

తోకచుక్కలు

బజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా॥ బి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



జానక పబ్లికేషన్స్



మహానది పబ్లికేషన్స్

ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 17

తోకచుక్కలు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



జన విజ్ఞాన వేదిక



మంచి పుస్తకం

How We Found Out About Comets? by Isaac Asimov

ఎలా తెలుసుకున్నాం?-17

తోకచుక్కలు

రచయిత : ఐసాక్ అసిమోవ్
అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి
ప్రచురణ : జూన్, 2009
ప్రతుల సంఖ్య : 3000
వెల : రూ. 18/-
ISBN : 978-93-80153-00-1

ప్రచురణ, ప్రతులకు :

జన విజ్ఞాన వేదిక

జి. మాల్యద్రి, కన్వీనర్, ప్రచురణల విభాగం
162, విజయలక్ష్మీనగర్
నెల్లూరు - 524 004
ఫోన్ : 94405 03061

మంచి పుస్తకం

12-13-450, వీధి నెం.1
తార్నాక, సికింద్రాబాదు 500 017
ఫోన్ : 94907 46614.
email : info@manchipustakam.in
website : www.manchipustakam.in

కంపోజింగ్, లే అవుట్ : పద్మ
ముఖచిత్ర డిజైన్ : చరిత ఇంప్రెషన్స్

ముద్రణ : చరిత ఇంప్రెషన్స్,
1-9-1126/బి,
అజామాబాద్, హైదరాబాదు,
ఫోన్: 27678411.

విషయ సూచిక

1. తోకలున్న చుక్కలు	. . .	05
2. దూరాలు - కక్ష్యలు	. . .	11
3. తిరిగొచ్చిన తోకచుక్క	. . .	19
4. పలచని తోకచుక్కలు	. . .	25
5. మృతి చెందిన తోకచుక్క	. . .	30
6. ఇంతకీ తోకచుక్కలలో ఏముంటుంది?	. . .	37

1. తోకలున్న చుక్కలు

మనుషులు చీకటి ఆకాశపు అందాలని ఎన్నో వేల ఏళ్ళుగా గమనిస్తూ వస్తున్నారు.

రాత్రివేళ వినువీధిలో విసిరేసిన ముత్యాల్లా వేల తారలు మెరుస్తూ కనిపిస్తాయి. చూసేవారికి ఆ తారలు కొన్ని ఆకృతులుగా ఏర్పడి ఉండడం కనిపిస్తుంది. ప్రతి రాత్రీ ఆ ఆకృతులే మనకి ఆకాశంలో దర్శనం ఇస్తాయి. ఇవి ఒక నల్లని గోళంలో పొదగబడి ఉన్నట్టు, ఆ గోళం సాఫీగా, క్రమబద్ధంగా పరిభ్రమిస్తున్నట్టు అనిపిస్తుంది.

తారలతో పాటు చంద్రుడు కూడా కనిపిస్తాడు. అయితే తారలలా మెరిసే చుక్కల్లా కాకుండా విస్తరించిన వస్తువులా ఉంటాడు చంద్రుడు.

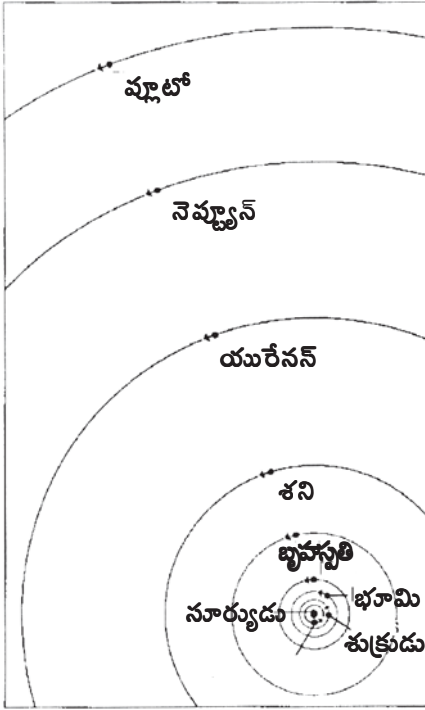


19వ శతాబ్దంలో నక్షత్రాలను చూసేందుకు దూరదర్శిని

కొన్నిసార్లు మెరిసే పూర్ణబింబంలా కనిపిస్తే, మరి కొన్ని సార్లు అర్థ వృత్తంలాగానో, నెలవంక లాగానో కనిపిస్తాడు. చంద్రుడు ప్రతి రాత్రీ తార నుండి తారకి కదలడం కనిపిస్తుంది. ఒక రోజు అర్ధరాత్రి ఒక తార వద్ద కనిపిస్తే, మరో రోజు అర్ధరాత్రి మరో తారవద్ద కనిపిస్తాడు.

తారలని మించిన ప్రకాశం గలిగి, కొంచెం

తారలాగానే కనిపించే మరో ఐదు వస్తువులు కూడా ఆకాశంలో కనిపిస్తాయి. వాటినే మనం బుధుడు, శుక్రుడు, అంగారకుడు, బృహస్పతి, శని అంటాం. అవి కూడా ప్రతి రాత్రి ఒక తార నుండి మరో తార వద్దకి జరగడం చూస్తాం.



సౌర కుటుంబం

కదులుతున్నాయన్న నిర్ణయానికి వచ్చారు. చంద్రుడు ఆకాశంలో వృత్తాకారపు గతిలో కదులుతాడు. ఒక తార వద్ద మొదలై ఇంచుమించు 27 రోజుల్లో తన వృత్తాకారపు ప్రయాణాన్ని పూర్తిచేసి తిరిగి మొదటి తారని చేరుకుంటాడు.

అంటే అంతరిక్షంలో కనిపించే వివిధ వస్తువుల కదలికలని కచ్చితంగా నిర్ణయించవచ్చు. చంద్రుడు ఒకే బాటలో పదే పదే సంచరిస్తూ ఉండడం ప్రాచీనులు (“ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు”) గమనించారు. భవిష్యత్తులో ఫలానా

ఈ ఐదు ప్రకాశవంతమైన వస్తువులనే ప్రాచీన గ్రీకులు గ్రహాలు (planets) అన్నారు. “సంచారం” అనే అర్థం గల గ్రీకు పదం నుండి ఈ పదం వచ్చింది. గ్రహాలు ఆకాశంలో సంచరిస్తూ ఉంటాయి కదా? అయితే ఆ కాలంలో సూర్య, చంద్రులను కూడా గ్రహాలనే అనుకునే వారు. వాటిని కూడా కలుపుకుని మొత్తం ఏడు గ్రహాలు ఉన్నాయని భావించేవారు.

ప్రాచీనులు ప్రతి రాత్రి గ్రహాల కదలికలను గమనించి అవి కొన్ని కచ్చితమైన గతులలో

రోజు చంద్రుడు ఏ తార వద్ద ఉంటాడో, ఏ ఆకారంలో కనిపిస్తాడో అన్నీ ముందే నిర్ణయించి చెప్పొచ్చు.

అయితే ఇతర గ్రహాల గతులు మరికాస్త సంక్లిష్టంగా ఉన్నట్టు కనిపించింది. కొన్నిసార్లు చంద్రుడు కదిలే దిశలోనే అవీ కదులుతుంటాయి. మరి కొన్నిసార్లు గిరుక్కున వ్యతిరేక దిశలో తిరిగి కొంత కాలం పయనిస్తాయి. వివిధ వేగాలతో పయనిస్తాయి. అన్నీ చంద్రుడి కన్నా మెల్లగా ప్రయాణిస్తాయి.

ఏదేమైనా గ్రహాలని కూడా తగినంత కాలం గమనిస్తే వాటి గతిలోనూ ఒక తీరు తెన్ను కనిపిస్తుంది. అలా కొంత కాలం గమనిస్తే ఏ గ్రహం ఎప్పుడు ఎక్కడ ఉంటుందో నిర్ణయించడానికి వీలవుతుంది.

అరుదుగా వచ్చే సూర్యగ్రహణం, చంద్రగ్రహణం వంటి సంఘటనలని కూడా నిర్ణయించడానికి వీలయ్యింది. సూర్యుడికి అడ్డుగా చంద్రుడు వచ్చినప్పుడు సూర్యగ్రహణం వస్తుంది. అది ఎప్పుడు వస్తుందో ముందే చెప్పగలిగేవారు ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు. చంద్రుడికి, సూర్యుడికి మధ్య భూమి నిలిచినప్పుడు, భూమి నీడ చంద్రుడి మీద పడినప్పుడు వచ్చేదే చంద్రగ్రహణం. 3000 ఏళ్ళకి పూర్వమే గ్రహణాలని నిర్ణయించగల పరిజ్ఞానం ఉండేదని దాఖలాలు ఉన్నాయి.

గతులు ఎంత సంక్లిష్టంగా ఉన్నా గ్రహాలు కూడా ఆకాశంలో కొన్ని కచ్చితమైన మార్గాలలోనే మళ్ళీ మళ్ళీ సంచరించడం వల్ల మన పని తేలిక అయ్యింది. విశ్వయంత్రాంగం అంతా క్రమబద్ధంగా, ఒక చక్కని మరలాగా తీరుగా పనిచేస్తున్నట్టు అనిపించింది. ఆకాశంలో అన్నీ తీరుగా ఉన్నప్పుడు మరి భూమి మీద వ్యవహారాలు కూడా అలాగే ఉంటాయన్న ఆశ కలిగింది.

అయితే అప్పుడప్పుడు ఈ క్రమాన్ని ఉల్లంఘిస్తూ ఆకాశంలో అనుకోని సంఘటన ఏదైనా ఎదురయితేనో? మనం ఎదురుచూడని అసామాన్యమైన ఘటన ఏదైనా సంభవిస్తేనో? అప్పుడు విశ్వయంత్రాంగంలో ఎక్కడో అపశ్రుతి వచ్చినట్టేగా? మరి అలాంటప్పుడు భూమి మీద కూడా ఏవైనా అసాధారణ

పరిణామాలు కలగొచ్చుగా?

ఆకాశంలో అప్పుడప్పుడు ఒక మెరిసే వస్తువు తాత్కాలికంగా కనిపించి మాయమయ్యేది. మామూలుగా అలాంటి దృశ్యం నిశిరాత్రిలో కనిపించదు. నక్షత్రాలలా అదో కాంతి బిందువు కాదు. సూర్యచంద్రుల్లా కాంతి బింబమూ కాదు.

ఈ విచిత్ర వస్తువు తారల కన్నా పెద్దదే అయినా దీనికి కచ్చితమైన ఆకృతి ఉన్నట్టు కనిపించదు. సన్నని మెరిసే మబ్బు తునకలా ఉంటుంది. దాని ఒక కొస మెరిసే కుచ్చుతోకలా దూరంగా విస్తరిస్తుంది.

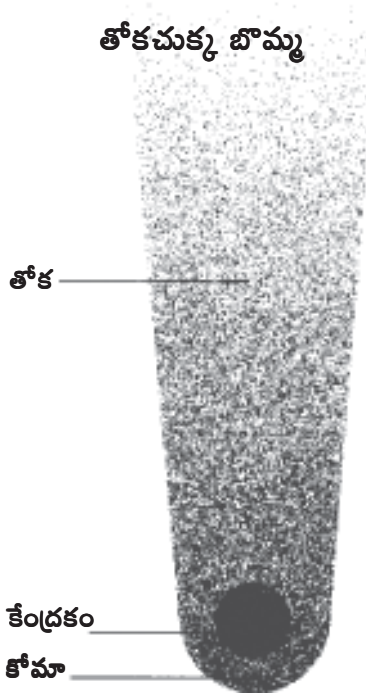
మెరిసే కాంతి కురులున్న, అవిస్పష్టమైన ఆకారం గల ఏదో విచిత్రమైన తార అనుకున్నారు దాని గురించి. ప్రాచీన గ్రీకులు దీనికి, “ఆస్టర్ కొమెటెస్” అని పేరు పెట్టారు. అంటే “కురుల తార” అని అర్థం. అందులో రెండవ

భాగాన్ని మాత్రం తీసుకుని, దాన్ని మరి కాస్త కుదించి, ప్రస్తుతం దీన్నే మనం “తోకచుక్క” (comet) అని పిలుస్తున్నాం.

ఆ తోకచుక్క కేంద్రంలో కొన్ని సార్లు నక్షత్రంలా ప్రకాశవంతమైన కేంద్రం కనిపిస్తుంది. దీన్నే ‘కేంద్రకం’ అంటారు. కేంద్రకం చుట్టూ కాస్త పలచగా, మసకమసకగా ఉండే కాంతినే ‘కోమా’ అంటారు. దాని వెనుకనే ఏర్పడే మసక కాంతుల బాటనే “తోక” అంటారు.

ఈ తోకచుక్కలు ఎప్పుడు, ఎక్కడ ప్రత్యక్షం అవుతాయో ప్రాచీన

తోకచుక్క బొమ్మ



ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు చెప్పలేక పోయేవారు. తోకచుక్క ఆకాశంలో ఎటు పోతోందో ఎక్కడ మాయమవుతుందో తెలిసేది కాదు.

అప్పటికే ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు ఆకాశంలో వివిధ వస్తువుల గతుల గురించి లెక్కలు వేశారు. గ్రహాలు మొదలైన వస్తువులు దీర్ఘవృత్త కక్ష్యలలో తిరుగుతాయని కనుక్కున్నారు. అయినా తోకచుక్కల గతుల విషయం ఎవరికీ అంతుబట్టడం లేదు. మనుషుల పూర్వానుభవం అంతా అంతరిక్షంలో వస్తువులన్నీ కొన్ని కచ్చితమైన గతులలో నియమబద్ధంగా కదులుతాయనే చెబుతోంది. కాని అలాంటి కట్టుబాట్లేవీ లెక్కచెయ్యకుండా ఉండుండి ఊడిపడే ఈ తోకచుక్కల గురించి అందరికీ భయం పట్టుకుంది. గోడగడియారంలా కచ్చితంగా సాగే విశ్వక్రమంలో తటాలున ఒక తోకచుక్క ఊడిపడ్డప్పుడు భూమి మీద ఎక్కడ ఏ అనర్థం జరగనుందో అని కంగారుపడడం మొదలుపెట్టారు. ఏ మహానుభావుడో దేహం చాలించవచ్చు. ఏ యుద్ధమో జరగవచ్చు. ఏ అంటువ్యాధో విస్తరించి లక్షలాది ప్రజలని పొట్టన పెట్టుకోవచ్చు.

తోకచుక్క కనిపించిన ప్రతిసారీ భూమి మీద ఏదో ఉపద్రవం జరుగుతున్నట్టు అనిపించేది (మరి ఎప్పుడూ నిజంగానే ఏదో ఒకటి జరుగుతుంటుంది కదా!). అలాంటి ఘటనకి తోకచుక్క ఒక హెచ్చరిక అనిపించింది. దాంతో తోకచుక్క కనిపిస్తే చాలు గుండె గుభేలు మనేది!

ఉదాహరణకి క్రీ.పూ. 44లో ఒక తోకచుక్క కనిపించింది. ఆ సంవత్సరమే రోమన్ నియంత జూలియస్ సీజర్ హత్య చెయ్యబడ్డాడు. క్రీ.శ. 1066లో కూడా ఒక తోకచుక్క కనిపించింది. ఆ ఏడాది నార్మండ్స్కి చెందిన విలియమ్ రాజు ఇంగ్లండ్ని ఆక్రమించాడు. ఆ ఘటన విలియమ్ దృష్టిలో మంచిదే కావచ్చు. కాని ఇంగ్లండ్కి మాత్రం గడ్డు రోజులు మొదలయ్యాయి.

ఆకాశంలో జరిగే వ్యవహారం అర్థం కాని మనుషులు ఇప్పటికీ



క్రీ.శ. 1066లో చిత్రించిన హేలీ తోకచుక్క

తోకచుక్కలంటే భయపడతారు. తోకచుక్క కనిపిస్తే ముప్పు తప్పదు అని నమ్ముతారు. యుగాంతానికి అది సంకేతం అనుకుంటారు.

కాని ఇతర ఎన్నో ఖగోళ వస్తువుల లాగానే తోకచుక్కలు కూడా ఆకాశంలో కదిలే వస్తువులు మాత్రమే. భూమి మీద జరిగే సంఘటనల మీద వాటికి ఏ విధమైన ప్రభావమూ ఉండదు. కాని తోకచుక్కలు అసలేమిటో, ఎక్కడి నుంచి వస్తాయో, ఎక్కడికి పోతాయో, ఆకాశంలో ఎందుకు కనిపిస్తాయో, అర్థం కానంతకాలం తోకచుక్కలంటే మనుషులు బెదరడం సహజమే.

అదృష్టవశాత్తు ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు తోకచుక్కల గురించి క్రమంగా తెలుసుకుంటూ వచ్చారు. అందుకే చదువుకున్నవారు ఈ రోజుల్లో తోకచుక్కల గురించి భయపడరు.

2. దూరాలు - కక్ష్యలు

తోకచుక్కల గురించి లోతుగా ఆలోచించిన మొట్టమొదటి వాళ్ళలో ఒకడు గ్రీకు తత్వవేత్త అరిస్టాటిల్. ఇతగాడు 2000 ఏళ్ళ క్రితం జీవించాడు. ఆకాశంలో వస్తువులన్నీ కచ్చితమైన కక్ష్యలలో కదులుతుంటాయి కాబట్టి, తోకచుక్కల గతులకి తీరు తెన్ను లేదు కాబట్టి అసలవి అంతరిక్షానికి చెందిన వస్తువులే కావని అతడు రమారమి క్రీ.పూ. 350లో తీర్మానించేశాడు. నిప్పు అంటుకున్న గాలి తునకలే తోకచుక్కలు అన్నాడు. గాలిలో అక్కడక్కడ ఏవో వాయువులు నిప్పు అంటుకుని కాసేపు మండి ఆరిపోతుంటాయి. అవే తోకచుక్కలు అన్నాడు.

ప్రాచీన లోకానికి చెందిన అసమాన మేధావిగా అరిస్టాటిల్ పరిగణింపబడేవాడు. అతడు ఏం చెప్పినా అందులో తప్పకుండా నిజం ఉంటుందని విశ్వసించేవారు. 1800 సంవత్సరాల పాటు ఆ భావాలే చలామణి అయ్యాయి. ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలంతా తోకచుక్కలు ఖగోళ వస్తువులు కావని గాల్లో మండే విస్ఫులింగాలని నమ్మారు.

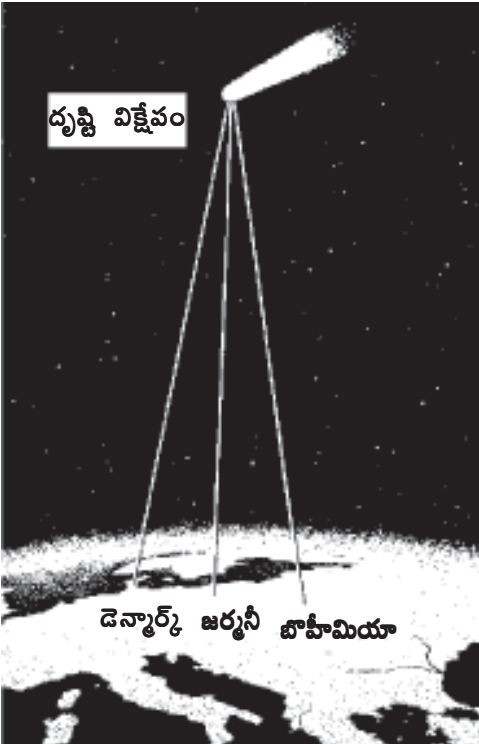
అలా ఎంతో కాలం ఈ విషయం గురించి సరయిన వివరణే లేకుండా ఉండిపోయింది. ప్రాచీన గ్రీకుల కాలం తరువాత తోకచుక్కల భయం ఎంతగా పెరిగిపోయిందంటే అసలు వాటికేసి సూటిగా చూడడానికే భయపడేవారు. ఎంతో కాలం తరువాత క్రీ.శ. 1473లో గ్రీకు ఖగోళ శాస్త్రవేత్త రెజియో మాంటానస్ ఒక తోకచుక్కని గుర్తించి ప్రతి రోజూ దాని స్థానాన్ని గమనిస్తూ వచ్చాడు. ఆధునిక తోకచుక్కల అధ్యయనాలకి అతడి కృషి ఒక చిన్న తొలిమెట్టు అయ్యింది.

1532లో ఒక తోకచుక్క కనిపించినప్పుడు ఇద్దరు ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు దాన్ని పరిశీలించారు. వారికో విచిత్రం కనిపించింది. వారిలో ఒకరు గిరోలామో ఫ్రాకాస్టోరో (1478- 1553) అనే ఇటాలియన్ దేశస్థుడు.

రెండవ వ్యక్తి పీటర్ ఏపియన్ (1495- 1552) అనే ఆస్ట్రియా దేశస్థుడు. తోకచుక్క తోక ఎప్పుడూ సూర్యుడుకి వ్యతిరేక దిశలో ఉండడం గమనించారు వీళ్ళు. తోకచుక్క సూర్యుడిని దాటి ఒక వైపు నుండి రెండవ వైపుకి పోయినప్పుడు తోక దిశ కూడా మారిపోయేది.

తోక చుక్కల విషయంలో ఇది మొట్టమొదటి శాస్త్రీయ ఆవిష్కరణ. అన్ని తోకచుక్కల విషయంలోను అదే నిజం అని తేలింది. ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు పరిశీలించిన తోకచుక్కల తోకలన్నీ సూర్యుడికి వ్యతిరేక దిశలోనే ఉన్నాయి. అంటే తోకచుక్కలకి సూర్యుడికి మధ్య ఏదో సంబంధం ఉండి తీరాలి.

1577లో ఇంకా ఆశ్చర్యకరమైన ఆవిష్కరణ ఒకటి జరిగింది. ఆ సంవత్సరం ఆకాశంలో ఒక తోకచుక్క ప్రత్యక్షం అయ్యింది. టైకో బ్రాహే (1546- 1601) అనే డేనిష్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త దాన్ని అధ్యయనం చేశాడు.



ఇతడిని మామూలుగా టైకో అని పిలుస్తుంటారు. అతడు ఆకాశంలో తోక చుక్క స్థానాన్ని గుర్తించడమే కాదు, అది ఎంత దూరంలో ఉందో కూడా అంచనా వేస్తానని బయలుదేరాడు.

ఆకాశంలో వస్తువుల దూరాన్ని అంచనా వేయడానికి దృష్టి విక్షేపం (parallax) అనే ఒక పద్ధతి ఉంది. ఈ పద్ధతిలో ఒకే వస్తువుని రెండు విభిన్న స్థానాల నుండి చూడాలి.

అలా చూసినప్పుడు వస్తువు స్థానం ఎలా మారుతుంది అన్న దాని బట్టి దాని దూరాన్ని అంచనా వేస్తారు.

ఇది ఎలా పనిచేస్తుందో తెలుసుకోడానికి సరదాగా ఒక చిన్న ప్రయోగం చెయ్యొచ్చు. మీ చూపుడు వేలిని ముఖం ముందు పెట్టుకుని ఎడమ కన్ను మూసుకుని కుడి కంటితో చూడండి. వేలు ఒక ప్రత్యేక దిశలో ఉన్నట్టు కనిపిస్తుంది. ఇప్పుడు వేలిని కదపకుండా కుడి కంటిని మూసుకుని ఎడమ కంటితో చూడండి. స్థిరంగా ఉన్న నేపథ్యంతో పోల్చి చూస్తే ఇప్పుడు వేలు పక్కకి జరిగినట్టు కనిపిస్తుంది.

ఎంత దూరం జరిగినట్టు అనిపించినన్నది కంటికి వేలు ఎంత దూరంగా ఉంది అన్న దానిబట్టి ఉంటుంది. (ఇది కావాలంటే మీరే ప్రయోగం చేసి చూసుకోవచ్చు). కంటికి వేలు ఎంత దూరంగా ఉంటే అది అంత తక్కువగా పక్కకి జరిగినట్లు అనిపిస్తుంది. దూరంగా ఉన్న వస్తువుల విషయంలో పెద్దగా స్థల మార్పిడి కనిపించదు.

దూరంగా ఉన్న వస్తువు విషయంలో దృష్టి విక్షేపం జరగాలంటే ఆ వస్తువుని ముందు ఒక స్థానం నుండి, తరువాత కాస్త దూరంలో ఉన్న (ఒక కిలోమీటర్ అనుకుందాం) మరో స్థానం నుండి చూడాలి.

ఇప్పుడు చంద్రుడు ఉన్నంత దూరంలో ఉన్న వస్తువులని చూడాలంటే కిలోమీటర్ దూరం కూడా సరిపోదు. పోనీ కొన్ని వందల కిలోమీటర్ల దూరం అయితే సరిపోతుందా? అంత దూరం జరిగి చూస్తే నక్షత్రాల నేపథ్యంలో చంద్రుడు కొద్దిగా జరిగినట్టు కనిపించవచ్చు. రెండు పరిశీలనా స్థానాల మధ్య దూరాన్ని బట్టి, దృష్టి విక్షేపం యొక్క విస్తృతిని బట్టి చంద్రుడి దూరాన్ని అంచనా వేయొచ్చు.

దూరాన్ని కొలిచే ఈ చిట్కా ప్రాచీన గ్రీకు ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలకి కూడా తెలుసు. క్రీ.పూ. 130 నాటికే హిప్పార్కుస్ (క్రీ.పూ. 190- 120) అనే గ్రీకు ఖగోళ శాస్త్రవేత్త భూమికి, చంద్రుడికి మధ్య దూరం 3,86,000 కిలోమీటర్లు అని అంచనా వేశాడు.

హిప్పార్కస్ చంద్రుడి విక్షేపాన్ని కొలిచినట్లుగానే 1577లో టైకో ఒక తోకచుక్కకి సంబంధించిన దృష్టి విక్షేపాన్ని అంచనా వెయ్యడానికి ప్రయత్నించాడు. తోకచుక్క గాల్లో భాగం అయితే చంద్రుడి కన్నా చాలా దగ్గరిగా ఉంటుంది కాబట్టి దాని దృష్టి విక్షేపం చంద్రుడి దృష్టి విక్షేపం కన్నా చాలా ఎక్కువై ఉండాలి.

టైకో జర్మనీలో కొన్ని వందల కిలోమీటర్ల దూరంలో ఒక ఖగోళ శాస్త్రవేత్తని నియమించి రాత్రివేళ ఒక నిర్ణీత సమయంలో స్థిర తారావళి నేపథ్యంలో తోకచుక్క స్థానాన్ని కొలవమన్నాడు. అలాగే కచ్చితంగా అదే సమయంలో బొహీమియా నుండి మరో ఖగోళ శాస్త్రవేత్త తోకచుక్క స్థానాన్ని కొలిచాడు. టైకో కూడా స్వయంగా డెన్మార్క్‌లో తన పరిశీలనా కేంద్రం నుండి తోకచుక్క స్థానాన్ని కొలిచాడు.

ఫలితాలని పోల్చి చూడగా మూడు సందర్భాలలోను తోకచుక్క స్థానం ఇంచుమించు ఒకే విధంగా ఉండడం ఆశ్చర్యం కలిగించింది. చంద్రుడి విషయంలో కన్నా కూడా దృష్టి విక్షేపం మరింత తక్కువగా ఉండడం కనిపించింది.

అంటే తోకచుక్క చంద్రుడి కన్నా కూడా దూరంగా ఉందని అర్థం అన్నమాట. భూమికి చంద్రుడు ఉన్న దూరానికి ఇంచుమించు నాలుగింతలు దూరంలో ఉందని భావించాడు టైకో. అంటే 15 లక్షల కిలోమీటర్ల దూరం అన్నమాట.

అయితే ఈ అంచనా సరి కాదు. నిజానికి తోకచుక్క అంతకన్నా ఎంతో దూరంలో ఉంటుంది. అయినా టైకో కనుక్కున్న విషయం చాలా ముఖ్యమైనది. దీన్ని బట్టి తోకచుక్క అంటే గాల్లో మండే విస్ఫులింగం కాదని అర్థమయ్యింది. అరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతం తప్పని తేలింది. గ్రహాల మాదిరిగానే తోకచుక్క కూడా ఒక అంతరిక్ష సంచారేనని తెలిసింది.

మరి తోకచుక్కలు కూడా అంతరిక్ష వస్తువులే అయితే తక్కిన అంతరిక్ష

End of Preview.

**Rest of the book can be read @
<http://kinige.com/kbook.php?id=265>**