తోకచుక్కలు

మనుషులు చీకటి ఆకాశపు అందాలని ఎన్నో వేల ఏళ్లుగా గమనిస్తూ వస్తున్నారు.

రాత్రివేళ వినువీధిలో వేల తారల విసిరేసిన ముత్యాల్లా మెరుస్తూ కనిపిస్తాయి. చూసేవారికి ఆ తారలు కొన్ని ఆకృతులుగా ఏర్పడి ఉండడం కనిపిస్తుంది. ప్రతీ రాత్రి ఆ ఆకృతులే మనకి ఆకాశంలో దర్శనం ఇస్తాయి. ఓ నల్లని గోళంలో పొదగబడి ఉన్నట్టు, ఆ గోళం సాఫీగా, క్రమబద్ధంగా పరిభ్రమిస్తున్నట్టు అనిపిస్తుంది.

తారలతో పాటు చంద్రుడు కూడా కనిపిస్తాడు. అయితే తారలలా మెరిసే చుక్కల్లా కాకుండా విస్తరించిన వస్తువులా ఉంటాడు చంద్రుడు. కొన్ని సార్లు మెరిసే పూర్ణబింబంలా కనిపిస్తే, మరి కొన్ని సార్లు అర్థ వృత్తంలాగానో, నెలవంకలాగానో కనిపిస్తాడు. చంద్రుడు ప్రతీ రాత్రి తార నుండి తారకి కదలడం కనిపిస్తుంది. ఓ రోజు అర్థరాత్రి ఓ తార వద్ద కనిపిస్తే, మరో రోజు అర్థ రాత్రి మరో తార వద్ద కనిపిస్తాడు.

తారలని మించిన ప్రకాశం కలిగి, కొంచెం తారలాగానే కనిపించే మరో ఐదు వస్తువులు కూడా ఆకాశంలో కనిపిస్తాయి. వాటినే మనం మెర్క్యురీ, వీనస్, మార్స్, జూపిటర్, సాటర్న్ అంటాము. అవి కూడా ప్రతీ రాత్రి ఓ తార నుండి మరో తార వద్దకి జరగడం చూస్తాము.

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

ప్రాచీనులు ప్రతీ రాత్రి గ్రహాల కదలికలని గమనించి అవి కొన్ని కచ్చితమైన గతులలో కదులుతున్నాయన్న నిర్ణయానికి వచ్చారు. చంద్రుడు ఆకాశంలో వృత్తాకారపు గతిలో కదులుతాడు. ఒక తార వద్ద మొదలై ఇంచుమించు 27 రోజుల్లో తన వృత్తాకారపు ప్రయాణాన్ని పూర్తిచేసి తిరిగి మొదటి తారని చేరుకుంటాడు.

కనుక అంతరిక్షంలో కనిపించే వివిధ వస్తువుల కదలికలని కచ్చితంగా నిర్ణయించవచ్చు. చంద్రుడు ఒకే బాటలో పదే పదే సంచరిస్తూ ఉండడం ప్రాచీనులు ("ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు") గమనించారు. భవిష్యత్తులో ఫలానా రోజు చంద్రుడు ఏ తార వద్ద ఉంటాడో, ఏ ఆకారంలో కనిపిస్తాడో అన్నీ ముందే నిర్ణయించి చెప్పొచ్చు.

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

ఏదేమైనా గ్రహాలని కూడా తగినంత కాలం గమనిస్తే వాటి గతిలోనూ ఓ 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 ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు. చంద్రుడికి, సూర్యుడికి మధ్య భూమి నిలిచినప్పుడు, భూమి నీడ చంద్రుడి మీద పడినప్పుడు వచ్చేదే చంద్రగ్రహణం. 3000 ఏళ్లకి పూర్వమే గ్రహణాలని నిర్ణయించగల పరిజ్ఞానం ఉండేదని దాఖలాలు ఉన్నాయి.

గతులు ఎంత సంక్లిష్టంగా ఉన్నా గ్రహాలు కూడా ఆకాశంలో కొన్ని కచ్చితమైన మార్గాలలోనే మళ్లీ మళ్లీ సంచరించడం వల్ల మన పని సులభం అయ్యింది. విశ్వయంత్రాంగం అంతా క్రమబద్ధంగా, ఓ చక్కని మరలా తీరుగా పనిచేస్తున్నట్టు అనిపించింది. ఆకాశంలో అన్నీ అంత తీరుగా ఉన్నప్పుడు మరి భూమి మీద వ్యవహారాలు కూడా అలాగే ఉంటాయన్న ఆశ కలిగింది.

అయితే అప్పుడప్పుడు ఈ క్రమాన్ని ఉల్లంఘిస్తూ ఆకాశంలో అనుకోని సంఘటన ఏదైనా ఎదురయితేనో? మనం ఎదురుచూడని అసామాన్య మైన ఘటన ఏదైనా సంభవిస్తేనో? అప్పుడు విశ్వయంత్రాంగంలో ఎక్కడో అపశృతి వచ్చినట్టేగా? మరి అలాంటప్పుడు భూమి మీద కూడా ఏవైనా అసాధారణ పరిణామాలు కలగొచ్చుగా?

ఆకాశంలో అప్పుడప్పుడు ఓ 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 comet (తోకచుక్క) 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 ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు చెప్పలేక పోయేవారు. తోకచుక్క ఆకాశంలో ఎటు పోతోందో ఎక్కడ మాయమవుతుందో తెలిసేది కాదు.

అప్పటికే ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు 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 చెప్తోంది. కాని అలాంటి కట్టుబాట్లేవీ లెక్కచెయ్యకుండా ఉండుండి ఊడిపడే ఈ తోకచుక్కల గురించి అందరికీ భయం పట్టుకుంది. గోడగడియారంలా కచ్చితంగా సాగే విశ్వక్రమంలో తటాలున ఓ తోకచుక్క ఊడిపడ్డప్పుడు భూమి మీద ఎక్కడ ఏ అనర్థం జరగనుందో అని కంగారపడడం మొదలెట్టారు. ఏ మహానుభావుడో దేహం చాలించవచ్చు. ఏ యుద్ధమో జరగవచ్చు. ఏ అంటువ్యాధో విస్తరించి లక్షలాది ప్రజలని పొట్టనపెట్టుకోవచ్చు.

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

ఉదాహరణకి క్రీ.పూ. 44 లో ఓ తోకచుక్క కనిపించింది. ఆ సంవత్సరమే రోమన్ నియంత జూలియస్ సీజర్ హత్య చెయ్యబడ్డాడు. క్రీ.శ. 1066 లో కూడా కనిపించిందో తోకచుక్క. ఆ ఏడాది నార్మండీ కి చెందిన విలియమ్ రాజు ఇంగ్లండ్ ని ఆక్రమించాడు. ఆ ఘటన విలియమ్ దృష్టిలో మంచిదే కావచ్చు, కాని ఇంగ్లండ్ కి మాత్రం గడ్డు రోజులు మొదలయ్యాయి.

ఆకాశంలో జరిగే వ్యవహారం అర్థం కాని మనుషులు ఇప్పటికీ తోకచుక్కలంటే భయపడతారు. తోకచుక్క కనిపిస్తే ముప్పు తప్పదు అని నమ్ముతారు. యుగాంతానికి అది సంకేతం అనుకుంటారు.

కాని ఇతర ఎన్నో ఖగోళ వస్తువుల లాగానే తోకచుక్కలు కూడా ఆకాశంలో కదిలే మట్టిగడ్డలు మాత్రమే. భూమి మీద జరిగే సంఘటనల మీద వాటికి ఏ విధమైన ప్రభావమూ ఉండదు. కాని తోకచుక్కలు అసలేమిటో, ఎక్కణ్ణుంచి వస్తాయో, ఎక్కడికి పోతాయో, ఆకాశంలో ఎందుకు కనిపిస్తాయో, అర్థం కానంత కాలం మరి మనుషులు తోకచుక్కలంటే బెదరడం సహజమే.
అదృష్టవశాత్తు ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు తోకచుక్కల గురించి క్రమంగా తెలుసుకుంటూ వచ్చారు. అందుకే చదువుకున్న వారు ఈ రోజుల్లో తోకచుక్కల గురించి భయపడరు.

2. దూరాలు - కక్ష్యలు

తోకచుక్కల గురించి లోతుగా ఆలోచించిన మొట్టమొదటి వాళ్లలో ఒకడు గ్రీకు తత్వవేత్త అరిస్టాటిల్. ఇతగాడు 2000 ఏళ్ల క్రితం జీవించాడు. ఆకాశంలో వస్తువులన్నీ కచ్చితమైన కక్ష్యలలో కదులుతుంటాయి కనుక, తోకచుక్కల గతులకి తీరుతెన్ను ఉండదు కనుక అసలవి అంతరిక్షానికి చెందిన వస్తువులే కావని అతడు రమారమి క్రీ.పూ. 350లో తీర్మానించేశాడు. నిప్పు అంటుకున్న గాలిపిల్లలే తోకచుక్కలు అన్నాడు. గాలిలో అక్కడక్కడ ఏవో వాయువులు నిప్పు అంటుకుని కాసేపు మండి ఆరిపోతుంటాయి. అవే తోకచుక్కలు అన్నాడు.

ప్రాచీనలోకానికి చెందిన అసమాన మేధావిగా అరిస్టాటిల్ పరిగణింపబడేవాడు. అతడు ఏదన్నా 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. 1473 లో గ్రీకు ఖగోళ శాస్త్రవేత్త రెజియోమాంటానస్ ఓ తోకచుక్కని గుర్తించి ప్రతీ రోజు దాని స్థానాన్ని గమనిస్తూ వచ్చాడు. ఆధునిక తోకచుక్కల అధ్యయనాలకి అతడి కృషి ఓ చిన్న తొలిమెట్టు అయ్యింది.

1532లో ఓ తోకచుక్క కనిపించినప్పుడు ఇద్దరు ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు దాన్ని పరిశీలించారు. వారికో విచిత్రం కనిపించింది. వారిలో ఒకడు గిరోలామో ఫ్రాకాస్టోరో అనే ఇటాలియన్ దేశస్థుడు. రెండవ వ్యక్తి పీటర్ ఏపియన్ అనే ఆస్ట్రియా దేశస్థుడు. తోకచుక్క తోక ఎప్పుడూ సూర్యుడు ఉన్న వైపుకి వ్యతిరేక దిశలో ఉండడం గమనించారు వీళ్లు. తోకచుక్క సూర్యుణ్ణి దాటి ఒక వైపు నుండి రెండవ వైపుకి పోయినప్పుడు తోక దిశ కూడా మారిపోయేది.

తోకచుక్కల విషయంలో ఇది మొట్టమొదటి శాస్త్రీయ ఆవిష్కరణ. అన్ని తోకచుక్కల విషయంలోను అదే నిజం అని తేలింది. ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు పరిశీలించిన తోకచుక్కల తోకలన్నీ సూర్యుడికి వ్యతిరేక దిశలోనే తిరిగి ఉన్నాయి. అంటే తోకచుక్కలని సూర్యుడికి మధ్య ఏదో సంబంధం ఉండి తీరాలి.

1577 ఇంకా ఆశ్చర్యకరమైన ఆవిష్కరణ ఒకటి జరిగింది. ఆ సంవత్సరం ఆకాశంలో ఓ తోకచుక్క ప్రత్యక్షం అయ్యింది. టైకో బ్రాహే అనే డేనిష్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త దాన్ని అధ్యనం చేశాడు. ఇతణ్ణి మామూలుగా టైకో అని పిలుస్తుంటారు. అతడు ఆకాశంలో తోకచుక్క స్థానాన్ని గుర్తించడమే కాదు, అది ఎంత దూరంలో ఉందో కూడా అంచనా వేస్తానని బయలుదేరాడు.

ఆకాశంలో వస్తువుల దూరాన్ని అంచనా వేయడానికి దృష్టి విక్షేపం (parallax) అనే ఓ 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 ఓ చిన్న ప్రయోగం చెయ్యొచ్చు. మీ చుపుడు వేలిని ముఖం ముందు పెట్టుకుని ఎడమ కన్ను మూసుకుని కుడి కంటితో చూడండి. వేలు ఓ ప్రత్యేక దిశలో ఉన్నట్టు కనిపిస్తుంది. ఇప్పుడు వేలిని కదపకుండా కుడి కంటిని మూసుకుని ఎడమ కంటితో చూడండి. స్థిరంగా ఉన్న నేపథ్యంతో పోల్చి చూస్తే ఇప్పుడు వేలు పక్కకి జరిగినట్టు కనిపిస్తుంది.

అలా వేలు ఎంత దూరం జరుగితే దాని దూరం అంత తక్కువ అన్నమాట. (ఇది కావాలంటే మీరే ప్రయోగం చేసి చూసుకోవచ్చు). దూరంగా ఉన్న వస్తువుల విషయంలో పెద్దగా స్థల మార్పిడి కనిపించదు.

దూరంగా ఉన్న వస్తువు విషయంలో దృష్టి విక్షేపం జరగాలంటే ఆ వస్తువుని ముంది ఒక స్థానం నుండి, తరువాత కాస్త దూరంలో ఉన్న (ఓ 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 స్థిరంగా ఉండే 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 ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి కూడా తెలుసు. క్రీ.పూ. 130 నాటికే హిప్పార్కస్ అనే గ్రీకు ఖగోళ శాస్త్రవేత్త భూమికి చంద్రుడికి మధ్య దూరం 386,000 కిమీలు అని అంచనా వేశాడు.

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

టైకో జర్మనీలో కొన్ని వందల కిలోమీటర్ల దూరంలో ఓ ఖగోళశాస్త్రవేత్తని నియమించి రాత్రి వేళ ఓ నిర్ణీత సమయంలో స్థిర తారావళి నేపథ్యంలో తోకచుక్క స్థానాన్ని కొలవమన్నాడు. అలాగే కచ్చితంగా అదే సమయంలో బొహీమియా నుండి మరో ఖగోళశాస్త్రవేత్త తోకచుక్క స్థానాన్ని కొలిచాడు. టైకో కూడా స్వయంగా డెన్మార్క్ లో 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 1.5 మిలియన్ కిమీల 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. అరిస్టాటల్ సిద్ధాంతం తప్పని తేలింది. గ్రహాల మాదిరిగానే తోకచుక్క కూడా ఓ అంతరిక్ష సంచారే నని తెలిసింది.

మరి తోకచుక్కలు కూడా అంతరిక్ష వస్తువులే అయితే తక్కిన అంతరిక్ష వస్తువులకి వీటికి మధ్య అంత తేడా ఎందుకుంది? ఆ ప్రశ్నకి సమాధానం టైకోకి అంతుబట్టలేదు. అయితే ఆ కాలంలోనే ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు అంతరిక్షాన్ని కొత్త కొత్త కోణాల నుండి చూడడం నేర్చుకుంటున్నారు.

అప్పటి వరకు ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు గ్రహాలన్నీ భూమి చుట్టూ చక్రగతులలో తిరుగుతాయని అనుకునేవారు. కాని 1543లో కోపర్నికస్ అనే పోలిష్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త ఈ సమాచారాన్ని మరో విధంగా ప్రదర్శిస్తే బావుంటుందని సూచించాడు.

చంద్రుడు మాత్రమే భూమి చుట్టూ చక్రగతిలో తిరుగుతుందని సూచించాడు కోపర్నికస్. భూమి కూడా సూర్యుడి చుట్టూ చక్రగతిలో తిరుగుతోందన్నాడు. తక్కిన గ్రహాలన్నీ కూడా సూర్యుడి చుట్టూనే చక్రగతులల్లో తిరుగుతున్నాయన్నాడు. ఈ విషయాలని సమ్మతిస్తే గ్రహాల కదలికలని అర్థం చేసుకోవడం చాలా సులభం అవుతుంది. (ఒక వస్తువు చుట్టూ మరో వస్తువు తిరిగే మార్గాన్నే orbit (కక్ష్య) అంటారు. అది వృత్తం అన్న అర్థం గల లాటిన్ పదం నుండి వచ్చింది.)

సూర్యుడు, సూర్యుడి చుట్టూ తిరిగే వస్తు సముదాయాన్ని కలిపి సౌరమండలం అంటారు.

టైకోకి అనుచరుడిగా పనిచేసిన జర్మన్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త జోహానెస్ కెప్లర్ కి ఈ సిద్ధాంతంలో ఒక అంశం రుచించలేదు. గ్రహగతులని నిశితంగా పరిశీలించిన కెప్లర్ 1609లో సూర్యుడి కక్ష్యలు వృత్తాలు కావన్నాడు. గ్రహాలు సూర్యుడి చుట్టూ దీర్ఘ వృత్తీయ కక్ష్యలలో తిరుగుతున్నాయన్నాడు.

దీర్ఘ వృత్తం సాగదీసిన వృత్తంలా ఉంటుంది. కొంచెంగానే సాగదీసిన వృత్తం చూడడానికి వృత్తం లాగానే ఉంటుంది. ఇంకా ఇంకా సాగదీస్తున్న కొలది వృత్తానికి, దీర్ఘవృత్తానికి మధ్య తేడా స్పష్టం అవుతుంది. కాకినాడ కాజాలా తయారవుతుంది.

సూర్యుడి చుట్టూ భూమి కక్ష్య ఇంచుమించు చక్రికంగానే ఉంటుంది. భూమి చుట్టూ చంద్రుడి చలనం కొంచెం సాగదీసినట్టు ఉంటుంది. సూర్యుడి చుట్టూ మెర్క్యురీ కక్ష్య ఇంకా సాగదీసినట్టు ఉంటుంది. కెప్లర్ కాలంలో తెలిసిన గ్రహకక్ష్యలలో అన్నిటికన్నా సాగదీసినట్టుండే మెర్క్యురీ గ్రహ కక్ష్యకి, వృత్తానికి కూడా కూడా నిజానికి అంత గొప్ప తేడా ఏమీ లేదు.

గ్రహాల దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలకి సూర్యుడు నిజానికి కేంద్రంలో లేడు. భూమి సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతున్నప్పుడు ఒక కొసలో సూర్యుడికి 147,250,000 కిమీల దూరంలోను, మరో కొసలో 152, 078, 850 కిమీల దూరంలోను ఉంటుంది. రెండు దూరాలకి మధ్య తేడా 4% కూడా ఉండదు.

సూర్యుడు చుట్టూ మెర్క్యురీ కక్ష్య మరింత దీర్ఘ వృత్తీయంగా ఉంటుంది. కనుక దూరాల మధ్య తేడా మరి కాస్త ఎక్కువ. కక్ష్యలో సూర్యుడికి అతి దగ్గరగా ఉండే బిందువు 45,000,000 కిమీల దూరంలోను, అతి దూరంగా ఉండే బిందువు 70,8000,000 కిమీల దూరంలోను ఉంటుంది. అంటే ఎక్కువ దూరం తక్కువ దూరం కన్నా ఇంచుమించు 50% పెద్దది.

కెప్లర్ గ్రహాల దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలన్నీ అంచనా వేశాడు. కాని మరి తోకచుక్కల మాటేమిటి? అవి కూడా అంతరిక్ష వస్తువులే అయితే మరి వాటికీ కక్ష్యలు ఉండాలిగా?

తోకచుక్కల కదలికలని జాగ్రత్తగా అధ్యయనం చేసిన కెప్లర్, అవి సరళ రేఖల్లో కదులుతున్నాయని ఊహించాడు. అవి అంతరిక్షంలో ఎంతో దూరం నుండి వచ్చి సూర్యుణ్ణి దాటి అంతరిక్షంలో ఎంతో దూరానికి తరలిపోతాయని అనుకున్నాడు.

సూర్యుడికి బాగా దగ్గరగా వచ్చినప్పుడు, సూర్యకాంతి మీద పడి మెరవడం వల్ల, మనకి తోకచుక్కలు కనిపిస్తున్నాయి. సూర్యుడికి దగ్గర్లో లేనప్పుడు కనిపించవు. అలాగే సూర్యుణ్ణి దాటి దూరంగా పోయినప్పుడు కూడా మళ్లీ కనిపించకుండా పోతాయి. కనుక అసలీ తోకచుక్కలు సౌరమండలంలో భాగాలే కావని అనుకున్నాడు కెప్లర్. తోకచుక్క ఒక సారి సౌరమండలంళోకి ప్రవేశించి దాటి వెళ్లిపోయిందంటే ఇక మళ్లీ సౌరమండలంలోకి రాదన్నమాట.

ఇలా ఉండగా ఇటలీకి చెందిన గియోవానీ ఆల్ఫోన్సో బొరేలీ అనే ఖగోళ శాస్త్రవేత్త 1664లో ఆకాశంలో కనిపించిన తోకచుక్క కదలికలని జాగ్రత్తగా పరిశీలించి కెప్లర్ తో విభేదించక తప్పదని అనుకున్నాడు. ఆకాశంలో తోకచుక్క గమనాన్ని గమనించిన బోరెలీకి సూర్యుడి దగ్గర దాని గమనదిశ మారుతున్నట్టు కనిపించింది. సరళరేఖలో సూర్యుణ్ణి సమీపిస్తూ, సూర్యుడి చుట్టూ తిరిగి, ఓ కొత్త దిశలో మళ్లీ సరళరేఖలో దూరంగా తరలిపోతుంది.

ఈ విచిత్రానికి బోరెలీ ఈ విధంగా వివరణ ఇచ్చాడు. తోకచుక్కల కక్ష్యలు బాగా సాగదీసిన కక్ష్యలు అన్నాడు. దానికి పోలిక కోసం ఓ సన్నని పొగచుట్టని ఊహించుకోవచ్చు. అలా ఓ వృత్తానికి ఒక కొస వద్ద నించుని మరో కొసని అపరిమితంగా సాగదీస్తూ పోతే అవతలి కొసకి అంతే లేకుండా పోతుంది. అలా ఒక పక్క అనంతంగా విస్తరించే దీర్ఘవృత్తాన్నే పారాబోలా అంటారు.

తోకచుక్క కక్ష్య పారాబోలా అయ్యుంటుందని ఊహించాడు బొరేలీ. ఆ కక్ష్యకి మూసి ఉన్న కొస సూర్యుడికి దగ్గరగా ఉంటుంది. అవతలి కొస తెరుచుకుని ఉంటుంది. కనుక పారాబోలాకి ఒక శాఖ మీదుగా తోకచుక్క సూర్యుణ్ణి సమీపించి, అవతలి శాఖ మీదుగా సూర్యుడి నుండి దూరంగా అంతరిక్షంలోకి చొచ్చుకుపోతుంది.

బొరేలీ భావాలు కూడా కెప్లర్ భావాలకి సన్నిహితంగానే ఉన్నాయి. అయితే కెప్లర్ తోకచుక్క కక్ష్య సరళరేఖలో ఉంటుందని అనుకున్నాడు. బొరేలీ పారాబోలా అనుకున్నాడు. కెప్లర్ లాగానే బొరేలీ కూడా తోకచుక్క మొదట్లో సూర్యుడికి చాలా దూరంలో ఉండడం వల్ల కనిపించదని అనుకున్నాడు. సూర్యుడికి సన్నిహితం అవుతున్న కొద్ది సూర్యకాంతి పడి మెరుస్తుందని, మళ్లీ దూరం పెరుగుతున్న కొద్ది క్రమంగా కాంతివిహీనం అవుతుందని అనుకున్నాడు. బొరేలీ కూడా కెప్లర్ లాగానే తోకచుక్కలు సౌరమండలానికి చెందినవి కావనే అనుకున్నాడు. తోకచుక్క ఒకసారి సౌరమండలాన్ని విడిచిపెట్టిందంటే సౌరమండలం ముఖం మళ్లీ జన్మలో చూడదని అనుకున్నాడు!

3. తిరిగొచ్చిన తోకచుక్క

గ్రహాలు దీర్ఘవృత్తాలల్తో తిరుగుతాయన్న కెప్లర్ భావన గ్రహాల విషయంలో బాగానే సరిపోయింది కాని కొన్ని ప్రశ్నలు సమాధానాలు లేకుండా మిగిలిపోయాయి. అసలు గ్రహాలు సూర్యుడి చుట్టూ దీర్ఘవృత్తాకారపు కక్ష్యలలో ఎందుకు తిరుగుతాయి? మరేదైనా మార్గంలో తిరగొచ్చుగా? పైగా గ్రహాలు సూర్యుడికి దగ్గరగా ఉన్నప్పుడు వేగంగాను, దూరంగా ఉన్నప్పుడు నెమ్మదిగాను ఎందుకు కదులుతాయి?

ఈ సమస్యలనే కాక మరెన్నో ఇతర సమస్యల్ని కూడా బ్రిటిష్ శాస్త్రవేత్త ఐసాక్ న్యూటన్ పరిష్కరించాడు. 1687లో అతడు ప్రచురించిన ఓ పుస్తకంలో తన “గురుత్వ సిద్ధాంతం” ని వర్ణించాడు న్యూటన్. ఆ సిద్ధాంతం ప్రకారం విశ్వంలో ప్రతీ వస్తువు మరో వస్తువుని ఆకర్షిస్తుంది. వస్తువుల మధ్య ఆకర్షణ బలం వాటి ద్రవ్యరాశి మీద, వాటి మధ్య దూరం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఆ బలాన్ని ఓ చిన్న సమీకరణంతో లెక్కించొచ్చు.

ఆ సమీకరణాన్ని ఉపయోగించి భూమి చుట్టూ చంద్రుడి కక్ష్యని, సూర్యుడి చుట్టూ భూమి మొదలగు గ్రహాల కక్ష్యలని లెక్కించొచ్చు.

ప్రతీ గ్రహం కొన్ని సార్లు వేగంగాను, మరికొన్ని సార్లు నెమ్మదిగాను ఎందుకు కదులుతుందో కూడా ఈ సమీకరణంతో వివరించడానికి వీలయ్యింది. గ్రహాల మధ్య పరస్పర ఆకర్షణల వల్ల వాటి కక్షలలో వచ్చే చిన్న చిన్న మార్పులని కూడా అదే సమీకరణంలో లెక్కించడానికి వీలయ్యింది. భూమి మీద కెరటాల తీరుతెన్నులు కూడా సమీకరణం స్పష్టం చెయ్యగలిగింది.

ఇన్ని తెలిసినా తోకచుక్కల విషయం మాత్రం ఇంకా ఓ రహస్యంగానే మిగిలిపోయింది. తోకచుక్కలు పారాబోలా ఆకారం గల కక్ష్యలలో తిరుగుతున్నా కూడా న్యూటన్ సమీకరణం సహాయంతో దాన్ని అర్థం చేసుకోడానికి వీలవుతుంది. కాని తోకచుక్కల కక్ష్యలు నిజంగా పారాబోలాలు కాకపోతేనో? అవి కేవలం బాగా పొడవైన దీర్ఘవృత్తాలైతేనో?

తోకచుక్కని మనం దాని కక్ష్యలో ఒక అంచు వద్ద ఉన్నప్పుడే, అంటే సూర్యుడికి దగ్గరగా వచ్చినప్పుడే దాన్ని గుర్తించగలం. దీర్ఘవృత్తం బాగా పొడవైనదై ఉంటే దాని కొస కాస్త మొనదేలి ఉంటుంది. దీర్ఘవృత్తం పొడవైనది మాత్రమే కాక అవతలి పక్క తెరుచుకుని ఉంటే, దీర్ఘవృత్తం కాస్తా పారాబోలాగా మారిపోతుంది.

కాని తోకచుక్క కక్ష్యలో మనకి కనిపించే భాగం ఎంత చిన్నది అంటే ఆ కక్ష్య మూసి ఉందో, తెరుచుకుని ఉందో చెప్పడం కష్టం అయ్యేది. తోకచుక్క కక్ష్య కేవలం అత్యంత పొడవైన దీర్ఘవృత్తమా, లేక ఒక పక్క తెరుచుకుని ఉన్న పారాబోలానా తేలుచుకోవడం గగనం అయిపోయింది.

కాని ఈ రెండు కక్ష్యలకి మధ్య ఓ ముఖ్యమైన తేడా ఉంది. కక్ష్య పారాబోలా అయితే అది ఒకసారి సౌరమండలాన్ని వదిలిపెడితే మళ్లీ ఎప్పుడూ తిరిగి రాదు. అలా కాక కక్ష్య కేవలం సుదీర్ఘమైన దీర్ఘవృత్తమే అయితే, ఎప్పటికో అప్పటికి తోకచుక్క సౌరమండలానికి తిరిగొస్తుంది.

ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు తోకచుక్క యొక్క కక్ష్య పొడవు కచ్చితంగా కొలవగలిగితే అది తిరిగి ఎప్పుడు వస్తుందో కూడా కొలవగలరు. అదే జరిగితే అది న్యూటన్ సిద్ధాంతానికి ఓ గొప్ప విజయమే అవుతుంది. న్యూటన్ కి ఎడ్మండ్ హాలీ అనే ఓ కుర్ర నేస్తం ఉండేవాడు. ఇతగాడే న్యూటన్ కి తన పుస్తక ప్రచురణలో సహాయపడ్డాడు. ఈ హాలీకి తోకచుక్క సమస్య మీదకి మనసుపోయింది.

ఇలా ఉండగా 1682లో ఓ తోకచుక్క కనిపించింది. హాలీ ఆకాశంలో దాని సంచారాన్ని క్షుణ్ణంగా అధ్యయనం చేశాడు. అతడికి కనిపించిన కాస్తంత కక్ష్యని బట్టి అది తిరిగి వస్తుందో లేదో చెప్పడం కష్టం అయ్యింది.

తిరిగ వచ్చే ప్రసక్తే ఉంటే ఇన్నేళ్లకి ఒక సారి చొప్పున ఆ తోకచుక్క మళ్లీ మళ్లీ సూర్యుడి దగ్గరకి వస్తూ ఉండాలని, ప్రతీ సారి ఒకే కక్ష్యలో వస్తూ ఉండాలని ఊహించాడు హాలీ. గతంలో కనిపించిన తోకచుక్కల వృత్తాంతాలని సేకరించడం మొదలెట్టాడు. 1705 కల్లా రెండు డజన్ల తోకచుక్కల గురించిన వృత్తాంతాలని సంపాదించాడు. వాటిని తులనాత్మకంగా పరిశీలించడం మొదలెట్టాడు.

తాను కళ్లారా చూసిన 1682 నాటి తోకచుక్క నడిచిన మార్గం, వెనకటికి 1607 లో కనిపించిన తోకచుక్క నడిచిన బాట ఇంచుమించు ఒకేలా ఉండడం కనిపించింది. అంతకుముంది 1532లో కనిపించిన ఓ తోకచుక్క (ఫ్రాకాస్టోరో, ఏపియన్ లు సందర్శించిన తోకచుక్క ఇదే), అలాగే1456లో కనిపించిన మరో తోకచుక్క కూడా అదే మార్గంలో కదలడం విశేషం.

75-76 ఏళ్ల ఆవృత్తితో ఈ తోకచుక్కలు వస్తున్నాయన్నమాట. ఇది 75 ఏళ్లకి ఓ సారి వస్తున్న ఒకే తోకచుక్క కావచ్చునేమో? ఇది చక్రికంగా వచ్చే తోకచుక్క కావచ్చునేమో?

75 ఏళ్లకి ఓ సారి వచ్చే తోకచుక్క కక్ష్య ఎలా ఉండాలో లెక్కించాడు హాలీ. 1682లో కనిపించిన తోకచుక్క బాటతో ఆ కక్ష్య సరిగ్గా సరిపోయింది.

ఫలితాలు సమ్మశక్యం కాలేదు. సూర్యుడికి అత్యంత దూరంలో ఉన్న శనిగ్రహం (సాటర్న్) (హాలీ నాటికి తెలిసిన గ్రహాలలో అదే అత్యంత దూరంలో ఉన్న గ్రహం) కూడా ఎప్పుడూ సూర్యుడి నుండి 1,500,000,000 కిమీల దూరాన్ని మించి పోదు. కాని 1682 నాటి తోకచుక్క సూర్యుడి నుండి 5,150,000,000 కిమీల దూరం పోతోంది. దాని సుదీర్ఘ మైన దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్య యొక్క అవతలి కొస సూర్యుడికి అంత దూరంలో ఉందన్నమాట. సూర్యుడికి శనికి మధ్య గరిష్ఠ దూరానికి ఈ తోకచుక్క దూరం ఇంచుమించు 3 రెట్లు ఎక్కువగా ఉంది.

అదలా ఉండగా హాలీ కనుక్కున్న తోకచుక్క ప్లూటో, నెప్ట్యూన్, యురనస్, జూపిటర్ మొదలైన గ్రహాలని దాటుకుంటూ సూర్యుడికి అత్యంత సన్నిహితంగా వచ్చినప్పుడు సూర్యుడికి 87,000,000 కిమీల దూరం వరకు వచ్చింది. అంటే భూమికి సూర్యుడికి మధ్య దూరంలో ఇంచుమించు సగం అన్నమాట.

1682 నాటి తోకచుక్క కక్ష్యని లెక్కించిన హాలీ ఆ తోకచుక్క మళ్లీ 1758లో తిరిగి వస్తుందని అంచనా వేశాడు. అది ఏ మార్గం వెంట వస్తుందో కూడా చెప్పాడు.

తిరిగొచ్చిన తోకచుక్కని చూడడానికి హాలీ మరి లేడు. 1742లో 86 ఏళ్ల వయసులో మరణించాడు. తోకచుక్క తిరిగిరావడానికి తను చెప్పిన గడువు ఇంకా చాలా దూరంలో ఉంది.

అయితే తోకచుక్క కొసం కాచుకు కూర్చున్న వాళ్లు వేరే ఉన్నారు. ఫ్రెంచ్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త అలెక్సిస్ క్లాడ్ క్లేరాల్ట్ హాలీ చెప్పిన తోకచుక్క మార్గాన్ని అధ్యయనం చేశాడు. జూపిటర్, సాటర్న్ వంటి బృహద్ గ్రహాల గురుత్వాకర్షణ వల్ల తోకచుక్క రాక కాస్త ఆలస్యం అవుతుంది అనిపించింది అతనికి. అది తిరిగి సూర్యుడి దరిదాపులకి వచ్చేసరికి 1759 వచ్చేస్తుంది అనుకున్నాడు.

1758లో ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు ఆకాశంలో హాలీ చెప్పిన ప్రాంతంలో తోకచుక్క కనిపిస్తుందని ఎదురుచూస్తున్నారు. టైకో మొదలైన వెనకటి ఖగోళశాస్త్రవేత్తల్లా వీళ్లు తమ కళ్ల మీదే ఆధారపడనక్కర్లేదు. 1609లో దూరదర్శిని కనుగొనబడింది.

1758లో డిసెంబర్ 25 నాడు, అంటే క్రిస్మస్ నాడు, యోహాన్ జార్జ్ పాలిట్జ్ అనే ఓ జర్మన్ రైతు, తోకచుక్కని కనుక్కున్నాడు. ఖగోళ దర్శనం ఇతడికి ఓ సరదా. 1682లో హాలీ చెప్పినట్టుగా ఆకాశంలో అదే ప్రాంతంలో ప్రత్యక్షమై, అదే కక్ష్యలో కదులుతూ కనిపించింది. ఇంచుమించు క్లేరాల్ట్ నిర్ణయించిన సమయానికే సూర్యుడికి అత్యంత సన్నిహితంగా వచ్చిందా తోకచుక్క.

1682 నాటి తోకచుక్క మళ్లీ తిరిగొచ్చింది అనడానికి సందేహం లేదు. దాంతో తోకచుక్కలకి సంబంధించిన చిక్కుముడి విడిపోయింది. సౌరమండలంలో ఇతర వస్తువులని శాసించే నియమాలే దీని మీదా పనిచేస్తున్నాయి. అయితే తోకచుక్కల కక్ష్య మరింత దీర్ఘవృత్తీయంగా ఉన్నాయంతే.

ఆ విధంగా 1682లో కనిపించి మళ్లీ 1758లో తిరిగొచ్చిన తోకచుక్కకి 'హాలీ తోకచుక్క' అని పేరు పెట్టారు.

తోకచుక్కలన్నిట్లోకి పేరుమోసిన తోకచుక్క ఇదే. క్రీశ 1066లో నార్మండీ రాజు విలియమ్ ఇంగ్లండ్ మీదకి దండయాత్రకి సిద్ధం అవుతున్నప్పుడు కనిపించిన తోకచుక్క ఇదే. క్రీపూ 11 లో, జీసస్ పుట్టినప్పుడు కనిపించిన తోకచుక్క కూడా ఇదే. ఇదే బెతెల్హామ్ తార అని కూడా కొందరు నమ్ముతారు.

పొలిట్జ్ చూసిన తరువాత హాలీ తోకచుక్క ఇంకా రెండు సార్లు తిరిగొచ్చింది. 1835లో మార్క్ ట్వెయిన్ (అడ్వెంచర్స్ ఆఫ్ హకెల్ బెరీ ఫిన్ మొదలైన పుస్తకాల రచయిత) పుట్టినప్పుడు కూడా అది ఆకాశంలో ప్రకాశిస్తూ కనిపించింది. అది మళ్లీ 1910లో తిరిగొచ్చినప్పుడు మార్క్ ట్వెయిన్ మరణించాడు. 1986లో అది మళ్లీ తిరిగొచ్చింది.

75 ఏళ్లకి ఒకసారి వస్తుంది కనుక దాని కక్ష్య మరీ అంత పొడవైనది కాదన్నమాట. ఇంకా పొడవైన కక్ష్యలు ఉన్న తోకచుక్కలు వందల, వేల ఏళ్లకి ఒకసారి వస్తుంటాయేమో.

1800 లలో కొన్ని తోకచుక్కలు కనిపించాయి. 1812, 1861, 1882 లో కనిపించాయి. ఇవి ఇంకా పెద్దగా, ప్రకాశవంతంగా ఉన్నాయి. వాటి కక్ష్యలు మరింత పొడవుగా ఉన్నాయి. వాటి రాకకి వేల ఏళ్లు పడుతుందేమో. గతంలో అవి సూర్యుడి సమీపానికి వచ్చినప్పుడు మనిషి గుహలలో బతుకుతూ, తోకచుక్కలని పెద్దగా పట్టించుకోని, ఆదిమానవుడు అయ్యుంటాడు. అవి మళ్లీ తిరిగొచ్చే సమయానికి మన ప్రపంచం, మానవజాతి ఏ స్థితిలో ఉంటుందో!

అలాంటి తోకచుక్కల పూర్తి కక్ష్యలని మనకి కనిపించే కాస్త పాటి కక్ష్యల బట్టి లెక్కించడానికి వీలుపడదు. అవి అంతకు ముందెన్నడూ రాలేదు కనుక వాటి కక్ష్యలని ఇతర తోకచుక్కల కక్ష్యలతో హాలీ పోల్చి చూసినట్టుగా పోల్చడానికి కూడా కుదరదు.

మనకి తెలిసిన ప్రకాశవంతమైన తోకచుక్కలు అన్నిట్లోకి హాలీ తోకచుక్క కక్ష్య చాలా చిన్నది. కచ్చితంగా అది ఎప్పుడు తిరిగొస్తుందో నిర్ణయించడానికి కూడా ఈ ఒక్క తోకచుక్క విషయంలోనే సాధ్యం అయ్యింది.

ఆ విధంగా తోకచుక్కలు కూడా సౌరమండలంలో సభ్యులే నని ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు కనుక్కున్నారు. వాటి కక్ష్యలు కూడా దీర్ఘవృత్తాలు కాగలవని కనుక్కున్నారు. తగినన్ని సార్లు కనిపించే తోకచుక్కల కక్ష్యల పరిమాణాలని కూడా అంచనా వేయగలుగుతున్నారు.

4. పలుచని తోకచుక్కలు

1682 నాటి తోకచుక్క మళ్లీ 1758లో తిరిగొస్తుందని హాలీ జోస్యం చెప్పడం చూసి చాలా మంది ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు తోకచుక్కల మీదకి దృష్టి సారించారు. కళ్లతో ప్రత్యక్షంగా చూస్తున్నప్పుడు కేవలం ప్రకాశవంతమైన తోకచుక్కలే కనిపిస్తాయి కాని దూరదర్శినితో చూస్తే కంటికి కనిపించని పలుచని తోకచుక్కలు ఎన్నో చూడొచ్చు.

అలా ఎన్నో పలుచని తోకచుక్కలు కనుక్కునారు. ప్రతీ ఏడు కొన్ని తోకచుక్కలు కనుక్కుంటూ వచ్చారు.

1770లో ఆండర్స్ జీన్ లెక్సెల్ అనే ఖగోళ శాస్త్రవేత్త ఓ తోకచుక్కని కనుక్కున్నాడు. దాని చలనాలని జాగ్రత్తగా అనుసరించి దాని కక్ష్యని లెక్కించడం అంత కష్టం కాదని కనుక్కున్నాడు. హాలీ తోకచుక్క కన్నా చిన్నదైన దీర్ఘవృత్తాకారంలో అది తిరుగుతోంది. దాని కక్ష్య బట్టి చూస్తే అది ప్రతీ 5.5 ఏళ్లకి ఒకసారి సూర్యుడి సమీపంలోకి వస్తుంది.

మరైతే అంతకు ముందు ఎవరూ ఆ తోకచుక్కని ఎందుకు కనుక్కోలేకపోయారు? లెక్సెల్ కనుక్కున్న తోకచుక్క నడిచిన మార్గంలో అంతకు ముందు ఎవరూ మరే ఇతర తోకచుక్క నడవడం చూడలేదు.

లెక్సెల్ ఆకాశంలో తోకచుక్క బాటని పరిశీలించాడు. తనకి కనిపించక ముందు అది ఎట్నుంచి వచ్చుండేదో లెక్కలు వేశాడు. అది జూపిటర్ (బృహస్పతి) గ్రహం దగ్గర్నుండి వచ్చి ఉండాలని తేల్చాడు. జూపిటర్ యొక్క నాలుగు ఉపగ్రహాల మధ్య నుండి వచ్చేటంతగా ఆ గ్రహాన్ని సమీపించి ఉంటుందని తేల్చాడు.

బహుశ ఈ తోకచుక్కకి మొదట్లో పొడవైన దీర్ఘవృత్తాకారపు కక్ష్య ఉండి ఉంటుంది అనుకున్నాడు లెక్సెల్. జూపిటర్ (బృహస్పతి) గ్రహానికి సమీపంలోంచి వస్తుండగా ఆ గ్రహం ఆకర్షణ వల్ల కక్ష దిశ మారి ఉంటుంది. ఈ కొత్త కక్ష్య పాత కక్ష్య కన్నా బాగా చిన్నదై ఉండొచ్చు అనుకున్నాడు.

కాని ఈ కొత్త కక్ష్య కూడా ఎంతో కాలం నిలవలేదు. లెక్సెల్ వర్ణించిన తోకచుక్క మళ్లీ ఎప్పుడూ కనిపించనేలేదు. విషయం అర్థం కాక దాని గురించి మరిన్ని లెక్కలు వేశారు. 1770లో సూర్యుణ్ణి సమీపించి తిరిగి వెళ్లే దారిలో ఆ తోకచుక్క మళ్లీ జూపిటర్ కి సన్నిహితంగా పోయి ఉంటుందని లెక్కవేశాడు. కక్ష్య మళ్లీ దిశ మారింది.

ఇలా వచ్చిన మార్పు వల్ల కక్ష్య ఎంతగా విస్తరించిందంటే అవతలి పక్క కక్ష్య మూసుకోనే లేదు. పారాబోలా కన్నా ఈ కక్ష్య విస్తరించి ఉంది. ఇలాంటి వక్రాన్ని హైపర్ బోలా అంటారు.

లెక్సెల్ తోకచుక్కని జూపిటర్ ఏకంగా సౌరమండలం లోంచి బయటకి విసిరేసింది. ఇలాంటి 'విసుర్ల' వల్ల అప్పుడప్పుడు తోకచుక్కలు మనకి శాశ్వతంగా దూరం అయిపోయేవి.

లెక్సెల్ తోకచుక్కకి పట్టిన గతిని చూస్తే తోకచుక్క కక్ష్య నిర్ణయించే లెక్కల్లో ఎన్ని జాగ్రత్తలు తీసుకోవాలో అర్థమయ్యింది. గ్రహాల ప్రభావం వల్ల తోకచుక్కల గతిలో సమూలమైన మార్పులు రావచ్చు.

ఇక్కడ ఆశ్చర్యం ఏంటంటే లెక్సెల్ తోకచుక్క జూపిటర్ కి, దాని ఉపగ్రహాలకి అంత సన్నిహితంగా వెళ్లినా ఆ గ్రహం మీద గాని, దాని ఉపగ్రహాల మీద గాని తోకచుక్క ప్రభావం కొంచెం కూడా లేదు. అంటే తోకచుక్క ద్రవ్య రాశి అంత తక్కువగా ఉందన్నమాట.

అంతవరకు తోకచుక్కలు పెద్ద పెద్ద వస్తువులని, భూమిని ఢీ కొంటే భూమి నాశనమైనపోతుందని భయపడేవారు.

కాని నిజానికి తోకచుక్కలు చాలా చిన్నవని ఇప్పుడు శాస్త్రవేత్తలకి తెలుసు. వాటి వెనక వచ్చే ‘కోమా’ మాత్రం నెమలి తోకలా విశాలంగా ఉంటుంది. కొన్ని తోకచుక్కల తోకలు మిలియన్ల కిలోమీటర్ల పొడవు ఉంటాయని అంచనా. అయితే కోమాలో గాని, తోకలో గాని ద్రవ్యరాశి తక్కువే. గురుత్వానికి ద్రవ్యరాశే ముఖ్యం.

సౌరమండలంలో కనుక్కోబడ్డ అతిచిన్న వస్తువుల్లో తోకచుక్కలు మొదటివి.

ఒక విధంగా 1700 ల్లో ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు తోకచుక్కల విషయంలో కొంచెం నిరుత్సాహ పడ్డారనే చెప్పాలి. హాలీ తన పేరు పెట్టిన హాలీ తోకచుక్క కక్ష్యని లెక్కించాక, అలా ఎన్నో తోకచుక్కల కక్ష్యలని లెక్కించడానికి వీలవుతుందని అందరూ ఉత్సాహపడ్డారు. కాని హాలీ తరువాత నూరేళ్లు గడిచినా మరే ఇతర తోకచుక్క కక్ష్యని నిర్ణయించ లేకపోయారు. ఒక కక్ష్యని లెక్సెల్ నిర్ణాయించానని అనుకున్నాడు, కాని తరువాత ఆ కక్ష్య మారిపోయిందని తేలింది.

ఇదిలా ఉండగా 1818లో జాన్ లూయీ పాన్స్ అనే ఓ ఫ్రెంచ్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త ఓ కొత్త తోకచుక్కని కనుక్కున్నానని అనుకున్నాడు. జర్మన్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త యొహాన్ ఫ్రాన్స్ ఎంకె దాని బాటని అధ్యయనం చేసి గతంలో 1786, 1795, 1805లో ఇతర తోకచుక్కలు అదే బాటలో నడిచాయని నిరూపించాడు.

ఈ సమాచారాన్ని బట్టి ఎంకె ఆ తోకచుక్క కక్ష్యని లెక్కించి దాని కక్ష్య చాలా చిన్నదని, 3.3 ఏళ్లకి ఒకసారి సూర్యుడి చెంతకి వస్తుందని తేల్చాడు ఎంకె. సూర్యుడికి దూరంగా పోయినప్పుడు జూపిటర్ కక్ష్య దాకా కూడా పోవడం లేదని నిరూపించాడు.

ఆ తోకచుక్కకి ఎంకె తోకచుక్క అని పేరు పెట్టారు. హాలీ తోకచుక్క తరువాత పేరు పెట్టబడ్డ మొట్టమొదటి తోకచుక్క, అనుకున్న సమయానికి ఠంచనుగా తిరిగొచ్చిన తోకచుక్క ఇదే.

ఎంకె తోకచుక్క ‘తక్కువ ఆవర్తక కాలం’ ఉన్న తోకచుక్క. ఎంకె కాలం తరువాత ఎన్నో తోకచుక్కల కక్ష్యలని లెక్కించడానికి వీలైనా, అంత చిన్న కక్ష్య ఉన్న తోకచుక్క, సూర్యుణ్ణి అంత తరచుగా సమీపించే తోకచుక్క మరొకటి కనిపించలేదు. మొత్తం మీద ఇప్పటి వరకు ఎంకె తోకచుక్క సూర్యుణ్ణి 50 సార్లు సమీపించడం గమనించారు ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు.

ఎంకె తోకచుక్క కాంతి చాలా బలహీనంగా ఉంటుంది కనుక దాన్ని దూరదర్శినితోనే చూడగలం, అది కంటికి కనిపించదు. దూరదర్శిని లో కూడా కోమా కాస్త కనిపిస్తుందే గాని, తోక బొత్తిగా కనిపించదు. అసలు సూర్యుడి దగ్గరకి తరచుగా వచ్చే తోకచుక్క లన్నీ ఇలాంటి బక్కపలుచ తోకచుక్కలే. అలా సూర్యుణ్ణి సమీపించిన ప్రతీ సారి తయారైన కోమాలోని ద్రవ్యరాశి తోకలోకి ప్రవేశించి శాశ్వతంగా నష్టమైపోతుంది. తోకచుక్క ఆ ద్రవ్యరాశిని శాశ్వతంగా పోగొట్టుకున్నట్టే. అంటే తిరిగొచ్చిన ప్రతీ సారి తోకచుక్క కాంతి మరింత బలహీనం అవుతుందన్నమాట. చిన్న కక్ష్యలు కలిగి సూర్యుణ్ణి తరచుగా సందర్శించే తోకచుక్కలు ఎప్పుడో తుడిచిపెట్టుకుపోయాయి. బారైన కక్ష్యలు కలిగి, సూర్యుణ్ణి అరుదుగా మాత్రమే సమీపించే తోకచుక్కలు తమ ప్రకాశాన్ని ఎంతో కాలం నిలుపుకోగలిగాయి.

5. మృతి చెందిన తోకచుక్క

తోకచుక్క క్రమంగా పలుచనై చివరికి ఏమవుతుంది?   ఎంకె తోకచుక్కకి జరిగిన దాని బట్టి చూస్తే తోకచుక్క మధ్యలో కఠినమైన రాతికేంద్రం మాత్రం మిగులుతుందని అర్థమవుతుంది.

మరి ప్రతీ సందర్భంలోను ఇలాగే జరుగుతుందా? ప్రతీ తోకచుక్కలోను కఠినమైన రాతి కేంద్రం మిగిలిపోతుందా? ఆ ప్రశ్నకి సమాధానం 1800లలో దొరికింది.

1826లో విల్హెల్మ్ వాన్ బియేలా అనే ఆస్ట్రేలియన్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త ఓ తోకచుక్కని కనుక్కున్నాడు. ప్రతీ రాత్రి దాని స్థానంలో మార్పులని గమనిస్తూ వచ్చాడు. ఆకాశంలో దాని గమనాన్ని బట్టి దాని కక్ష్య కాస్త చిన్న దీర్ఘవృత్తం అనిపించింది. అయితే ఎంకె తోకచుక్క కక్ష్య అంత చిన్నది కాదు దీని కక్ష్య.

ఈ తోకచుక్క 6.8 ఏళ్లకి ఒకసారి సూర్యుడి వద్దకి వస్తుందని అంచనా వేశాడు. గతాన్ని తవ్వితే ఈ తోకచుక్క ఎన్నో సార్లు కనిపించిందని తెలిసింది. నిజానికి 1772లో కనిపించిన ఓ తోకచుక్క ప్రస్తుతం "బియేలా తోకచుక్క" అని పిలువబడుతున్న తోకచుక్కేనని అనిపించింది.

బియేలా తోకచుక్క మనకి తెలిసిన రెండవ లఘు కక్ష్య తోకచుక్క. దాని కక్ష్య పూర్తిగా లెక్కించబడ్డ. ఎంకె తోకచుక్కకి మల్లె ఇది కూడా క్రమం తప్పకుండా సూర్యుడి వద్దకి మళ్లీ మళ్లీ రాసాగింది.

నిజానికి బియేలా ఇచ్చిన సమాచారాన్ని ఓ ఖగోళశాస్త్రవేత్త విశ్లేషించి ఆ తోకచుక్క మళ్లీ 27 నవంబరు, 1832 నాడు సూర్యుడికి అతి దగ్గరగా వస్తుందని నిర్ణయించాడు. సరిగ్గా అనుకున్న రోజునే తోకచుక్క సూర్యుడికి అత్యంత సన్నిహితంగా వచ్చింది.

ఆ తరువాత బియేలా తోకచుక్క మళ్లీ 1839లో కనిపించింది. ఆ సంవత్సరం భూమి స్థానం, బియేలా తోకచుక్క స్థానం ఎలా ఉన్నాయంటే తోకచుక్క ఎప్పుడూ సూర్యుడికి దగ్గరగా ఉన్నట్టే ఉంటుంది. అలాంటి పరిస్థితుల్లో దాని ప్రకాశం బలహీనంగా ఉండడం వల్ల అంత స్పష్టంగా కనిపించలేదు.

కాని ఆ విషయాన్ని ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు పెద్దగా పట్టించుకోలేదు. అది తిరిగి ఫిబ్రవరి 1846లో వస్తుందని వాళ్ల నమ్మకం.

దాని కోసం ఆత్రుతగా ఎదురుచూస్తున్న ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి బియేలా తోకచుక్క డిసెంబర్ 1845లో దర్శనమిచ్చింది. సకాలంలోనే తిరిగొచ్చింది.

కాని దాని రూపు రేఖలు మునుపట్లా లేవు. మాథ్యూ ఫోంటేన్ మారీ అనే అమెరికన్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త మునుపటి బియేలా తోకచుక్కకి తోడుగా మరింత పలుచనైన మరో తోకచుక్క ఉండడం గమనించాడు. రెండు తోకచుక్కలు జంటగా సూర్యుణ్ణి సమీపిస్తున్నాయి. ఏం జరిగి ఉంటుంది?

1839లో తోకచుక్క సూర్యుణ్ణి సమీపించినప్పుడు అక్కడ ఏం జరిగిందో మనకి సరిగ్గా కనిపించలేదు. బహుశ ఆ సమయంలో తోకచుక్కలోని పదార్థం బాగా వేడెక్కి అందులోంచి కొంత అంశం బయటికి వచ్చి "డంబెల్" ఆకారాన్ని దాల్చి ఉండొచ్చు. క్రమంగా ఆ డంబెల్ రెండుగా విరిగి ప్రస్తుతం కనిపిస్తున్న జంట తోకచుక్కలుగా మారిపోయి ఉండొచ్చు.

మరయితే తదుపరి పర్యాయం 1852లో సూర్యుణ్ణి సమీపించినప్పుడు ఏం జరుగుతుందో? ఈ సారి పియెట్రో ఆంజెలో సెచ్చీ అనే ఇటాలియన్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త దాన్ని గుర్తించాడు. ఈ సారి కూడా రెండు తోకచుక్కలే ఉన్నాయి. కాని ఈ సారి వాటి మధ్య దూరం పెరిగింది. చుట్టు పక్కల గ్రహాల ప్రభావం ఆ రెండు తోకచుక్కల మీద వేరుగా ఉండి ఉండొచ్చు. దాని వల్ల రెండు తోకచుక్కల కక్ష్యలు కూడా ఇప్పుడు ఒక్కటి కావు. సెచ్చీ కొలతల బట్టి రెండు తోకచుక్కల మధ్య దూరం 2,414,000 కిమీలు ఉంటుంది.

ఈ సారి 1859లో మళ్లీ తిరిగొచ్చింది. కాని సంధ్యాసమయంలో మాత్రం కనిపించేది. కనుక దాన్ని స్పష్టంగా చూడడానికి వీల్లేకపోయింది. కనుక అది మళ్ళీ వచ్చిందాక అంటే 1866 వరకు ఎదురుచూడాల్సి వచ్చింది.

ఈ సారయినా స్పష్టంగా కనిపిస్తుంది అనుకున్నారు. కాని అనుకున్నట్టు జరగలేదు. 1866 వచ్చింది, వెళ్లింది. కాని బియేలా తోకచుక్కల జంట ఆచూకీ ఎక్కడా లేదు. అంతే కాక అసలు మళ్లీ ఎప్పుడూ కనిపించలేదు. జూపిటర్ దాన్ని అవతలికి విసిరేసిందా అంటే జూపిటర్ గ్రహం ఆ తోకచుక్క కక్ష్యలో లేదు. బహుశ 1859లో అది వచ్చినప్పుడు తోకచుక్కలోని పదార్థం అంతా కోమాలోకి, తోక లోకి ప్రవేశించి క్రమంగా చెల్లాచెదురై పోయిందేమో?

కాని మరి బియేలా తోకచుక్కలో అసలేమీ మిగల్లేదా? ఈ ప్రశ్నకి సమాధానం కావాలంటే ఇక్కడ మనం ఉల్కల గురించి ప్రస్తావించుకోవాలి. ఈ ఉల్కలు రాలే తారల్లా చీకటి ఆకాశంలో మెరుపు రాతలు రాస్తూ కనిపిస్తాయి. అయితే అవి నిజంగా తారలు కావు. అంతరిక్షంలో కొట్టుకుపోతున్న శిలలు పొరపాట్న భూమిని ఢీకొని మండి మసై నేల మీంచి చూసే వారికి మెరుస్తూ కనిపిస్తాయి.

వస్తువులు వాతావరణంలో అధిక వేగం వద్ద ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు గాలిలో రాపిడి వల్ల అతిగా వేడెక్కి, ఆ వేడికి రగలడం మొదలెడతాయి. ఆ రగిలే వస్తువులే ఆకాశంలో క్షణకాలం పాటు వెలిగి, మసై త్వరలోనే అంతరించిపోతాయి. కొన్ని సందర్భాల్లో ఈ ఉల్కల ద్రవ్యరాశి మరీ ఎక్కువ కావడం చేత, గాలిలోనే మొత్తం మండిపోక, కొంత భాగం నేలని ప్రచండ వేగంతో వచ్చిన నేలని ఢీకొంటుంది. అలా నేలని చేరే శిలని, లేదా ఇనుప శకలాన్ని 'ఉల్కాశిల' (meteorite) అంటారు. ఈ ఉల్కాశిలలు అరుదుగానే కనిపిస్తాయి.

ఉల్కల్లో చాలా మటుకు పరిమాణంలో అతిచిన్నవి. వాటిలో అన్నీ ఉల్కాశిల కాదగినంత పెద్దవి కావు. గుండుసూది 'గుండు'ని మించదు వాటి పరిమాణం. కాని అంత చిన్న వస్తువులు కూడా వేగంగా గాల్లో దూసుకుపోతున్నప్పుడు కాంతులు వెదజల్లుతాయి.

ఇలాంటి సూక్ష్మ మైన ఉల్కలు చాలా సామాన్యంగా కనిపిస్తాయి. కొన్ని సందర్భాల్లో భూమి అలాంటి ఉల్కల మేఘాలలోంచి దూసుకుపోతుంది. దాన్నే మనం 'ఉల్కాపాతం' అంటాం.

1833లో అమెరికా దేశంలో ఓ అద్భుతమైన ఉల్కాపాతం కనిపించింది. కోటానుకోట్ల కాంతిరేఖలతో, తారలు రాలిపడుతున్నట్టు ఆకాశమంతా వెలిగిపోతుంది. అది చూసిన ప్రజలు ప్రపంచానికి ఇవే ఆఖరు క్షణాలు అనుకుని భయపడిపోయారు. కాని ఉల్కాపాతం ఆగిపోయాక చూస్తే ఆకాశంలో తారలు ఎప్పట్లాగే మినుకుమినుకు మంటూ కనిపించాయి.

చిన్న చిన్న వస్తువులైతే ఆకాశంలో పూర్తిగా మండిపోతాయి. ఉల్కాపాతం ఎంత దట్టంగా పడ్డా, నేలదాకా వచ్చేసరికి ఏమీ మిగలదు. 1833లో కనిపించిన ఉల్కాపాతం తరువాత ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు అప్పుడప్పుడు భూమికి తారసపడే ఇలాంటి ఇసుక మేఘాల గురించి ఆలోచించసాగారు. ఈ మేఘాలు కూడా గ్రహాల లాగానే సూర్యుడి చుట్టూ నియత కక్ష్యలలో తిరుగుతూ ఉంటాయేమోనని అనుకోసాగారు.

జియోవానీ వర్జీనియో షియాపారెల్లీ ఆ విషయాన్ని అధ్యయనం చెయ్యడం మొదలెట్టాడు. ఉల్కాపాతాలు ఎప్పుడు వస్తాయి, అవి కురిసినప్పుడు ఆకాశంలో ఏ దిశలోంచి కురుస్తాయి మొదలైన విషయాల గురించి వీలైనంత సమాచారం సేకరించాడు. 1860లలో అతడు కట్టిన లెక్కల బట్టి ఈ ఉల్కామేఘాలు కూడా దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలలో సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతాయని తేలింది. ఈ కక్ష్యలకి, తోకచుక్కల కక్ష్యలకి మధ్య చాలా దగ్గరి పోలిక కనిపించింది. ఆ పోలిక బట్టి తోకచుక్కలకి, ఉల్కాంశాలకి మధ్య ఏదైనా సంబంధం ఉందా?

షియాపారెల్లీ మాత్రం సంబంధం ఉందనే అనుకున్నాడు. ఓ ఉల్కాపాతం ప్రత్యేకంగా ఆగస్టు నెలలో కనిపిస్తూ ఉంటుంది. 'పెర్సియస్' అనే రాశిలో ఓ చోటి నుండి అది పుట్టుకొస్తున్నట్టు కనిపిస్తుంది. ఈ ఉల్కలకి అందుకే 'పెర్సీడిస్' అనే పేరు వచ్చింది. టర్టిల్ తోకచుక్క కదిలే కక్ష్యలోనే ఈ పెర్సిడిస్ కదలుతున్నాయని నిరూపించాడు షియాపారెల్లీ. (ఈ తోకచుక్కని 1853లో అమెరికన్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త చార్లెస్ వెస్లీ టర్టిల్ కనుక్కున్నాడు. అది 14 ఏళ్లకి ఒకసారి ఇది సూర్యుడి సమీపంలోకి వస్తుంది.)

ఈ సమాచారం బట్టి చూస్తే తోకచుక్కలోని పదార్థం సూర్యుడి తాపానికి ఆవిరై వాయువుగా మారిపోయే తత్వం కలది అనిపించింది. ఆ వాయు పదార్థంలో రాతి శకలాలు చెల్లాచెదురై ఉన్నాయి. ఆ వాయు పదార్థం ఆవిరైపోయాక మిగిలిన రాతి పదార్థం సూర్యకాంతిలో మెరుస్తుంది. ఈ పదార్థమే తోకచుక్క యొక్క తోకగాను, కోమాగాను ఏర్పడుతుంది.

బహుశ వేడెక్కిన తోకచుక్కల నుండి విరిగిపడ్డ రాతి శకలాలే పృథ్వీ వాతావరణంలోకి ప్రవేశించి ఉల్కలుగా కనిపిస్తాయేమో. తోకచుక్క సూర్యుడి సమీపంలోకి వచ్చిన ప్రతీసారి దాని నుండి వేరుపడ్డ ఉల్కా శకలాలు వాటంతకవే సూర్యుడి చుట్టూ తిరగడం మొదలెడతాయి. అవి మెల్లగా తోకచుక్క కక్ష్య అంతా విస్తరిస్తాయి. తరచు తోకచుక్కకి దూరంగా కన్నా తోకచుక్కకి దగ్గరగా ఎక్కువ శకలాలు కనిపిస్తాయి.

చివరికి తోకచుక్కలోని రాతి కేంద్రం మొత్త ఆవిరైపోయాక, ఆ పదార్థం అంతా ధూళి మేఘాలుగా మారిపోతుంది. బహుశ బియేలా తోకచుక్క విషయంలో అదే జరిగి ఉంటుంది.

పెర్సీడిస్ ఉల్కాపాతం టర్టిల్ తోకచుక్క నుండి జనించింది అని షియాపారెల్లీ నిరూపించాక, ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు ఆ సూత్రాన్ని బియేలా తోకచుక్కకి వర్తింపజేసి చూశారు. బియేలా తోకచుక్క కక్ష్య ఏంటో తెలుసును కనుక ఆ దారి పొడవునా ధూళి కణాలు ఉన్నాయేమో నని చూశారు. ముఖ్యంగా తోకచుక్క కేంద్రం ఉన్న చోట సాంద్రమైన ధూళి రాశి ఉండి ఉండాలి.

ఆ ప్రదేశానికి సమీపంగా భూమి వచ్చిందాకా ఎదురుచూశారు. ఇ. వైస్ అనే ఖగోళశాస్త్రవేత్త 28 నవంబర్ 1872 నాడు ఉల్కాపాతం వస్తుందని లెక్క కట్టి చెప్పాడు. అతడి లెక్కలో ఒక్క రోజు తేడా వచ్చింది. అది 27 నవంబర్ నాడు కనిపించింది.

ఈ ప్రత్యేకమైన ఉల్కాపాతానికి బీలిడ్స్ అని పేరు పెట్టారు. అది మరి కొన్ని సార్లు కనిపించి బలహీనం అయిపోయింది. ఆ ధూళి మేఘం కక్ష్య అంతా విస్తరించి ఉంది. కాని మంచి వెలుగువానకి కావలసినంత సాంద్రత ఆ మేఘానికి లేదు.

6. ఇంతకీ తోకచుక్కలలో ఏముంటుంది?

1950లో యాన్ హెన్డ్రిక్ ఊర్ట్ అనే డచ్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త సూర్యుడికి ఎంతో దూరంలో ఒక వస్తు సమూహంతో కూడుకున్న మేఖల (belt) ఒకటి ఉందని సూచించాడు. అవి కోటానుకోట్ల కిలోమీటర్ల దూరంలో ఉండి ఉండొచ్చు. కనుక వాటిని ఎంత పెద్ద దూరదర్శినితో నైనా చూసే అవకాశం ఉండదు. అలాంటి రాళ్లు అక్కడ నూరు కోట్ల దాకా ఉండి ఉండొచ్చని అంచనా. ఆ చిన్న వస్తువులే సూర్యుడికి దగ్గరగా వచ్చినప్పుడు తోకచుక్కలు అవుతాయి.

అమెరికన్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త ఫ్రెడ్ లారెన్స్ విపిల్ మరో విషయం కూడా సూచించాడు. అంతరిక్షంలో అంత దూరంలో ఎంత చల్లగా ఉంటుందంటే దూరంగా ఉన్న తోకచుక్కల్లోని పదార్థం భూమి మీద వాయుపదార్థంగా ఉంటుంది. అమోనియా, మీథేన్, సయనోజెన్ (కార్బన్, నైట్రోజెన్ల కలయిక), మొదలైన వాయువులన్నీ తోకచుక్కలో మంచుగడ్డల్లా ఉంటాయి. ఇవి కాక నీరు గడ్డ కట్టుకున్న మంచు కూడా తోకచుక్కల మీద ఉంటుంది.

ఈ మంచు పదార్థంలో చిన్న చిన్న రాళ్లు చెల్లా చెదురుగా విస్తరించి ఉంటాయి. మధ్యలో రాతి కేంద్రం కొన్ని సార్లు ఉంటుంది. కొన్ని సార్లు లేకపోవచ్చు కూడా.

అయితే కొన్ని సందర్భాలలో దూరంగా ఉన్న తోకచుక్క తోక మీద సౌరపవనాల ప్రభావం వల్ల దాని సువిస్తారమైన వృత్తాకార కక్ష్యలో ఆ తోకచుక్క నడిచే వేగం తగ్గే అవకాశం ఉంటుంది. అలా వివిధ వేగాల మధ్య కదిలే తోకచుక్కలు ఒకదాంతో ఒకటి ఢీ కొనడం వల్ల గాని, దూరంలో ఉన్న నక్షత్రాల గురుత్వాకర్షణ వల్ల గాని కూడా తోకచుక్కల వేగం తగ్గడం జరగొచ్చు.

వేగం తగ్గిన తోకచుక్క సూర్యుడి దిక్కుగా పతనం చెందడం మొదలెడుతుంది. అలా సూర్యుడి వైపుగా పడుతున్న తోకచుక్క కక్ష్య దీర్ఘవృత్తానికి మారుతుంది. గ్రహాలని వరుసగా దాటుకుంటూ సూర్యుణ్ణి సమీపించినప్పుడు మెరిసి మనని మురిపిస్తుంది. సూర్యుడి చుట్టూ ఓ ప్రదక్షిణ చేసి తిరిగి తన సుదూరమైన స్వగృహానికి తరలిపోతుంది. అలాంటి దీర్ఘ కక్ష్యల్లో కొన్ని సార్లు పది లక్షల సంవత్సరాల కొకసారి మాత్రమే సూర్యుడి దగ్గరికి వస్తూ ఉండొచ్చు.

తోకచుక్క ఈ విధంగా సూర్యుణ్ణి సమీపించినప్పుడు అందులోని మంచు పదార్థం ఆవిరైపోతుంది. అందులోని రాతి పదార్థం విడుదల పొంది కోమాగా మారుతుంది.

1958లో యూజీన్ నార్మన్ పార్కర్ అనే అమెరికన్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త అణువుల కన్నా చిన్న వైన రేణువులు సూర్యుడిలో పుట్టుకొచ్చి నలుదిశలా ప్రసరిస్తాయని నిరూపించాడు. ఆ రేణువులనే సౌరపవనం అంటారు. ఈ సౌరపవనమే తోకచుక్క కోమా మీద పడి సూర్యుడికి దూరంగా దాన్ని వికర్షిస్తూ అదొక తోకలా ఏర్పడేట్టు చేస్తుంది.

మొట్టమొదటి సారిగా సూర్యుడి సమీపానికి వచ్చిన తోకచుక్కల కోమా పరిమాణం చాలా పెద్దగా ఉండొచ్చు. దాని పరిమాణం సూర్యుడి పరిమాణం కన్నా కూడా పెద్దదిగా ఉండొచ్చేమో. కొన్ని కోట్ల కిలోమీటర్ల దూరం వరకు దాని తోక విస్తరించి ఉంటుంది.

అప్పుడప్పుడు పెద్ద గ్రహాల ప్రభావం వల్ల, ముఖ్యంగా జూపిటర్ ప్రభావం వల్ల, తోకచుక్క గతి కొద్దిగా మళ్లుతుంది. అలాంటప్పుడు తోకచుక్క చిన్న కక్ష్యలోకి మారిపోతుంది. పదే పదే సూర్యుణ్ణి సమీపిస్తూ తోకచుక్క క్రమంగా క్షీణిస్తుంది. హాలీ తోకచుక్క కూడా క్షీణించడం కనిపిస్తుంది.

అంతరిక్షపు ప్రగాఢ లోతుల్లోంచి వచ్చిన ఓ ప్రకాశవంతమైన తోకచుక్క 1882లో మొట్టమొదటిసారిగా కనిపించింది. గత శతాబ్దంలో రూపొందించబడ్డ అధునాతన సాంకేతిక పరికరాల సహాయంతో అంత దూరం నుండి వచ్చే తోకచుక్కలని అధ్యయనం చెయ్యాలని 1882 నుండి ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు ఎదురుచూస్తున్నారు. చివరికి 1973లో లూబ్స్ కొహోటెక్ అనే జెకొస్లొవాకియాకి చెందిన ఖగోళశాస్త్రవేత్త ఓ తోకచుక్కని భూమికి ఎంతో దూరంలో ఉండగానే పసిగట్టాడు. అంటే ఆ తోకచుక్క చాలా పెద్దదై ఉండాలన్నమాట. లేకపోతే అంత దూరం నుండి కనిపించేలా కాంతిని ప్రతిబింబించదు.

కక్ష్యని బట్టి చూస్తే ఈ 'కహోటెక్ తోకచుక్క' సుదూరమైన చిన్న వస్తువుల మేఖల నుండి బయలుదేరి వస్తోందని తేలింది. అది 28 డిసెంబర్ 1973లో సూర్యుడికి అత్యంత సన్నిహితంగా వచ్చింది. ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు ఆశించినంత ప్రకాశవంతంగా కనిపించలేదు. అయినా అంతరిక్షంలో తిరిగే స్కయిలాబ్ సహాయంతో దాన్ని అధ్యయనం చేశారు. సూర్యుడికి దూరం అవుతున్నప్పుడు కూడా దాన్ని అధ్యయనం చేశారు.

భవిష్యత్తులో ఎప్పుడో ఒకప్పుడు సుదూరమైన అంతరిక్ష మూలం నుండి వస్తున్న తోకచుక్క కనిపించగానే మనుషులు రాకెట్ మీద బయలుదేరి దాని మీద వాలగలిగే రోజు వస్తుంది.

అప్పుడిక తోకచుక్క అంటే దుశ్శకునం అని భయపడకుండా మనుషులు ప్రత్యక్షంగా దాన్ని అందుకుంటారు. దాన్ని తాకి దాని నుండి శకలాలని భూమికి తెచ్చి వాటిని అధ్యయనం చేసి వాటి నిజస్వరూపాన్ని తెలుసుకుంటారు.