సాగించుకొనుచుండును. అట్టిసమయములో దినము మారుటవలన ననేకమైన యిబ్బందు లుండుట సహజము. అందుచే సూర్యుడు యామ్యోత్తరరేఖపై నిమ్నసంక్రమణమందు వరుసగా రెండుమారులు ప్రత్యక్షమగుటకుగల కాలవ్యవధిని దినముగా గణించి, సూర్యుడు యామ్యోత్తరరేఖమీద నిమ్నసంక్రమణమందున్నపుడే దినము

ప్రారంభమగునని 1925 వ సంవత్సరములో నేర్పాటుచేసికొనిరి. సూర్యుడు యామ్యోత్తరరేఖపై నిమ్నసంక్రమణమందు అర్ధరాత్రిసమయమున నుండును. అందుచే నట్టిసమయమున దినము ప్రారంభమైన నెట్టియిబ్బందియు నుండదు. 1 దినము 24 గంటలకును, 1 గంట 60 నిమిషములకును, 1 నిమిషము 60 సెకనులకును సమానము. సూర్యుడు 24 గంటలకాలములో 360 అంశలదూరమును, 1 గంటకాలములో 15 అంశల దూరమును,......ప్రయాణముచేయును. కాన సూర్యుడు యామ్యోత్తరరేఖపై నిమ్నసంక్రమణమందున్నపుడుకాలము 0 గంటలును, ఊర్ధ్వసంక్రమణమం దున్నపుడు 12 గంటలు నగును. అట్లే సూర్యుడు శీర్షబిందువునకు 15° తూర్పుననున్న అనగా 165° హోరావృత్తమందున్న 11 గంటలును, శీర్షబిందువునకు 15° పశ్చిమముననున్న అనగా 195 హోరావృత్తమందున్న 13 గంటలును,......అగును. ఈవిధముగా నొక ప్రదేశమందు సూర్యుడేహోరావృత్తమందున్నాడో గ్రహించుట వలన ఆప్రదేశమందలి కాలమును కనుగొనవచ్చును.

పైరీతిగా సూర్యుని దృశ్యసంచలనమునుబట్టి గణించిన కాలమునకు దృశ్యసౌరకాలమని పేరు.

దృశ్యసౌరకాలము సులభముగా గణించుటకు వీలున్నదే; కాని అందొక లోపమున్నది. మిక్కిలి సుగ్రాహ్యములగు గడియారముల సాహాయ్యమున దినములపరిమాణములను వరుసగా కొన్నిదినములు పరిశీలించినచో అవి యన్నియు సమానముగా లేవని మనకు వ్యక్తమగును. ఈవిధముగా దిన

ములపరిమాణములో సంభవించుచున్న వ్యత్యాసములవలన గడియారములు మున్నగు పరికరములను తయారుచేయుటలో ఇబ్బంది కలుగును. దీనిని తొలగించుటకై 'మాధ్యమసౌర కాలము'ను శాస్త్రజ్ఞులు ప్రవేశపెట్టిరి. ఒక సంవత్సరమందలి దినములయొక్క సరాసరిపరిమాణమే ఈకాలమానములో దినముయొక్క పరిమాణమగును. దీనికి 'మాధ్యమసౌర దినమ'ని పేరు. దృశ్యసౌరకాలమందున్నట్లుగనే మాధ్యమ సౌరకాలమందుకూడ దినమునకు 24 గంటలు, గంటకు 60 నిమిషములు, నిమిషమునకు 60 సెకనులు నుండును. మన నిత్యజీవితములో నేడు వాడుకయందున్నది మాధ్యమ సౌర కాలమే.

మాధ్యమసౌరకాలము నిత్యజీవితవ్యవహారమున కుప యుక్తముగనే యుండును గాని ఖగోళశాస్త్రమందది యుప యోగకరముగ నుండదు. ఏ సూర్యుని సాహాయ్యమున నీ కాల మేర్పరుచబడినదో యా సూర్యుడు నక్షత్రములనుబట్టి ప్రతిదినము తూర్పుదెసగా జరుగుటయే అందుకు కారణము. కాగా నక్షత్రకాలమని మరియొక దానిని ఖగోళశాస్త్రజ్ఞు లేర్పరుచుకొనవలసివచ్చినది. నక్షత్రములనుబట్టి భూమి యొక భ్రమణమును చేయుటకు పట్టెడికాలమును 'నక్షత్రదినమ'ని యీపద్ధతియందు పేర్కొందురు. యామ్యోత్తరవృత్తముమీదికి మేషాదిబిందువు వచ్చుటతో నొకప్రదేశమున నక్షత్రదినము ప్రారంభమగును. యామ్యోత్తరవృత్తమునుదాటి మేషాది బిందువు 15° పశ్చిమముగా సంచరించినపుడు 1 గంటయును,

30° పశ్చిమముగా సంచరించినపుడు 2 గంటలును,...నక్షత్ర కాల మగును. సౌరకాలమును విభజించినట్లుగనే నక్షత్ర కాలమునుకూడ గంటలు, నిమిషములు, సెకనులుగా విభజింతురు.

నక్షత్రకాలమునకంటె మాధ్యమసౌరకాలములో దినము యొక్క పరిమాణము కొంచెము ఎక్కువ. సూర్యునిచుట్టు భూమి పరిభ్రమించుచుండుటవలన, నక్షత్రములనుబట్టి సూర్యుడు తూర్పుదిశగా సంచరించుచున్నట్లు కనపడును. తత్ఫలితముగా నొకసంవత్సరకాలములోనున్న మాధ్యమసౌర దినములకంటె నక్షత్రదినములసంఖ్య 'ఒకటి' హెచ్చుగా నుండును. అనగా సెప్టెంబరు 21 వ తేదీని మాధ్యమసౌర కాలమును చూపించుగడియారమును, నక్షత్రకాలమును చూపించు గడియారమునుకూడ సమముగా ఒకేకాలమును చూపించునట్లు పెట్టినయెడల, అంతటినుండి ప్రతిదినమును రమారమి నాలుగేసి నిమిషముల చొప్పున మాధ్యమసౌర కాలమును చూపించు గడియారమునుబట్టి నక్షత్రకాలమును చూపించు గడియారము వెనుక ఉండును.

అనుబంధము II

సూర్యకుటుంబము

పట్టిక-I

నభోమూర్తి నామము	సూర్యునినుండి సరాసరి దూరము (లక్షల మైళ్ళలో)	పరిభ్రమణకాలము	కక్ష్యాకేంద్రత	కక్ష్య వాలు కోణము	సరాసరి వ్యాసము (మైళ్ళలో)	ద్రవ్యము	భ్రమణకాలము	గరిష్ఠ దృశ్య కాంతి పరిమాణము	ఆల్బీడో	ఉపగ్రహములు
సూర్యుడు	...	...	...	°...′	8,65,330	...	25.33 ది	−25.7	...	...
బుధుడు	360	87.9 ది.	.206	7 0	3,118	0.037	83 ,,	−1.2	0.07	0
శుక్రుడు	672	224.7 ,,	.007	3 24	7,705	0.816	?	−4.4	0.59	0
భూమి	930	365.3 ,,	.017	0 0	7,917	1.000	23గం 56ని	...	0.45	1
కుజుడు	1,415	1.88సం.	.093	1 51	4,217	0.103	24గం 37ని	−2.8	0.15	2
ఆస్టిరాయిడులు (సీరీస్)	2,571	4.60 ,,	.076	10 37	480	...	...	...	...	...
గురుడు	4,833	11.86 ,,	.048	1 18	85,700	316.9	9గం 50ని	−2.5	0.5	12
శని	8,861	29.46 ,,	.056	2 29	71,500	94.9	10గం 14ని	−0.4	0.6	9
యురేనస్	17,830	84.02 ,,	.047	0 46	31,700	14.63	10గం 8 ని	+ 5.7	0.6	5
నెప్ట్యూన్	27,930	164.79 ,,	.009	1 47	33,100	17.16	15గం 3 ని	+ 7.8	0.7	2
ప్లూటో	36,710	248.43 ,,	.249	17 9	4000 ?	1.0?	?	+ 15	?	0

పట్టిక II

గ్రహము పేరు 1	ఉపగ్రహము పేరు 2	ఆవేక్షణ కాలము 3	గ్రహమునుండి సరాసరి దూరము (మైళ్ళలో) 4	పరిభ్రమణ కాలము రో. గం. ని. 5	వ్యాసము (మైళ్ళలో) 6	దృశ్య దీప్తి 7
భూమి	చంద్రుడు	—	2,38, 857	27-7-43	2160	−12
కుజుడు	ఫోబాస్	1877	5, 826	0-7-39	10	+12
,,	డైమోస్	1877	14, 580	1-6-18	5	13
గురుడు	5వ ఉపగ్రహము	1892	1,12, 600	0-11-57	100	13
,,	అయో	1610	2,61, 800	1-18-20	2,300	5
,,	యూరోపా	1610	4,61, 600	3-13-14	2,000	6
,,	గానిమీడ్	1610	6,64, 200	7-3-43	3,200	5
,,	కాలిస్టో	1610	11,69, 000	16-16-32	3,200	6
,,	6వ ఉపగ్రహము	1904	71,14, 000	250-16-0	100 ?	14
,,	7 ,,	1905	72,92, 000	260-1-0	40 ?	16
,,	10 ,,	1938	73,10, 000	254		18
,,	11 ,,	1938	1,42,00, 000	692		18
,,	8 ,,	1908	1,48,00, 000	739	40 ?	16
,,	9 ,,	1914	1,50.00, 000	750	20 ?	17
,,	12 ,,	1951	?	?	?	?

1	2	3	4	5	6	7
శని	మైమాస్	1789	1,15, 000	0-22-37	300 ?	12
,,	ఎన్సిలేడస్	1789	1,48, 000	1-8-53	400 ?	12
,,	టెథిస్	1684	1,83, 000	1-21-18	600 ?	11
,,	డయోనె	1684	2,34, 000	2-17-41	600 ?	11
,,	రియా	1672	3,27, 000	4-12-25	900	10
,,	టైటాన్	1655	7,59, 000	15-22-41	2900	8
,,	హైపెరియాన్	1848	9,20, 000	21-6-38	300 ?	13
,,	అయాపెటస్	1671	22,10, 000	79-7-56	?	11
,,	ఫోయబె	1898	80,34, 000	550	200 ?	14
యురేనస్	మిరాండా	1948	81, 000	1-9-56	?	17
,,	ఏరియల్	1851	1,19, 000	2-12-29	600 ?	15
,,	అంబ్రియల్	1851	1,66, 000	4-3-28	400 ?	16
,,	టైటానియా	1787	2,72, 000	8-16-56	1000 ?	14
,,	ఓబెరాన్	1787	3,64, 000	13-11-7	900 ?	14
నెప్ట్యూన్	ట్రైటాన్	1846	2,20, 000	5-21-3	2800 ?	13
,,	నెరీడ్	1949	?	సుమారు 2సం||	200 ?	19

అధికదృశ్యదీప్తిగల నక్షత్రములు

నక్షత్రనామము	నక్షత్రరాశి	హిందూ నామము	దృశ్య పరిమాణము	వర్ణము	దూరము కాంతిసం
సిరియస్	ఆల్ఫా కేనిస్ మేజోరిస్	మృగవ్యాధుడు	−1.58	నీలి	8.6
కనోపస్	ఆల్ఫా కరైనె	అగస్త్యుడు	−0.86	శ్వేతపసుపు	?
ఆల్ఫా సెంటారీ	ఆల్ఫా సెంటారీ	మిత్రుడు	+0.06	పసుపు	4.3
వేగా	ఆల్ఫా లైరె	అభిజిత్తు	0.14	శ్వేతనీలి	26
కాపెల్లా	ఆల్ఫా ఆరిగా	బ్రహ్మహృదయము	0.21	పసుపు	52
ఆర్క్టురస్	ఆల్ఫా బూటీస్	స్వాతి	0.24	నారింజ-పసుపు	41
రైజెల్	బీటా ఓరియానిస్		0.34	శ్వేతనీలి	500
ప్రోసియాన్	ఆల్ఫా కేనిస్ మైనోరిస్	పూర్వశ్వానము	0.48	శ్వేతపసుపు	10.5
అఖెర్నార్	ఆల్ఫా ఎరిడాని		0.60	నీలి	70
బీటా సెంటారీ	బీటా సెంటారీ	సోముడు	0.86	నీలి	300
ఆల్టైర్	ఆల్ఫా ఎక్విలె	శ్రవణము	0.89	శ్వేతపసుపు	16
బీటల్ గాజ్	ఆల్ఫా ఓరియానిస్	ఆర్ద్ర	0.92	ఎరుపు	200
ఆల్డిబరాన్	ఆల్ఫా టారై	రోహిణి	1.06	నారింజ	57
పోలక్స్	ఆల్ఫా జెమినోరమ్	పునర్వసు	1.21	పసుపు	32
స్పైకా	ఆల్ఫా వర్జినిస్	చిత్త	1.21	నీలి	230
అంటారిస్	ఆల్ఫా స్కార్పి	జ్యేష్ఠ	1.22	ఎరుపు	380
ఫోమల్ హాట్	ఆల్ఫా పైసిస్ ఆస్ట్రిని	ఇంద్రద్యుమ్నుడు	1.29	తెలుపు	24
డేనెబ్	ఆల్ఫా సెగ్ని	కుబేరుడు	1.33	తెలుపు	600?
రెగ్యులస్	ఆల్ఫా లియోనిస్	మఖ	1.34	శ్వేతనీలి	56

కొన్ని ముఖ్యనక్షత్రరాసుల హిందూనామములు

ఏండ్రొమిడా - దేవయాని
ఏక్విలా - గరుడరాశి
ఆరిగా - సారథి
బూటెస్ - భూతేశుడు
కేసియోపియా - శర్మిష్ఠ
సెఫియస్ - వృషపర్వ
సైగ్నస్ - రాజహంస
డ్రేకో - అజగరము
లాసెర్టా - సరట
లైరా - వీణారాశి
పెగాసస్ - ఉచ్చైశ్శ్రవరాశి
సర్పెన్స్ - భుజగరాశి
అర్సామైనర్ - శింశుమారము
ఎక్వేరియస్ - కుంభము
ఏరీజ్ - మేషము
కేన్సర్ - కర్కాటకము

కేప్రికార్నస్ - మకరము
జెమినై - మిథునము
లియో - సింహము
లైబ్రా - తుల
పిసీజ్ - మీనము
సగిటేరియస్ - ధనుస్సు
స్కార్పియస్ - వృశ్చికము
టారస్ - వృషభము
వర్గొ - కన్య
సెంటారస్ - కిన్నెర
సీటస్ - తిమింగలరాశి
ఎరిడేనస్ - వైతరణి
హైడ్రా - వాసుకి
ఓరియన్ - మృగవ్యాధుడు
బిగ్ డిప్పర్, ప్లౌ - సప్తర్షిమండలము
ప్లియడెస్ - కృత్తిక; పిల్లలకోడి

పారిభాషిక పదకోశము

అధికీకరణసామర్థ్యము : శాస్త్రీయపరికరముతో చూచినపుడగపడు వస్తువుయొక్క పరిమాణమునకును, వట్టికంటితో చూచినపుడగపడు దాని పరిమాణమునకును గల నిష్పత్తి ఆపరికరముయొక్క అధికీకరణ సామర్థ్యము.

అపాయనము : ఒకనభోమూర్తి స్థానమునందు ఆ నభోమూర్తి నుండి కాంతి యేదిశలో మనలను చేరుచున్నట్లు గోచరించుచున్నదో ఆదిశగా భూమి సంచరించుటవలన కనపట్టు స్థానభ్రష్టత్వము.

అయస్కాంతక్షేత్రము : ఒక అయస్కాంతముయొక్క ప్రభావము వ్యాప్తమైయున్న ప్రదేశము.

ఆల్బెడో : కాంతినిరోధకవస్తువు పరావర్తనమొనర్చు కాంతి పరిమాణమునకును, దానిపై పతనమైన మొత్తము కాంతిపరిమాణమునకునుగల నిష్పత్తి.

కాంతిసంవత్సరము : దూరములను కొలుచుటకై వినియోగపడు ఏకాంకము. దీనివిలువ కాంతి ఒకసంవత్సరములో ప్రయాణము చేయుమార్గమునకు (5.88×10^{12} మైళ్ళు) సమానము.

డెక్లినేషన్ : నభోమధ్యరేఖనుండి ఉత్తర దక్షిణములుగా నభోమూర్తికిగల కోణీయదూరము.

పరిభ్రమణము : ఒకమూర్తి మరియొకమూర్తిచుట్టు తిరుగుట.

పాతములు : రెండుకక్ష్యలు పరస్పరము ఖండించుకొనుబిందువులు. భూ, చంద్రకక్ష్యలు పరస్పరము ఖండించుకొనుబిందువులను ఉచ్చపాతము లేక రాహువు, నీచపాతము లేక కేతువు అని పేర్కొందురు.

ఫ్లోక్యులి : ముఖ్యముగా కాల్షియమ్‌కాంతిలో తీసిన సూర్యుని ఛాయాచిత్రములందు కనపడు విస్ఫులింగములకు హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడొసగిన ప్రత్యేకనామము.

విస్ఫులింగములు : దీప్త్యావరణమందు సామాన్యముగా సూర్యాంకముల దాపుననే ప్రత్యక్షమగు దీప్తిమంతమైన ప్రదేశములు. సూర్యుని దీప్త్యావరణమందు సూర్యాంకములులేని తావులలోకూడ నివి యుండుట కలదు.

పారిభాషిక శబ్దావళి

అపాయనము Aberration
అయనచలనము Precession of the equinoxes
అవేక్షించు Observe
అనుమానికముగా Inferentially
ఆవర్తధూమకేతువు Periodic comet
ఆవృత్తము, ఆవృత్తి Cycle
ఉచ్చపాతము (రాహువు) Ascending node
ఉత్స్ఫటనోల్కావాదము Explosive meteoric theory
ఉల్కలు Meteors
ఉల్కాపాతము Meteoric shower
ఋజుగతి Direct motion
ఏకాంకము Unit
కటకాయనము Summer solstice
కుండలి Ring
కోమా Coma
క్రాంతివృత్తము Ecliptic
క్రాంతివృత్తమండలము Zodaic
ఖండచ్ఛాయ Penumbra
గర్భము Core
గర్తము Crator
గోళాకారపుంజము Globular cluster
గ్రహములు, అంతర్ inferior planets
,, బాహ్య superior ,,
,, భౌమ్య (పార్థివ) terrestrial ,,
గ్రహక్రాంతి Transit of planet
చాక్షుషయుగళములు Optical doubles
జంటతారలు Binary
డెక్లినేషన్ (అవనతి) Declination
తారాపుంజము Star cluster
తులాదిబిందువు First point of libra
దీప్త్యావరణము Photosphere
దీప్తి Luminosity
నభోమూర్తులు Heavenly bodies
నక్షత్రకాలము Siderial time
నక్షత్ర మేఘము Star cloud
నక్షత్రరాసులు, పరిధ్రువ Constellations, Circumpolar
పరిభ్రమణము Revolution
పరిమాణము Magnitude
,, ఛాయాచిత్ర Photographic ,,
,, దృశ్య Apparent ,,
,, యథార్థ Absolute ,,
పరివర్తక స్తరము Reversing layer
పాతము Node
పాదబిందువు Nadir
పాదస్థము Quadrature
పూర్ణచ్ఛాయ Umbra
పార్ సెక్ Parsec
ప్రధానశ్రేణితారలు Main sequence stars

ఫ్లాక్యులి Floculli
ప్రేషము Pressure
బహుళతారలు Multiple stars
బృహత్తారలు, బృహదారుణతారలు } Red gaints
భూరశ్మి Earth's shine
భౌతికయుగళములు Physical doubles
భౌమ్యరేఖలు Telluric lines
భ్రమణము Rotation
మకరాయనము Winter solstice
మకుటము Corona
మహాబృహత్తారలు Super gaints
మేషాదిబిందువు First point of aries
యామ్యోత్తరవృత్తము Celestial meridian or meridian
యుగళతారలు Binary stars or double stars
,, గ్రాహి Eclipsing binaries
యుగళము, వర్ణమాలా Spectroscopic binary
యుతి, యోగము Conjunction
యోగము, అంతర inferior ,,
,, న్యూన ,, ,,
,, బాహ్య superior ,,
రస్సెల్ చిత్రము Russel diagram
రేడియంట్ Radiant
రైట్ ఎసెన్షన్ Right ascention
లంబనము Parallax
వక్రగతి Retrograde motion
వర్ణసూచిక Colour index
వర్ణావరణము Chromosphere
వికేంద్రత Eccentricity
వివృతపుంజము Open cluster
విషువత్తులు Equinoxes
విస్ఫులింగములు Faculae
వృద్ధిక్షయతారలు Variables
,, ఆవర్తి periodic ,,
,, అనావర్తి (ఆవర్తరహిత) non periodic ,,
,, క్రమరహిత irregular ,,
,, గ్రాహి eclipsing ,,
,, దీర్ఘవ్యవధి long period ,,
,, సిఫియి cepheid ,,
,, పురాణ classical ,,
,, సమూహ cluster ,,
వేగుచుక్క Morning star
వైకల్యము Perturbation
శీర్షబిందువు Zenith
శ్వేతవామనతారలు White dwarfs
షడ్భాంతరము Opposition
సంధ్యాతార Evening star
సూర్యాంకములు Sun spots
సౌరకాలము Solar time
సౌరజ్వాలలు Prominences
స్తంభము Stationary
స్పందనసిద్ధాంతము Pulsation theory
హోరావృత్తము Hour circle

సూచిక

అంకెలు పుటలను, స్ఫుటముగానున్న అంకెలు విషయము విశేషముగా చర్చింపబడిన వరుసపుటలలో తొలిపుటలను సూచించును.

అంగుళ్యాకారపు నెబ్యులా 90, 306
అంతర్గ్రహములు 113, 115, **174**
అతిచారము 102
అపాయనము 37, 39
అయనచలనము **54**, 70
అరుంధతి 83, 250, 252
అర్సామేజర్ 80, **82**, 85, 86
అర్సామైనర్ 80, 85
అశ్వని 79, 162
అక్షాంశము 15, 19
ఆంటారెస్ 92, 267, 272
ఆఖర్నార్ 100
ఆగష్టుఉల్కాపాతము 237
ఆర్క్ట్యూరస్ 91
ఆరిగా 80, 96, 97
ఆల్గాల్ 88, 285, 290
ఆల్టెయిర్ 89, 90, 251
ఆల్డిబెరాన్ 73, **94**, 245, 250
ఆల్ఫా అర్సామైనోరిస్ 58, 59
ఆల్ఫా కేనిస్ మెజోరిస్ 73
ఆల్ఫాటారై 73
ఆల్ఫాలైరె 73
ఆల్ఫాసెంటారీ 99
ఆల్మాక్ 87
ఆస్టిరాయిడులు **5**, 108, 160, **192**
ఉచ్చపాతము 167
ఉత్తరధ్రువమూరము 67
ఉత్తరబిందువు 65
ఉత్సన్నఘటనోల్కావాదము 172
ఉపగ్రహములు 3, 6, 106, 160
ఉల్కలు 3, 6, 106, 172, **232**
ఉల్కాపాతము 231, **234**
ఋజుగతి 102, 103
ఋతువులు **52**
ఎప్సిరియస్ 58, 92, 94
ఎరిడేనస్ 100
ఏండ్రొమిడా 80, 87, 89, 92
ఏండ్రొమీడ్స్ 237, 238
ఏక్విలా 80, 90
ఏరీజ్ 58, 92
ఒఫియూకస్ 80, 98, 280
ఒరియన్ 81, **94**, 243
కటకాయనము 66
కాంతిసంవత్సరము 260
కాసియోపియా 80, 86, 89
గురుడు 5, 108, **186**
„ ఉపగ్రహములు 192
„ దీప్తి 187
„ భౌతికలక్షణములు **188**
కెనోపస్ 100, 118
కేతువు 167
కేపెల్లా 88, 97

కేస్టర్ 96, 292
కోరోనాబోరియాలిస్ 92
కోమా 226
కోమాబెరనైసెస్ 293
క్రాంతివృత్తము 52, 57, 65, 78
గామాసిగ్నై 59
గురుడు 5, 108, **201**
,, ఉపగ్రహములు 205
,, కక్ష్య 201
,, దీప్తి 201
,, పరిమాణము 201
,, భౌతికలక్షణములు **202**
గెలాక్సీ 3, 7, 300
గ్రహములు 3, **4**, 7, 61, **101**, **170**,
గ్రహ కక్ష్యలు 108
,, క్రాంతి **181**
,, చారము 101
,, ద్రవ్యరాసులు 118
,, పరిభ్రమణము **106**
,, పరిభ్రమణవేగము 117
,, భౌతికపరిస్థితులు **116**
,, స్థానములు **111**
గ్రహణములు 30, **167**
,, సూర్య 150, **168**, 181
,, చంద్ర 14, 30, **168**
గ్రాహింవృద్ధిక్షయతారలు 265
గ్రేట్ నెబ్యులా ఇన్ ఏంద్రోమిడా 88
గ్రేట్ నెబ్యులా ఇన్ ఓరయన్ 95, 308
గ్రేట్ బేర్ 83
గ్రేటెస్టు ఈస్టరన్ ఈలాంగేషన్ 116, 180
గ్రేటెస్టు వెస్టరన్ ఈలాంగేషన్ 116, 180
చంద్రుడు 6, 14, 61, 101, **160**, 262
,, కళలు **162**
,, కక్ష్య 160
,, గ్రహణములు 171
,, భూమినుండిదూరము 161
,, పరిభ్రమణము 161
,, భ్రమణము 162
,, భౌతికలక్షణములు 170
జెమినై 80, 96
జంట (యుగళ) తారలు 286
జ్యోతిష్సంస్థలు 151
టారస్ 73, 94
టి. సిగ్నై 278
టెయిలరుషుసుసేతువు 231, 234, 238
డెక్లినేషన్ 66, 67, 74
డెనబోలా 97
డెల్టాసిఫియై 89, 274, 276
డెల్టా హెర్క్యులస్ 287
డెల్ఫినస్ 80, 90
డేనబ్ 89, 90
డ్రేకో 59, 80, 86
తారాపుంజములు 286, 293
తులాదిబిందువు 55, 58, 66
తేజోఽపాయనము 34, 35
తోకచుక్కలు 3, 5, 106, **223**
ధ్రువనక్షత్రము, ఉత్తర **14**, 58, 76, 77, **84**, 250, 252, 277
నభోగోళము 54, **61**
నభోమూర్తులు 2
నవంబరు ఉల్కాపాతము **238**

నక్షత్రములు 3, 7, 21, 61, **239**
,, ఛాయాచిత్రపరిమాణము 257
,, డ్రేపరు కేటలాగు 242
,, తాపక్రమము **246**
,, దూరము 259
,, దృశ్యపరిమాణము 251
,, పరిమాణము 250
,, పరిమాణమును కనుగొనుపద్ధతి 254
,, యథార్థపరిమాణము 253
,, రంగులు 239, 246
, రస్సెల్ చిత్రము 267
,, వర్గములు 267
,, వర్ణమాలలు **239**, 246
,, వర్ణమాలావర్గములు 242
,, వర్ణమాలావర్గీకరణము 239
,, వర్ణసూచిక 257
,, వ్యాసములు 265
,, స్వీయచలనము 302, 303
నక్షత్రమేఘములు 295
,, మేగిలాన్ 296
,, స్థానిక 296, 303
నక్షత్రరాసులు **71**
,, ఉత్తరమండల 75, 79, 80
,, క్రాంతివృత్తమండల 75,78,80
,, దక్షిణమండల 75, 78, 81
,, నభోమధ్యరేఖామండల 75
,, పరిధ్రువ 75
నూతనతారలు 274, **279**
నెప్ట్యూన్ 5, 108, 219, 220
నెబ్యులాలు 3, 7, **304**
,, కాంతిహీనమైన **306**
,, గుర్రపుతలఆకారపు 307
,, గెలాక్టిక 304
,, గ్రహాకార 304
,, బహిర్గెలాక్టిక 277, 304, 308
,, విక్షిప్త 304, 307
,, సర్పిలాకార 310
న్యూటేషన్ 59
పాతములు 167, 181
పాదబిందువు 63
పాదస్థము 115, 165
పిల్లలకోడి 94
పిసీజ్ 58, 92, 93, 94
పెగాసస్ 80, 87, 92
పెర్సియస్ 80, 88, 89
పెర్సెడ్సు 237
పెల్లాస్ 196, 198
పేర్ సెక్ 260
పోలక్సు 96, 250
ప్రధానశ్రేణితారలు **270**, 273
ప్రెసెపె 97
ప్రాక్సిమా సెంటారి 99, 121, 259,260
ప్రోసియాన్ 95, 96, 244
ప్లియడీస్ 94, 293, 294
ప్లూటో 5, 108, 109, 112, 160, 220
ఫాన్ మేనన్సు నక్షత్రము 74, 266, 271
ఫోమల్ హాట్ 100
ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు 134, 145,
146, 158, 241, 289, 290

ఫ్లోక్క్యులి 132, 149, 150
బహుళతారలు 286, 292
బార్నార్డునక్షత్రము 74
బీటల్‌గాజ్ 95, 267, 272, 279
బిగ్‌డిప్పర్ 83
బీటాఒరయానిస్ 73, 95
బుధుడు 4, 108, 109, **174**
,, కళలు 176
,, క్రాంతి 182
,, భౌతికలక్షణములు 183
,, భ్రమణము 185
బూటెస్ 80, 91
బృహత్తారలు 270, 272
బేలాధూమకేతువు 231, 234
బోడేనియమము 112
భూమి 5, **11**, 108, 186
,, ఆకారము 11
,, ఆకర్షణబలము 46
,, ఉచ్చస్థానము 43
,, కక్ష్య **40**, 48
,, ద్రవ్యరాశి 49
,, నీచస్థానము 43
,, పరిభ్రమణము **31**
,, పరిభ్రమణకారణము 46
,, పరిభ్రమణవేగము **43**
,, భ్రమణము 19, **21**
,, భ్రమణవేగము 29
,, సాంద్రత 18
భౌమరేఖలు 146
మకరాయనము 66
మహాబృహత్తారలు 270
మేషాదిబిందువు 55, 58, 66
యామ్యోత్తరవృత్తము 65
యుతి 113
యురేనస్ 5, 108, 193, **212**, 220
యోగము 113, 165
,, అంతర (న్యూన) 114,115,179
,, బాహ్య 114
రాహువు 167
రిగెల్ 73, 95
రెగ్యులస్ 97, 250
రేడియంట్ **235**
రైట్ ఎసెన్షన్ 66, **68**, 74
లంబనము 34, 38, 39, 261, 262, 263
లియొనిడ్సు 237, 238
లియో 80, 97
లైరా 59, 80, 89
లైరిడ్సు 237
వక్రగతి **102**
విషువత్తులు 55, 58, 66
విస్ఫులింగములు 144
వృద్ధిక్షయతారలు **273**
,, ఆవర్తి 274
,, ఆవర్తరహిత 274
,, క్రమరహిత 274, 279
,, గ్రాహి 274, **285**
,, తారాపుంజ 27[illegible]
,, దీర్ఘవ్యవధి 274, 278
,, పురాణ 276
,, సిఫియై 274, 295, 296, 303

వేగా 59 73, 89, 243
వేగుచుక్క 4, 179
శని 5, 108, 207
,, ఉపగ్రహములు 211
,, కుండలి 207
,, భౌతికలక్షణములు 212
శీర్షబిందువు 63
శుక్రుడు 4, 108, 174, 176
శ్వేతవామనతారలు 270, 271
షడ్భాంతరము 115, 165, 186
సంధ్యాతార 179
సగిట్టా 80, 90, 91
సప్తర్షిమండలము 82, 250
సిఫియస్ 59, 80, 88. 89
సిరియస్ 73, 95, 96, 243, 250, 259, 260
సీకిస్ 196, 198
సూపర్‌నోవా 284
సూర్యకుటుంబము 7, 119
సూర్యశక్తి 128
సూర్యాంకములు 132, 134, 151, 156, 157
సూర్యుడు 14, 47, 53, 61, 101, 106, 121, 241, 244, 254, 259, 300, 302
,, గర్భము 125
,, దీప్త్యావరణము 125, 126, 132
,, దృశ్యసంచలనములు 156
,, ద్రవ్యము 122
,, నిర్మాణము 125
,, పరిభ్రమణము 159
,, పరివర్తకస్తరము 125, 134 145
,, భ్రమణము 157
,, మకుటము 125, 150
,, వర్ణావరణము 125, 147
సెంటారస్ 81, 93
సైగ్నస్ 59, 80, 90
సౌరజ్వాలలు 154
స్కార్పియస్ 80, 92
స్తంభము 102
స్పైకా 98
హయాడిస్ 94, 293. 294
హెర్క్యులస్ 59, 80, 86, 91, 92
హోరావృత్తము 69

పుట	పంక్తి	తప్పు	ఒప్పు
31	8	[illegible]	[illegible]
39	2	[illegible]	[illegible]
64	11	[illegible], *Mr*	[illegible], *Mr*
111	16	14,87,00,000	12,87,00,000
26 వ	పటము క్రింద	[illegible] నెబ్యులా	నెబ్యులా N. G. C. 150
27 వ	పటము క్రింద	నెబ్యులా N. G. C. 1501	[illegible] నెబ్యులా