ఓం శ్రీ షిరిడీ సాయి
ఓం శ్రీ అరొబిందో మిరా

౧. తెల్ల మరుగుజ్జులు

1844లో ఫ్రెడెరిక్ విల్హెల్మ్ బెసెల్ అనే ఖగోళ శాస్త్రవేత్త కంటికి కనిపించని ఓ తారని కనుక్కున్నాడు.

అసలేం జరిగిందంటే..

చీకటి ఆకాశంలో మనం లెక్కెట్టే చుక్కలు కిమ్మనకుండా పడి ఉన్నట్టు కనిపిస్తాయి. కాని నిజానికి అవి నిరంతరం కదుల్తూనే ఉం టాయి. అంత దూరంలో ఉంటాయి కనుక కదలిక సులభంగా తెలీదు. కాని దూరదర్శినులతో జాగ్రత్తగా కొ లిస్తే వాటి స్థానంలో సూక్ష్మమైన మార్పులు కనిపెట్టవచ్చు.

ఒక్కోసారి టెలిస్కోప్ లో కూడా సరిగ్గా తెలీదు. దగ్గర్లో ఉన్న తారల్లో మాత్రమే కదలికలు కాస్త కనిపిస్తాయి. దూరంగా మినుకు మినుకు మనే తారలైతే అసలు కదిలినట్టే ఉండవు.

సైరస్ మనకి దగ్గరగా ఉన్న ఓ తార. అది 80 మిలియన్ మిలియన్ కిమీల దూరంలో ఉం ది. కాని తారల లెక్కలో అది దగ్గర అన్నమాటే. దగ్గరగా ఉంది కనుకే ఆకాశంలో బాగా మెరుస్తూ కనిపిస్తుంది. దాని కదలికలు కూడా టెలిస్కోప్ తో చక్కగా కొలవచ్చు.

బెసెల్ దాని కదలికలని నిశితంగా పరిశీలించాలి అనుకున్నాడు. ఎందుకంటే సూర్యుడి చుట్టూ భూమి ఎరుగుతూ ఉన్నప్పుడు తారలని వివిధ కో ణాల నుండి చూడడం వీలవుతుంది. మనకి కనిపించే తార సరళ రేఖలో కదుల్తున్నట్టు కనిపించక భూమి కదలిక కారణంగా అటు ఇటు ఆడుతూ కదుల్తున్నట్టు కనిపిస్తుంది. తార మనకి ఎంత దగ్గరిగా ఉంటే ఆ ఊగులాట అంత ఎక్కువగా కనిపిస్తుంది. ఆ ఊగులాటని కచ్చితంగా కొ లిస్తే దాన్ని బట్టి ఆ తార మనకి ఎంత దూరంలో ఉందో కనుక్కోవచ్చు. ఇది తెలుసుకోవాలన్నదే బెసెల్ ఉద్దేశం. ఒక తార దూరం ఎంతో కనుక్కున్న మొట్టమొదటి ఖగోళ శాస్త్రవేత్త ఇతడే. అది జరిగింది 1838లో.

తరువాత సైరస్ గమనంలో ఊగులాట ఎంతో కొలవాలని అనుకున్నాడు. అలా ప్రతీ రాత్రి సైరస్ కదలికలు కొలుస్తూ పోతుం టే ఒక దశలో ఉండాల్సిన దాని కన్నా సైరస్ కదలికలో డోలనం ఎక్కువ ఉన్నట్టు కనిపించింది. భూమి సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతోంది కనుక ఆ

తారలో కదలిక కనిపించింది. కాని దాని గమనంలో మరో తేడా కూడా కనిపించింది. ఆ మార్పు చాలా మందగతిలో సాగుతోంది. దానికి భూమి కదలికకి సంబంధం లేదు.

ఈ కొత్త గమనాన్ని శ్రద్ధగా అధ్యయనం చేయసాగాడు బెసెల్. సూర్యుడి చుట్టూ భూమి ఎరుగుతున్నట్టే సైరస్ కూడా మరి దేని చుట్టూనో తిరుగుతున్నట్టు అనిపించింది. ఆ చలనంలో సైరస్ తారకి ఒక ప్రదక్షిణ చేయడానికి 50 ఏళ్లు పడుతుందని అంచనా వేశాడు.

కాని సైరస్‌ని అలాంటి కక్ష్యలో నడిపించే అదృశ్య శక్తి ఏమిటి?

సూర్యుడి చుట్టూ భూమి తిరగడానికి కారణం సూర్యుడి బలమైన గురుత్వాకర్షణ శక్తి. మరి సైరస్ ని కూడా అలాంటి గురుత్వాకర్షణ శక్తే ఏదో నడిపిస్తూ ఉండాలి.

సైరస్ ద్రవ్య రాశి సూర్యుడి ద్రవ్య రాశి కన్నా రెండున్నర రెట్లు ఎక్కువ.

సైరస్ కదిలే తీరు చూస్తుంటే దాన్ని ఆకర్షిస్తున్న వస్తువు కూడా ఏదో తార వంటిదే అయ్యుండాలి. అంటే సైరస్, దాని సహతార రెండూ ఒకదాని చుట్టూ ఒకటి తిరుగుతూ ఉండి ఉండాలన్నమాట. కనుక సైరస్ ని సైరస్ ఎ అని, దాని సహతారని సైరస్ బి అని పిలుచుకోవచ్చు.

సైరస్ ఎ కదిలే తీరు చూస్తే సైరస్ బి కూడా మన సూర్యుడి అంత పెద్దదై ఉండి ఉండాలి.

కాని బెసెల్‌కి సైరస్ బి కనిపించలేదు. కాని అది నిశ్చయంగా ఉండి ఉండాలి. ఎందుకంటే అది సైరస్ ఎ ని ఆకర్షిస్తోంది. కనుక సైరస్ బి పూర్తిగా మండిపోయి మంటలు ఆరిపోయిన తార అయ్యుంటుంది అనుకున్నాడు బెసెల్. మండడం మానేసింది కనుక ఇక అది కనిపించదు. అది సైరస్ కి చీకటి సహచరి అన్నమాట.

అలాగే తారావళిని పరిశీలిస్తూ పోగా, ప్రోసియాన్ అనే తారకి కూడా, దాని గమనాన్ని బట్టి చూస్తే, ప్రోసియాన్ బి అనే, చీకటి సహచరి ఉండి ఉండాలని అర్థమయ్యింది.

బెసెల్ తనకి కనిపించని రెండు తారలని కనుక్కున్నాడు.

1862 లో అల్విన్ గ్రాహమ్ క్లార్క్ అనే టెలిస్కోప్ నిర్మాత ఓ కొత్త రకం టెలిస్కోప్ కోసం కటకాన్ని తయారుచేస్తున్నాడు. ఆ కటకాన్ని ఎంత బాగా రుద్దాలంటే అందులోంచి తారలు స్పష్టంగా కనిపించాలి.

తయారీ పూర్తయ్యాక ఆ కటకం లోంచి సైరస్ తారని చూశాడు ఎంత బాగా కనిపిస్తుందో చూద్దామని.

కాని సైరస్ పక్కన్ మరో చిన్న మినుకు మినుకు కాంతిని చూసి ఆశ్చర్యపోయాడు. తనకి తెలిసిన తారామాపనపత్రాల్లో ఎక్కడా ఆ తార ఆచూకీ లేదు. బహుశ కటకాన్ని రుద్దే తీరులో లోపం వల్ల అలా కనిపిస్తుందేమో అనుకున్నాడు.

కాని ఎంతగా రుద్దినా ఆ చిన్ని కాంతి బిందువు మాయం కావడం లేదు. ఇతర పెద్ద తారలని చూసినప్పుడు అలాంటి కాంతిబిందువు కనిపించలేదు.

చివరికి సైరస్ దగ్గర కనిపించిన ఆ చిన్న కాంతి బిందువు సైరస్ చీకటి సహచరి ఉండాల్సిన చోటే కనిపించింది. తన కంటికి కనిపిస్తున్నది ఆ చీకటి సహచరే అని పసిగట్టాడు అల్విన్. అం టే సైరస్ బి పూర్తిగా మృతతార కాదన్నమాట. అది వెలుగుతోంది కాని సైరస్ ఎ కాంతిలో దాని కాంతి 1/10000 వ వంతు మాత్రమే.

1859లో జాన్ మార్టిన్ షాబెర్లే అనే జర్మన్-అమెరికన్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త ప్రోసియాన్ తార దగ్గర్లో ఓ మినుకు మొనుకు కాంతిని గుర్తించాడు. అది ప్రోసియాన్ బి. అది కూడా మృత తార కాదు.

షాబెర్లే కాలానికి ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు తారల గురించి చాలా విషయాలు తెలుసుకున్నారు.

కాంతిలో వివిధ తరంగదైర్ఘ్యాలు కల తరంగాలు ఉంటాయి. ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు తారాకాంతిని ఈ తరంగాల సమ్మేళనంగా విశ్లేషించడం నేర్చుకున్నారు. ఆ విశ్లేషణ యొక్క ఫలితాన్నే వర్ణమాలిక అంటారు.

1893లో విల్హెల్మ్ వీన్ అనే జర్మన్ శాస్త్రవేత్త ఉష్ణోగ్రత బట్టి వస్తువు నుండి వచ్చే కాంతి యొక్క వర్ణమాలిక ఎలా మారుతుందో కనుక్కున్నాడు. ఉదాహరణకి చివరి దశలో ఉన్న తార చల్లబడి ఎర్రబారుతుందని చూబించాడు వీన్. సైరస్ బి కొన ఊపిరితో ఉన్న తార అయితే అది ఎర్రగా ఉం డాలి. కాని అది లేదు. సైరస్ బి కి తెల్ల కాంతి ఉంది.

ఈ విషయాన్ని ఇం కా శోధించడానికి సైరస్ బి యొక్క వర్ణమాలికని బాగా అధ్యయనం చెయ్యాలి. సైరస్ బి కాంతి చాలా బలహీనంగా ఉం ది. పైగా నిండుగా వెలిగే సైరస్ ఎ పక్కనే

ఉంది. కనుక అంత బలహీనమైన కాంతి పుంజాన్ని విశ్లేషించి వర్ణమాలికను కనుక్కోవడం సులభం కాలేదు.

అయితే 1915లో వెయిటర్ సిడ్నీ ఆడమ్స్ అనే అమెరికన్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త సైరస్ బి వర్ణమాలిక కనుక్కున్నాడు. సైరస్ బి యొక్క ఉపరితల ఉష్ణోగ్రత 8,000 డిగ్రీల సెల్షియన్ దగ్గర ఉం టుందని కనుక్కున్నాడు. మన సూర్యుడి కన్నా వేడిగా ఉం టుంది. సూర్యుడి ఉష్ణోగ్రత 6,000 డిగ్రీలు మాత్రమే.

సూర్యుడి అంత తార సైరస్ బి ఉన్న స్థానంలో ఉంటే చక్కగా మెరిసేది. సైరస్ ఎ అంత ప్రకాశం ఉండకపోవచ్చు. కాని తగినంత ప్రకాశం తప్పక ఉం టుంది. సైరస్ బి మన సూర్యుడి కన్నా వేడిగా ఉం టుంది కనుక అంత దూరంలో సూర్యుడి కన్నా ఎక్కువగా మెరవాలి. కాని అలా జరగదు. సూర్యుడు అంత దూరంలో ఎంత ప్రకాశంగా ఉంటాడో సైరస్ బి అం దులో 1/400 వంతు ప్రకాశంతో ప్రకాశిస్తుంది.

అదెలా సాధ్యం?

బహుశ ఒకటి అయ్యుండొచ్చు. సైరస్ బి యొక్క ఉపరితలం హెచ్చు ప్రకాశంతోనే మెరుస్తూ ఉండొచ్చు. కాని దాని ఉపరితల విస్తీర్ణత తక్కువగా ఉం డొచ్చు. సైరస్ బి ఓ బుల్లి తార అయ్యుండొచ్చు.

అం త ఉష్ణోగ్రత ఉన్నా కూడా, అంత తక్కువ ప్రకాశం కలిగి ఉందంటే సైరస్ బి యొక్క వ్యాసం కేవలం 11,000 కిమీలు ఉండి ఉండాలి. అం టే ఓ పెద్ద గ్రహం అంత పరిమాణం అన్నమాట. సైరస్ బి అం త వేడిగా, అం త చిన్నగా ఉం ది కనుక దానికి తెల్ల మరుగుజ్జు అని పేరు పెట్టారు. ప్రోసియాన్ బి కూడా ఓ తెల్ల మరుగుజ్జే.

తెల్ల మరుగుజ్జులు ఇప్పుడు చాలా సామాన్య తార అని తెలుసు. ప్రతీ 40 వ తార ఓ తెల్ల మరుగుజ్జే అని శాస్త్రవేత్తల అంచనా. అయితే తెల్ల మరుగుజ్జులు ఎంత చిన్నగా, ఎం త కాంతి విహీనంగా ఉం టాయంటే మనకి బాగా దగ్గరిగా ఉన్న వాటినే గుర్తుపట్టగలము.

సైరస్ బి అంత చిన్న తార అయినా దానికి మన సూర్యుడికి ఉన్నంత ద్రవ్య రాశి ఉం ది. లేకుంటే అది సైరస్ ఎ తారని ఆ విధంగా ఊపగలిగి ఉం డేది కాదు.

సూర్యుడి ద్రవ్య రాశి అంతా సైరస్ బి అంత పరిమాణంలో కూరితే దాని సాంద్రత చాలా ఎక్కువగా ఉంటుంది.

సైరస్ బి నుండి ఓ ఘన సెమీ పదార్థాన్ని భూమికి తెస్తే దాని బరువు 2,900,000 గ్రాములు ఉం టుంది. భూమి పదార్థపు సగటు సాంద్రత కేవలం ఘన సెం.మీ. కి 5.5 గ్రాములు మాత్రమే. అం టే సైరస్ బి పదార్థం యొక్క సాంద్రత భూమి పదార్థపు సాం ద్రత కన్నా 530,000 రెట్లు ఎక్కువ.

ఇది అత్యద్భుతం. ఎం దుకంటే భూమి మీద ఘన పదార్థంలో పరమాణువులు ఒకదాన్నొకటి రాసుకుని ఉం టాయి. 1800 ల ప్రాంతంలో శాస్త్రవేత్తలు పరమాణువులు చిన్న చిన్న గట్టి బంతుల లాంటివి అనుకునేవారు. వాటిని కలిపి ఒక చోట గట్టిగా కుదించినప్పుడు అవి ఒకదాన్నొకటి అణీటుకున్నంతవరకు మాత్రమే అలా కుదించగలం అనుకునేవారు. అదే నిజమైతే సాంద్రత ఒక విలువ కన్నా పెరగలేదు.

కాని 1911 లో న్యూజీలాండ్ లో జన్మించిన ఎర్నెస్ట్ రూథర్ఫర్డ్ అనే శాస్త్రవేత్త పరమాణువులు చిన్న గట్టి బంతుల్లాంటివి కావని నిరూపించాడు. పరమాణువులో ఉండే గట్టి పదార్థం కేవలం కేంద్రకం మాత్రమే. ఈ కేంద్రకం ఎంత చిన్నది అంటే లక్ష కేంద్రకాలని ఒక దాని పక్కన ఒకటి వరుసగా పెడితే ఆ వరుస యొక్క పొడవు పరమాణువు వైశాల్యంతో సమానం అవుతుంది. కేంద్రకం పరిమాణం అం త చిన్నదైనా పరమాణువులోని ద్రవ్యరాశి అంతా ఇంచు మించు కేంద్రకంలోనే ఉం టుంది.

కేంద్రకం చుట్టూ తిరుగుతూ ఒకటి, లేదా అం త కన్నా ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్లు ఉం టాయి. ఈ ఎలక్ట్రాన్లు కేంద్రకం చుట్టూ కొన్ని పొరల వంటి విన్యాసంలో ఏర్పాటై ఉం టాయి. ఆ పొరలనే ఎలక్ట్రాన్ కర్పరాలు అంటారు.

రెండు పరమాణువులు కలిసినప్పుడు ఒక దాంట్లోని బాహ్యతమ కర్పరం, రెండవ దాని బాహ్యతమ కర్పరాన్ని స్పృశిస్తుంది. ఈ ఎలక్ట్రాన్ కర్పరాలు కార్లకి ఉండే బంపర్ల లాంటివి అన్నమాట. అవి పరమాణువులు ఒక దానికొకటి మరీ దగ్గరగా రాకుండా కాపాడుతాయి.

భూమి మీద గురుత్వాకర్షణ ఈ ఎలక్ట్రాన్ కర్పరాలని చితగ్గొట్టేంత బలంగా ఉం డదు. భూమి కేంద్రంలో కూడా, వేల కిలోమీటర్ల మందం ఉన్న రాయి, లోహపు పొర కేంద్రం మీద వత్తిడి చేస్తున్నా కూడా, అక్కడి పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ పొరలు ధ్వంసం కావు.

కాని మరి మన భూమి కన్నా వేల రెట్లు బరువు ఉన్న సూర్యుడి సంగతి వేరు. సూర్యుడి గురుత్వాకర్షణ చాలా బలంగా ఉం టుంది. కేంద్రంలో ఉన్న పరమాణువుల కర్పరాలు ధ్వంసమై ఉంటాయి. అప్పుడిక ఎలక్ట్రాన్లు పరమాణువులని విడిచి స్వేచ్ఛగా తిరుగుతుంటాయి.

ఆ కారణం చేత కేంద్రకాలు కూడా స్వేచ్ఛగా తిరుతుంటాయి. అవి ఒకదాన్నొకటి ఢీకొ ని అతుక్కుం టాయి కూడా. అప్పుడు జరిగే మార్పుల వల్ల శక్తి ఉత్పన్నమవుతుంది. అలా పుట్టిన శక్తి ఎం త ఎక్కువగా ఉం టుందంటే దాని వల్ల సూర్యుడి కేంద్రంలో ఉష్ణోగ్రత కొన్ని మిలియన్ల డిగ్రీల వద్ద ఉం టుంది. కేంద్రంలో పుట్టిన వేడి ఉపరితలానికి వచ్చి నలుదిశలా వ్యాపిస్తుంది. అలా వ్యాపించిన శక్తిలో ఒక భాగమే ఆ తార విరజిమ్మే కాంతి. కేంద్రంలో పుట్టే వేడి తారని వ్యాకోచిత అవస్థలో ఉంచుతుంది. ఒక్క కేంద్రంలో తప్ప పరమాణువులు ఒక దాంతో ఒకటి డీకొని ఏకం కాకుండా ఉం చుతుం ది.

కేంద్రంలో పుట్టే శక్తి హైడ్రోజన్ కేంద్రకాలు, హీలియం కేంద్రకాలుగా రూపాంతరం చెందడం వల్ల పుడుతుంది. అలా కాలక్రమేణా హైడ్రోజన్ అం తా హీలియంగా మారిపోతుంది.

అప్పటికి కేంద్రం ఎం త వేడెక్కుతుంది అం టే, ఆ వేడికి తార బృహత్తారగా మారిపోతుం ది. అలా జరిగినప్పుడు తార ఉపరితలం కాస్త చల్లబడి ఎరుపెక్కుతుంది. అం దుకే అలాంటి తారని ఎర్ర బృహత్తార అం టారు.

హైడ్రోజన్ అంతా హరించుకుపోయాక కేంద్రంలో ఉం డే కేంద్రక అగ్నులు తార యొక్క సన్నని పై పొరలకి వ్యాపిస్తాయి. చివరికి వాయువులుగా మారి మాయమైపోతాయి. తార యొక్క ద్రవ్యరాశిలో అధికభాగం కేంద్రీకృతం అయిన అంతరంగ పొరలని వేడిగా ఉం చడానికి ఇక లోపల శక్తి ఉం డదు. ఆ అంతరంగ పొరలని గురుత్వం ఇంకా ఇంకా లోపలికి లాక్కుంటుంది. దాంతో తార కుంచించుకుపోతుంది. ఆ పతనం చాలా వేగంగా జరుగుతుంది. గురుత్వాకర్షణ ఎంత బలవత్తరంగా ఉం టుందంటే ఆ ఒత్తిడికి ఎలక్ట్రాన్ల కర్పరాలు కూలిపోతాయి. మామూలు తారలలోని పదార్థంలో కన్నా ఇలాంటి తారలలోని పదార్థంలోని కేంద్రకాలు మరింత దగ్గరగా వస్తాయి.

చిన్న పరిమాణంలోకి తారాపదార్థం అంతా కుంచించ బడినప్పుడు అది తెల్ల మరుగుజ్జు అవుతుంది.

సూర్యుడి విషయంలో అలాంటి పరిణామం మరో 5 బిలియన్ సంవత్సరాల తరువాత వస్తుంది.

౨. పరిమితులు – విస్ఫోటాలు

ఒక వస్తువుకి దగ్గర అవుతున్న కొ లది, మనం ఆ వస్తువు బయట ఉం టే, దాని గురుత్వాకర్షణ శక్తి పెరుగుతూ వస్తుంది.

ఉదాహరణకి మీరు సూర్యుడి మీద నించుని ఉన్నారని ఊహించుకోండి. భూమి మీద కన్నా గురుత్వాకర్షణ 28 రెట్లు ఎక్కువ ఉం టుంది. మీరు అలా నించుని ఉండగానే సూర్యుడి ద్రవ్య రాశి అం తా ఇంకా ఇంకా చిన్న ఘనపరిమాణంలోకి కుంచించుకుపోతూ ఉంటే, మీరు సూర్యుడి కేంద్రానికి ఇంకా ఇంకా దగ్గర అవుతూ ఉం టారు. మీ మీద సూర్యుడి గురుత్వాకర్షణ ఇంకా ఇంకా పెరుగుతూ ఉంటుంది.

సూర్యుడి ఉపరితలం మీద ఉన్నప్పుడు మీరు దాని కేంద్రం నుండి 695,200 కిమీల దూరంలో ఉం టారు. సైరస్ బి ఉపరితలం మీద ఉన్నప్పుడు మీ కింద అం తే ద్రవ్య రాశి ఉం టుంది. కాని మీరు ఆ తార కేంద్రానికి కేవలం 24,000 కిమీల దూరంలో ఉం టారు. సైరస్ బి ఉపరితలం మీద నించుంటే అక్కడి గురుత్వాకర్షణ సూర్యుడి ఉపరితలం మీద గురుత్వాకర్షణ కన్నా 840 రెట్లు ఎక్కువ ఉంటుంది. భూమి మీద గురుత్వాకర్షణ కన్నా 23,500 రెట్లు ఎక్కువ ఉం టుంది.

మరి దీన్నెలా పరీక్షించడం? సైరస్ బి మీద నిజంగా అంత గురుత్వాకర్షణ శక్తి ఉందని ఎలా చెప్పడం?

1925లో ఆల్బర్ట్ ఐనిస్టయిన్ అనే జర్మన్–స్విస్ శాస్త్రవేత్త ఓ కొ త్త గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతాన్ని రూపొందించాడు. ఈ సిద్ధాంతం ప్రకారం కాంతి గురుత్వానికి విరుద్ధంగా కదులుతున్నప్పుడు దాని తరంగ దైర్ఘ్యాలన్నీ కాస్త పెరుగుతాయి. గురుత్వాకర్షణ పెరుగుతున్న కొ లది, తరంగ దైర్ఘ్యాలూ పెరుగుతాయి.

కంటికి కనిపించే తరంగాలలో అత్యంత దీర్ఘమైనవి ఎర్ర కాంతి తరంగాలు. అం టే కాంతి యొక్క తరంగ దైర్ఘ్యాం పెరుగుతున్నప్పుడు ఆ కాంతి ఎర్ర కాంతికి సన్నిహితంగా మారుతుంది అన్నమాట. అంటే ఆ కాంతి ఎర్రబడుతుంది అన్నమాట. అంటే వర్ణమాలలో ఎరుపు దిక్కుగా మారుతుంది అన్నమాట. దీనినే గురుత్వ సంబంధిత అరుణ విస్థాపన (gravitational red shift) అంటారు.

సూర్యుడి గురుత్వం చాలా ఎక్కువే అయినా దాని వల్ల జరిగే అరుణ విస్థాపన కొంచెమే ఉంటుంది. అం త కొంచెం మార్పుని కచ్చితంగా కొలవడం చాలా కష్టం. కాని అత్యంత బలమైన గురుత్వాకర్షణ గల సైరస్ బి సంగతేంటి?

1925లో సైరస్ వర్ణమాలని మొట్టమొదట అధ్యయనం చేసిన్ ఆడమ్స్ మరో సారి ఆ వర్ణమాలని అధ్యయనం చేశాడు. ఐనిస్టయిన్ ఊహించినట్టే వర్ణమాలలో అరుణ విస్థాపన కనిపించింది. సైరస్ బి చుట్టూ అత్యంత శక్తివంతమైన గురుత్వాకర్షణ క్షేత్రం ఉం ది.

సైరస్ బి చాలా చిన్నగా, అత్యంత సాద్రంగా ఉం టుంది అనడానికి అది చివరి ఆధారం. మరి సైరస్ బి అలా ఉంటే తెల్ల మరుగుజ్జు తారలు అన్నీ అలాగే ఉంటాయని అనుకోవాలి. మన సూర్యుడు కూడా ఏదో ఒక రోజు అలాగే తయారవుతాడు.

మరి తార ఇంకా ఇంకా కుంచించుకు పోతూ ఉన్నప్పుడు, ఆ నిపాతం మధ్యలో ఆగిపోయి తార తెల్ల మరుగుజ్జు గా మారడానికి ఏమిటి కారణం? తార పూర్తిగా కుంచించుకుపోయి బిందురూపంలోకి ఎం దుకు మారదు?

పరమాణువులలో ఎలక్ట్రాన్ కర్పరాలు అన్నీ ధ్వంసం అయినా ఎలక్ట్రాన్లు మాత్రం చెక్కుచెదరకుం డా ఉన్నాయి కదా. కేంద్రకాల కన్నా ఈ ఎలక్ట్రాన్లు ఎక్కువ స్థలం ఆక్రమిస్తాయి. ఇవి తెల్ల మరుగుజ్జు తారలు పూర్తిగా కుంచించుకుపోకుం డా ఆపుతాయి.

తార భారం పెరుగుతున్న కొ లది దాని గురుత్వాకర్షణ బలం పెరుగుతుంది. తారా పదార్థం ఇంకా దట్టంగా, సాంద్రంగా మారుతుంది. సైరస్ కన్నా ఎక్కువ ద్రవ్యరాశి గల తెల్ల మరు గుజ్జు ఇంకా సాంద్రంగా మారి సైరస్ బి కన్నా చిన్నదవుతుంది.

మరి తెల్ల మరుగుజ్జు తారల బరువు మరీ ఎక్కువ అయితే?

1931లో సుబ్రమణియన్ చంద్రశేఖర్ అనే భారతీయ–అమెరికన్ శాస్త్రవేత్త ఈ ప్రశ్నని అధ్యయనం చేశాడు. తెల్ల మరుగుజ్జు తార ద్రవ్య రాశి మరీ ఎక్కువ అయితే దాని గురుత్వం ఎలక్ట్రాన్ల వ్యతిరేకతని అతిక్రమించి పూర్తిగా కుంచించుకుపోతుంది.

అలాంటి పూర్తి నిపాతనం జరగడానికి తార ద్రవ్యరాశి ఎంత ఉం డాలో ఆయన అంచనా వేశాడు. దాని ద్రవ్యరాశి మన సూర్యుడికి 1.4 రెట్లు ఎక్కువ ఉం డాలి. దాన్నే చంద్రశేఖర్ పరిమితి అం టారు.

అం తవరకు ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు కనుక్కున్న, అధ్యయనం చేసిన తారలు అన్నీ చంద్రశేఖర్ పరిమితి కన్నా తక్కువ ద్రవ్యరాశి గలవే.

దీంతో ఓ చిక్కు ప్రశ్న తలయెత్తుతుంది.

తారలన్నిటి ద్రవ్యరాశులు మన సూర్యుడి ద్రవ్యరాశికి 1.4 రెట్ల కన్నా మొదట్లోనే తక్కువ అయితే సమస్య లేదు. తారలన్నీ ఎప్పటికో అప్పటికి మన సూర్యుడి లాగే తెల్ల మరుగుజ్జు తారలు అవుతాయి. కాని చిక్కేంటంటే కొన్ని తారల ద్రవ్యరాశి అం తకన్నా ఎక్కువ ఉం టుంది. ఆకాశంలో కనిపించే తారలలో 2.5% తారల ద్రవ్యరాశి సూర్యుడి ద్రవ్యరాశికి 1.4 రెట్ల కన్నా ఎక్కువే. 2.5% అం టే పెద్ద సంఖ్య లా కనిపించకపోవచ్చు. కాని మొత్తం తారల సంఖ్య చాలా ఎక్కువ కనుక అం దులో 2.5% అం టే పెద్ద సం ఖ్యే అవుతుంది.

విశ్వంలోని తారలు గెలాక్సీలు అనబడే తారాసమూహాలుగా పోగై ఉం టాయి. మన స్వంత గెలాక్సీలోనే 120 బిలియన్ల తారలు ఉం టాయి. అం టే మన స్వంత గెలాక్సీలోనే చంద్రశేఖర్ పరిమితిని మించి 3 బిలియన్ల తారలు ఉన్నాయన్నమాట. ఇంకా కొన్ని అయితే సూర్యుడి కన్నా 60,70 రెట్లు ఎక్కువ భారం గలవి.

మరి వాటికి ఏం జరుగుతుంది?

భారీ తారలని అధ్యయనం చేసిన ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు, తార బరువు పెరుగుతున్న కొ లదీ, దాని జీవితం మరింత అల్పం గాను, ఉధృతంగాను ఉంటుందని కనుక్కున్నారు.

తార భారం పెరుగుతున్న కొలదీ, గురుత్వం దాన్ని మరింత బలంగా కుంచింపజేస్తుంది. తార నిపాతనాన్ని ఆపాలంటే అది మరీ వేడిగా ఉండాలి. తార ఎంత వేడిగా ఉం టే, అం దులోని హైడ్రోజన్ ఇం ధనం అంత త్వరగా హరించుకుపోతుంది. కనుక చిన్న తారల కన్నా భారీ తారల జీవితకాలం తక్కువగా ఉంటుంది.

సూర్యుడంత బరువైన తారకి దాని హైడ్రోజన్ ఇం ధనం అంతా హరింపజేసుకోవాలంటే 10 బిలియన్ల ఏళ్లు పడుతుంది. కాని సూర్యుడి కన్నా 3 రెట్లు భారీ తారల ఇం ధనాన్ని అయిపోగొట్టడానికి 500 మిలియన్ల ఏళ్లే పడుతుంది. పైగా తార నిపాతనం వేగంగా జరిగితే

అది విస్ఫోటంగా మారుతుంది. బరువు ఎం త ఎక్కువైతే, విస్ఫోటం కూడా అం త పెద్దది అవుతుంది. తార విస్ఫోటం చెందినప్పుడు అది దాని బాహ్యా పొరలలో ఉండే హైడ్రోజన్ ఇం ధన్నాన్ని పూర్తిగా వాడేస్తుంది. ఇది జరిగినప్పుడు ఆ తార మామూలుగా కన్నా 100 బిలియన్ల రెట్లు హెచ్చు కాంతితో ప్రకాశిస్తుంది. ఆ ప్రకాశం కొన్ని వారాల పాటు అలా ఉం టుంది.

కొన్ని సార్లు కాంతివిహీనమైన తార కూడా, టెలిస్కోప్ తో తప్ప కంటికి కనిపించనంత బలహీనమైన కాంతి గల తార కూడా, ఆ సమయంలో కంటికి కనిపించేటంత ప్రకాశవంతం అవుతుంది. టెలిస్కోప్ ఆవిష్కరణకి పూర్వం ఉం డే ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలకి ఆకాశంలో ఓ కొ త్త తార ఉద్భవించినట్టు తోచేది. అలాంటి తారలని నోవా అనేవారు. (నోవా అం టే లాటిన్ లో నవ్య అని అర్థం.)

కొన్ని నోవాలు మరీ అంత ప్రకాశవంతం కావు. ఇతర తారల నుండి తారాపదార్థం వీటి మీద పడడం వల్ల ఇవి మెరుస్తాయి. అలా కాకుండా భారీ తారలలో జరిగే విస్ఫోటాల వల్ల చాలా ఎక్కువ ప్రకాశం పుడుతుంది. అలాంటి తారలనే ప్రత్యేకించి సూపర్నోవాలు అం టారు.

చంద్రశేఖర్ పరిమితి వల్ల వచ్చే సమస్యకి ఇది పరిష్కారంలా ఉంది. సూపర్ నోవాగా మారిన తార మీద జరిగే విస్ఫోటం వల్ల బోలెడంత పదార్థం తార నుండి వ్యోమం లోకి ఎగజిమ్మబడుతుంది. తారలో ఓ చిన్న భాగం మాత్రమే మిగిలి కుదురుగా ఉం టుంది.

బహుశ ఓ భారీ తార పేలినప్పుడు అందులోంచి ఎం త పదార్థం పోతుందంటే, ఆ మిగిలిన తార యొక్క ద్రవ్యరాశి ఎప్పుడూ చంద్రశేఖర్ పరిమితి కన్నా తక్కువే ఉంటుందేమో.

అదే నిజమైతే తారలు ఎం త భారీవైనా చిట్టచివరకి బరువు మరీ అం త ఎక్కువ కాని తెల్ల మరుగుజ్జు తారలు గా మారాల్సిందేనేమో.

3. పల్సార్ లు – న్యూట్రాన్ తారలు

చంద్రశేఖర్ పరిమితి వల్ల వచ్చే సమస్యలకి సూపర్ నోవాలు పరిష్కారం అన్న భావనని ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు అందరూ ఒప్పుకోలేదు.

ఒక బ్రుహత్తార పేలినప్పుడు ఏం జరుగుతుంది అన్న విషయం మీద కొంత మంది దృష్టి సారించారు. అలాంటి పేలుడు జరిగినప్పుడు తారలో కొంత భాగమే వ్యోమం లోకి చిమ్మబడుతుంది. తారలో మిగిలిన ద్రవ్యరాశి చంద్రశేఖర్ పరిమితి కన్నా తక్కువగా

లేకపోవచ్చు. సూపర్నోవా విస్ఫోటం జరిగినప్పుడు తార తన ద్రవ్యరాశిలో 90% కన్నా ఎక్కువ ద్రవ్యరాశిని కోల్పోయే అవకాశం లేదని అనిపించసాగింది. అలంటప్పుడు సూర్యుడి కన్నా 15 రెట్లు భారమైన తారలలో విస్ఫోటం జరిగిన తర్వాత కూడా చంద్రశేఖర్ పరిమితి కన్నా ఎక్కువ ద్రవ్యరాశే మిగులుతుంది.

మరో విషయం ఏమిటంటే మిగిలిన ద్రవ్యరాశి చంద్రశేఖర్ పరిమితి కన్నా తక్కువే అయినా కూడా, ఆ విస్ఫోటం ఎంత అకస్మాత్తుగా జరుగుతుందంటే ఆ ధాటికి తారలోని ఎలక్ట్రాన్లన్నీ గట్టిగా కుదించబడవచ్చు. అప్పుడేం జరుగుతుంది?

1934లో స్విస్–అమెరికన్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త ఫ్రిట్జ్ స్వికీ, మరియు జర్మన్–అమెరికన్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త వాల్టర్ బాడే లు ఈ సమస్య గురించి ఆలోచించారు. వాళ్లకి విషయం ఈ విధంగా అర్థమయ్యింది. పరమాణువులులో కేంద్రకంలో రెం డు రకాల రేణువులు ఉం టాయి. అవి ప్రోటాన్లు, న్యూట్రాన్లు. ఈ రెం డు రకాల రేణువులు ఒకే లాంటివి. ప్రోటాన్ కి ధనావేశం ఉం టుంది, న్యూట్రాని విద్యుదావేశం ఉం డదు.

సామాన్య పరమాణువులలోను, తెల్ల మరుగుజ్జు తారలో ఎలక్ట్రాన్ కర్పరాలు బద్దలైన పరమాణువులోను కూడా కేంద్రకం బయట ఉం డే ఎలక్ట్రాన్లకి రుణ విద్యుదావేశం మాత్రమే ఉం టుంది.

ఎలక్ట్రాన్ కి, ప్రోటాన్ కి ఉం డే విద్యుదావేశాల విలువ ఒకటే కాని భిన్న జాతులకి చెందినవి. ప్రోటాన్ కి ఉన్నది ధన విద్యుదావేశం. ఎలక్ట్రాన్ కి ఉన్నది రుణ విద్యుదావేశం. ఒక ఎలక్ట్రాన్ ని, ఒక ప్రోటాన్ ని సంయోజిస్తే వాటి విద్యుదావేశాలు ఒకదాన్నొకటి లయం చేసుకుంటాయి. ఇక మిగిలేది ఒక న్యూట్రాన్.

 నిపాతనం చెందే తార యొక్క ద్రవ్యరాశి చంద్రశేఖర్ పరిమితిని మించినట్టయితే, లేదా నిపాతనం అతి వేగంగా జరిగితే ఎలక్ట్రాన్లన్నీ కేంద్రకంలోకి తోసివేయబడతాయి. కేంద్రకంలోని ప్రోటాన్లన్నీ అప్పుడు న్యూట్రాన్లుగా మారుతాయి. నిపాతనం చెందే తారలో అప్పుడు న్యూట్రాన్లు తప్ప ఏమీ ఉం డవు.

ఎలక్ట్రాలన్నీ పోయాక అప్పుడు న్యూట్రాన్లు దగ్గరికి రాకుం డా ఆపే శక్తేమీ లేదు. పతనమయ్యే తార అప్పుడు న్యూట్రాన్ తారగా మారుతుంది.

న్యూట్రాన్లు పరమాణువు కన్నా చాలా చిన్నవి. కనుక న్యూట్రాన్ తారలు చాలా చిన్నగా ఉంటాయి. ఉదాహరణకి సూర్యుడు ఓ పెద్ద ప్రజ్వలిత వాయు రాశి. దాని వ్యాసం 1,390,400

కిమీలు. అందులోని ఎలక్ట్రాన్లు, ప్రోటాన్లు అన్నీ న్యూట్రాన్లుగా మారిపోతే, ఆ న్యూట్రాన్లన్నీ ఒక దాన్నొకటి తగులుతున్నంతగా తార కుంచించుకుపోతే, అలా తయారైన న్యూట్రాన్ తార వ్యాసం పట్టుమని 6 కిమీలు కూడా ఉండదు. కాని దాని ద్రవ్యరాశి మాత్రం సూర్యుడి ద్రవ్యరాశి అం తే ఉం టుంది.

సూపర్నోవాలుగా విస్ఫోటం చెందలేనంత చిన్న తారలు మాత్రమే తెల్ల మరుగుజ్జు తారలుగా మారుతాయని స్వికీ, బాడేలు భావించారు. సూపర్నోవా దశలోకి ప్రవేశించగల తారలు న్యూట్రాన్ తారలుగా కుంచించుకుపోతాయి. (మన సూర్యుడు పేలడానికి మరీ చిన్న తార. ఏదో ఒక నాడు అది తెల్ల మరుగుజ్జు తారగా కుంచించుకుం టుందేమోగాని, న్యూట్రాన్ తారగా మారదు.)

న్యూట్రాన్ తార వ్యాసం కేవలం కొన్ని కిమీలు మాత్రమే అయితే ఆ విషయాన్ని నిర్ధారణ చేసుకునేదెలా? స్వికీ, బాడేల సిద్ధాంతాన్ని సత్యాపన చేసేదెలా? కేవలం కొన్ని కిమీలు మాత్రమే వ్యాసం కలిగి, కొన్ని కో ట్ల కో ట్ల దూరంలో ఉన్న బంతిని ఎం త గొప్ప టెలిస్కోప్ అయినా గుర్తుపట్టలేదు. మరెలా?

ఒక మర్గం ఉం ది. ఒక పెద్ద తార న్యూట్రాన్ తారగా సంకోచించుకున్నప్పుడు ఆ సంకోచంలోని శక్తి వేడి కింద మరుతుంది. న్యూట్రాన్ తార ఉపరితలంలో ఉష్ణోగ్రత 10 మిలియన్ డిగ్రీల సెంటిగ్రేడ్ వద్ద ఉం టుంది. అం టే మన సూర్యుడి ఉపరితలపు ఉష్ణోగ్రతతో సమానం అన్నమాట.

10 మిలియన్ల డిగ్రీల సెంటిగ్రేడ్ వద్ద ఉన్న ఉపరితలం కాంతిని వెలువరించలేదు. కాంతి కం టే మరింత శక్తివంతమైన కిరణాలని వెలువరిస్తుంది. కిరణం శక్తివంతం అవుతున్న కొ లది తరంగ దైర్ఘ్యం తక్కువ అవుతూ ఉం టుంది. కనుక న్యూట్రాన తారల నుండి పుట్టే కిరణాలు చాలా తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం కలపై ఉం టాయి. అలాంటి పొట్టి తరంగాలనే ఎక్స్-రేలు అం టారు.

న్యాయంగా అయితే న్యూట్రాన్ తారలు నానా రకాల కిరణాలని వెలువరించాలి. మామూలు కాంతితో బాటు, మరింత పొడవైన తరంగ దైర్ఘ్యం కల రేడియో కిరాణాల వరకు ఆ తారలు వెలువరించాలి. ఎక్స్-రేలు తప్పకుం డా ఉత్పన్నం కావాలి.

ఆకాశంలో వివిధ దిశల నుండి వచ్చే ఎక్స్-కిరణాలను అధ్యయనం చేస్తే, న్యూట్రాన్ తారలు ఎక్కడెక్కడ ఉన్నాయో తెలుసుకునే అవకాశం ఉం ది. ఒక చిక్కేంటంటే ఎక్స్-రేలు మన వాతావరణాన్ని భేదించలేవు. మామూ లు కాంతి కిరణాలు భేదించగలవు గాని ఎక్స్-రేలు భేదించలేవు.

అదృష్టవశాత్తుఅ 1950 ల దగ్గర్నుండి మనుషులు వాతావరణాన్ని దాటి అం తరిక్షాన్ని చేరుకోగల రాకెట్లని తయారు చేయడం ప్రారంభించారు. ఆ రాకెట్లు మోసుకుపోయే సాధన సామగ్రిని ఉపయోగించి వాతావరణంలోకి ప్రవేశించే లోపలే కిరణాలని గుర్తించి అధ్యయనం చేయొచ్చు.

1963లో అమెరికన్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త హెర్బర్ట్ ఫ్రీడ్మాన్ అధ్వర్యంలో ఎక్స్-రేలని గుర్తుపట్టగల రాకెట్ ను అంతరిక్షంలోకి పంపారు. అం తరిక్షంలో వివిధ దిశల నుండి ఎక్స్-రేలు వస్తున్నాయి నిజమే. కాని అవి న్యూట్రాన్ తారల నుండే వస్తున్నాయో, మరే ఇతర వస్తువుల నుండి వస్తున్నాయో ఏం తెలుసు?

ఎక్స్-రేలు జనిస్తున్న మూలాలలో ఒకటి క్రాబ్ నెబ్యులా. ఈ క్రాబ్ నెబ్యులా కేవలం ధూళి, వాయువుల సందోహం. క్రీశ 1054లో జరిగిన ఓ బ్రుహత్తర సూపర్ నోవా విస్ఫోటం యొక్క అవశేషం అది. దాని నడిమధ్యలో ఓ న్యూట్రాన్ తార ఉం డే అవకాశం ఉం దా?

చెప్పడం కష్టమే. కేవలం ఆ వేడి ధూళి నుండి, వాయువుల నుండి పుట్టుకొస్తూ ఉం డొచ్చు. దాని మధ్యలో ఓ న్యూట్రాన్ తార ఉం డసే ఉం డకపోవచ్చు.

1964లో చంద్రుడు క్రాబ్ నెబ్యులా ముందు నుండి కదలడం సంభవించింది. ఎక్స్-రేలు ధూళి నుండి, వాయువుల నుండి పుట్టుకొస్తుం టే వాటికి అడ్డుపడడానికి చంద్రుడికి కొంచెం సమయం పడుతుంది. అలా కాకుం డా ఎక్స్-రేలు ఓ చిన్ని న్యూట్రాన్ తార నుండి పుట్టుకొస్తునట్టయితే ఆ కిరణ ధారని చందమామ ఇట్టే అడ్డుకోగలదు. అంతవరకు స్థిరంగా ఉన్న ఎక్స్-రే ధార తటాలున ఆగిపోతుంది.

రాకెట్ తీసుకున్న కొ లతలను బట్టి ఎక్స్-రే కిరణాలు కొంచెం కొంచెంగా క్షీణించడం కనిపించింది.

కాని కథ అక్కడితో ఆగిపోలేదు. 1931లో కార్ల్ జాన్స్కి అనే అమెరికన్ ఇంజినీరు అకాశంలో వివిధ ప్రాంతాల నుండి రేడియో కిరణాలు రావడం గుర్తించాడు. రేడియో తరంగాలు కూడా కాంతి తరంగాల వంటివే. కాని కొన్ని రకాల రేడియో తరంగాలు కాంతి లాగే సులభంగా వాతావరణాన్ని ఛేదించుకుని రాగలవు. జాన్స్కి గుర్తుపట్టింది అలాంటి కిరణాలనే.

1950లలో ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు ఈ రేడియో తరంగాలని గుర్తించడానికి, అధ్యయనం చేయడానికి రేడియో టెలిస్కోపులు అనే ప్రత్యేక పరికరాలు తయారుచేశారు.

1960ల ఆరంభంలోనే ఈ రేడియో తరంగాలు అతి వేగంగా క్షీణిస్తూ, వృద్ధిచెందుతూ ఉండగలవని ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి అర్థం అయ్యింది. రేడియో టెలిస్కోపులు మార్పులని గుర్తించే వేగం కన్నా ఎక్స్–రే ధారలలో వచ్చే వేగం ఎక్కువగా అనిపించింది.

1970లో ఆం తొనీ హెవిష్ అనే బ్రిటిష్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త ఆ అతివేగమైన మార్పులు గుర్తించగల ప్రత్యేక రేడియో టెలిస్కోపుని తయారుచేశాడు.

1967 జులై కల్లా ఆ పరికరం పని ప్రారంభించింది. నెల తిరిగేలో హెవిష్ విద్యార్థుల్లో ఒకరైన్ జోసిలిన్ బెల్ చిన్న చిన్న ఎక్స్–రే కిరణ ప్రస్ఫోటనాలని గుర్తుపట్టసాగింది. ఒక్కొక్క కిరణ స్పందన సెకనులో కేవలం ఇరవయ్యో వంతు మాత్రమే ఉం డేవి. కచ్చితంగా 1.33730109 సెకనులకి ఒకసారి కచ్చితంగా వచ్చేవి. వాటి వ్యవధిలో, పౌనఃపున్యంలో కోట్లకోట్ల వంతు వైవిధ్యం కూడా ఉం డదు.

హెవిష, బెల్ ఇద్దరూ కలసి వినువీధులని శ్రద్ధగా కలయజూశారు. వేగంగా రేడియో స్పందనలు పుట్టే ప్రదేశాలు అటువంటివే మరి మూడింటిని కనుక్కున్నారు. ఒక్కొక్క దానికి ఒక్కొక్క ఆవర్తన కాలం ఉంటుంది. ఇలాంటి స్పందనలని పుట్టిస్తున్న వస్తువులు ఏమిటో ఎవరికీ అర్థం కాలేదు. కనుక్ వాటికి ఊరికే స్పందన తారలు (pulsating stars) అని పేరు పెట్టారు. ఆ పేరునే చిన్నది చేసి పల్సార్స్ అని మార్చారు.

ఇతర ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు కూడా మరిన్ని పల్సార్లు కనుక్కున్నారు. పదేళ్లలో వంద పల్సార్లు కనుక్కున్నారు. మన గెలాక్సీలో అలాంటివి మొత్తం లక్ష ఉం టాయేమో.

అన్నిటికన్నా తక్కువ ఆవర్తనకాలం ఉన్న పల్సార్ ఒకటి క్రాబ్ నెబ్యులాలో కనుగొనబడింది. 0.033099 సెకనులకి ఒకసారి స్పందనలు వచ్చేవి. అం టే సెకనుకి ముప్పైయ్యవ వంతు కాలంలో ఒకసారి అన్నమాట.

ఆస్ట్రియాకి చెందిన ఖగోళశాస్త్రవేత్త థామస్ గోల్డ్ ఈ విషయం గురించి ఆలోచించాడు. అలాంటి స్పందనలని పుట్టించాలంటే అంతరిక్షంలో ఏదో వస్తువు అత్యంత వేగంగా, క్రమబద్ధంగా మారుతూ ఉండి ఉండాలి. బహుశ రెండు వస్తువులు ఒకదాని చుట్టూ ఒకటి వేగంగా పరిభ్రమిస్తూ ఉండొచ్చు. లేదా ఒకే వస్తువు దాని అక్షం చుట్టూ అది పరిభ్రమిస్తూ ఉండొచ్చు. లేదా ఒకే వస్తువు క్రమబద్ధంగా సంకోచిస్తూ, వ్యాకోచిస్తూ ఉం డొచ్చు.

కాని ఒక సమస్య ఉం ది. కో ట్ల కో ట్ల కిమీల దూరం నుండి వచ్చే తరంగాలను గుర్తించగల్గుతున్నాం అం టే ఆ తరంగాలని పుట్టించే వస్తువు తారలా భారమైనది అయ్యుంటుంది.

కాని మామూలు తారలు అం త వేగంగా కదలలేవు. తారలు సెకను ఒకసారి ఒకదాని చుట్టూ ఒకటి తిరగలేవు. లేదా సెకనుకి ఒకసారి వ్యాకోచించి సంకోచించ లేవు. లేదా సెకనుకి ఒకసారి తమ చుట్టూ తాము పరిభ్రమించలేవు. అంత పెద్ద తార అంత వేగంగా కదిలితే ఆ ధాటికి ఛిన్నాభిన్నమవుతుంది. అంత వేగంగా కదలగలగాలంటే ఆ వస్తువు తార కన్నా చాలా చిన్నదై ఉండాలి. తార కన్నా చాలా బలమైన గురుత్వాకర్షణ దాన్ని కుదురుగా ఉంచాలి. తెల్ల మరుగుజ్జు తారలు కూడా మరీ అం త చిన్నవి కావు. వాటి గురుత్వాకర్షణ మరీ అం త ఎక్కువా కాదు.

మరి న్యూట్రాన్ తారల సంగతేంటి? అది న్యూట్రాన తారే అయ్యుంటుందని గో ల్డ్ భావించాడు. న్యూట్రాన్ తార ఎం త చిన్నది అం టే, దాని గురుత్వాకర్షణ ఎం త బలమైనది అం టే, సెకనుకి ఒకసారో, లేదంటే ఇంకా వేగంగా 0.03 సెకనులకి ఒకసారో తన అక్షం మీద అది పరిభ్రమిస్తున్నా పటాపంచలు కాకుండా కుదురుగా ఉం టుంది.

న్యూట్రాన్ తార ఉపరితలం మీద కొ న్ని బిందువుల నుండే రేడియో తరంగాలు రాగలవని గోల్డ్ సూచించాడు. తార తిరిగిన ప్రతి సారి ఓ రేడియో తరంగాల ధార మన దిశలో ఎగజిమ్మబడుతుంది.

అంతే కాక అలా రేడియో తరంగాలని వెలువరిస్తూ ఉండే తార శక్తిని కో ల్పోతోంది. కనుక దాని భ్రమణ వేగం కూడా తగ్గుతూ ఉం డాలి.

ఉదాహరణకి క్రాబ్ నెబ్యులాలో కనుక్కోబడ్డ పల్సార్ అంత వేగంగా ఎందుకు తిరగ్గలదంటే ఆ న్యూట్రాన్ తార పుట్టింది కేవలం వెయ్యేళ్ల క్రితమే. మనకు తెలిసిన న్యూట్రాన్ తారల్లో కెల్లా చాలా చిన్నది.ఈ కాస్త వ్యవధిలో ఎక్కువగా వేగం తగ్గలేదు. కాని నిశ్చయంగా వేగం తగ్గుతుంది.

క్రాబ్ నెబ్యులాలోని పల్సార్ ని నిశితంగా అధ్యయనం చేశారు. గోల్డ్ అనుకున్నది నిజమని తేలింది. పల్సార్ యొక్క ఆవర్తన కాలం రోజు రోజుకి కొద్దిగా పెరుగుతోంది. ప్రతీ రోజు ఆ ఆవర్తన కాలం ముందు రోజు కం టే సెకనులో 36 బిలియన్ల వ వంతు కాలం పెద్దదవుతూ వస్తోంది.

పల్సార్ లు అం టే కేవలం పరిభ్రమిస్తున్న న్యూట్రాన్ తారలేనన్న విషయం లో ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు ఇప్పటికి ఓ స్థిరమైన నిర్ణయానికి వచ్చారు.

అయితే పరిభ్రమించే న్యూట్రాన్ తార ఒక్క రేడియో కిరణాలనే కాదు నానా రకాల కిరణాలని వెలువరిస్తూ ఉం టుంది. ఇతర రకాల కిరణాలు కూడా మన వద్దకి స్పందనలు గానే చేరుతూ ఉం డాలి. ఉదాహరణకి క్రాబ్ నెబ్యులాలోని న్యూట్రాన్ తార నుండీ ఎక్స్-రేలు కూడా స్పందనలు గానే మనను చేరుతాయి. క్రాబ్ నెబ్యులా నుండి వచ్చే ఎక్స్-రేలలో ఎనిమిదవ వంతు కిరణాలు న్యూట్రాన్ తార నుండే వస్తాయి. మిగతా 7/8 వంతుల ఎక్స్-రేలు సూపర్ నోవా నుండి పుట్టిన ధూళి, వాయువుల నుండి పుడుతుంది. చందమామ క్రాబ్ నెబ్యులా ముందు నుండి కదిలినప్పుడు ఆ నెబ్యులాలో న్యూట్రాన్ తార లేనట్టుగా తలపింపజేసింది ఈ 7/8 వంతు ఎక్స్-రే కిరణాలే.

పరిభ్రమించే న్యూట్రాన్ తార కాంతి స్పందనలను కూడా వెలివరించాలి. జనవరి 1969లో క్రాబ్ నెబ్యులాలో ఓ మినుకు మినుకుమనే తార సెకనుకి ముప్పై సార్లు వెలుగుతూ ఆరుతూ కనిపించింది. అది కాంతి స్పందనలను వెలువరిస్తోంది. అది నిజంగా ఓ న్యూట్రాన్ తార. కాంతిని వెలువరిస్తోంది కనుక ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు దాన్ని చూడగలిగారు.

సూపర్నోవా అవశేషాలలో మరో న్యూట్రాన్ తార కనిపించింది. ఈ రెం డవ తారకి వేలా ఎక్స్-1 అని పేరు పెట్టారు. ఎం దుకంటే అది వేలా రాశిలో ఉం ది.

1975లో వేలా ఎక్స్-1 యొక్క ద్రవ్య రాశిని అం చనా వేశారు. అది సూర్యుడి ద్రవ్యరాశికి 1.5 రెట్లు ఉంది.

వేలా ఎక్స్-1 ద్రవ్యరాశి చంద్రశేఖర్ పరిమితిని దాటిపోయింది. వేలా ఎక్స్-1 న్యూట్రాన్ తార అన్న ప్రతిపాదనను బలపరిచడానికి ఇది మరో సాక్ష్యాధారం. వేలా ఎక్స్-1 కున్నంత ద్రవ్యరాశి గల వస్తువు తెల్ల మరుగుజ్జు తార కాజాలదు.

౪. పలాయన వేగం – అలలు

తెల్ల మరుగుజ్జు తార చాలా సాంద్రంగా ఉండొచ్చు. గొప్ప గురుత్వాకర్షణ గలిగి ఉండొచ్చు. కాని న్యూట్రాన్ తార అం తకన్నా సాంద్రమైనది. అంతకన్నా బలమైన గురుత్వాన్ని కలది.

సైరస్ బి లో ఒక ఘన సెంటీమీటర్ ఘనపరిమాణం ఉన్న పదార్థం యొక్క ద్రవ్యరాశి 34,000 గ్రాములు ఉం టుంది. సూర్యుడి అం త, లేదా సైరస్ బి అంత ద్రవ్యరాశి గల న్యూట్రాన్ తార నుండి ఒక ఘన సెంటీమీటర్ పదార్థాన్ని తీసుకుం టే దాని బరువు

1550 మిలియన్ టన్నులు ఉం టుంది. న్యూట్రాన్ తార నుండి ఓ ఘనకిలోమీటర్ ఘనపరిమాణం ఉన్న పదార్థం యొక్క ద్రవ్యరాశి మొత్తం భూమి ద్రవ్యరాశికి వేయి రెట్లు ఉం టుంది.

ఇప్పుడు మీ బరువు 50 కిలోలు అనుకుం దాం. మీరు గాని సూర్యుడి మీద నించుం టే (నించోగలిగితే!) మీ బరువు 1,400 కిలోలు ఉం టుంది. సైరస్ బి మీద మీ బరువు 1,060 టన్నులు ఉం టుంది. సూర్యుడంత ద్రవ్యరాశి ఉన్న న్యూట్రాన్ తార మీద మీ బరువు 14 బిలియన్ టన్నులు ఉం టుంది.

బలమైన గురుత్వాకర్షణ అం టే దాని నుండి ఇక ఎప్పటికీ తప్పించుకోలేమని కాదు. తగినంత వేగం ఉం టే పెద్ద వస్తువు నుండి కూడా తప్పించుకోవచ్చు. ఎం దుకంటే దూరం పెరుగుతుం టే గురుత్వాకర్షణ క్షీణిస్తుంది.

ఉదాహరణకి ఒక వస్తువు భూమి నుండి దూరం అవుతూ ఉం టే భూమి గురుత్వాకర్షణ దాన్ని వెనక్కు లాగుతూ దాని వేగాన్ని క్షీణింపజేస్తూ, భూమికి తిరిగి వచ్చేలా చేస్తుంది. కాని ఆ వస్తువు అధిక వేగంతో కదులుతూ ఉం టే, దాని వేగం బాగా తగ్గేలోగా అది భూమి నుండి తగినంత దూరం పోగలదు. అప్పుడిక ఆ వస్తువు మీద గురుత్వపు పట్టు బాగా తగ్గిపోతుంది. అలాంటి వస్తువు ఇక ఆగకుండా భూమి నుండి శాశ్వతంగా దూరం కాగలదు. మరి తిరిగిరాదు. అలా భూమి నుండి శాశ్వతంగా పోడానికి అవసరమైన వేగాన్నే పలాయన వేగం అం టారు.

భూమికి పలాయన వేగం సెనకుకి 11 కిమీలు. సెకనుకి 11 కిమీల వేగంతో ప్రయాణిస్తూ వాతావరణపు పైపొరలని చేరుకోగల రాకెట్ ఇక భూమి మీద రాలి పడదు.

పలాయన వేగం ఎక్కువే. కాని మరీ అం త ఎక్కువేం కాదు. ఆ వేగంతో మనం రాకెట్లను పంపగల్గుతున్నాం.

భూమి కన్నా పెద్దదైన జూపిటర్ (గురువు) మీద, గురుత్వాకర్షణ మరింత బలంగా ఉంటుంది కనుక, పలాయన వేగం సెకనుకి 60.5 కిమీలు ఉం టుంది. సూర్యుడి మీద ఆ వేగం సెకనుకి 617 కిమీలు ఉం టుంది. సైరస్ బి మీద సెకనుకి 3,400 కిమీల ఉంటుంది.

సూర్యుడి అం త ద్రవ్యరాశి ఉన్న న్యూట్రాన్ తార మీద పలాయన వేగం సెకనుకి 192,360 కిమీలు ఉం టుంది. కనుక న్యూట్రాన్ తార చెర నుండి తప్పించుకోవడం కష్టం.

కాని కాంతి తప్పించుకోగలదు. కాంతి సెకనుకి 293, 346 కిమీల వేగంతో ప్రయాణిస్తుంది. కాంతి కన్నా ఎక్కువ, తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యాలు గల ఇతర కిరణాలు కూడా అదే వేగంతో కదుల్తాయి. రేడియో తరంగాలు కూడా తప్పించుకోగలవు. అం దుకే వాటి సహాయం తో మనం న్యూట్రాన్ తారలని కనిపెట్టగలం.

అం తరిక్షంలో ఒక వస్తువు నుండి దూరాన్ని ద్విగుణీకృతం చేసుకుం టే, దాని గురుత్వాకర్షణ నాలుగోవంతుకి పడిపోతుంది. ఉదాహరణకి సూర్యుడి ఉపరితలం మీద ఉన్నప్పుడు మనం సూర్యుడి కేంద్రం నుండి 695,200 కిమీల దూరంలో ఉన్నామన్నమాట. అక్కణ్ణుండి అం తరిక్షంలోకి మరో 695,200 కిమీల దూరం జరిగితే అక్కడి గురుత్వం ఉపరితలం మీద ఉం డే గురుత్వానికి నాలుగోవంతుకి పడిపోతుంది.

న్యూట్రాన్ తార ఉపరితలం మీద కేంద్రం నుండి కేవలం 8 కిమీల దూరంలోనే ఉం టాం. దూరం రెం డింతలు అయితే, గురుత్వం నాలుగింతలు పడుతుంది. కనుక దూరం పెరుగుతుం టే గురుత్వం వేగంగా తగ్గిపోతుంది.

ఇప్పుడు మీరొక న్యూట్రాన్ తార మీద నించున్నట్టు ఊహించుకోండి. మీ తల కన్నా పాదాలు తార కేంద్రానికి దగ్గరగా ఉం టాయి కదా. అంటే తల మీద కన్నా పాదాల మీద గురుత్వం ఎక్కువగా ఉం టుంది అన్నమాట. మీ తల పాదాలు వేరు వేరు బలాలతో లాగబడడం వలన మిమ్మల్ని సాగదీసినట్టు అనిపిస్తుంది.

దీన్నే టైడల్ ఎఫెక్ట్ (తరంగ ప్రభావం) అం టారు. బలహీనమైన గురుత్వ క్షేత్రాల్లో కూడా వస్తువు పరిమాణం పెద్దదైతే ఈ ప్రభావం కనిపిస్తుంది. చంద్రుడి గురుత్వాకర్షణ భూమిని కొద్దిగా సాగదీస్తుంది. చంద్రుడి వైపు ఉన్న భూమి ముఖం మీద నీరు కొ ద్దిగా ఉబుకుతుం ది. అవతలి ముఖం మీద నీరు కొ ద్దిగా కిందకి దిగుతుంది. దీనివల్ల అలలు జనిస్తాయి. అం దుకే దీన్ని తరంగ ప్రభావం అన్నారు.

౫. సంపూర్ణ పతనం

న్యూట్రాన్ తార భారం ఎంతవరకు పెరగగలదు? తార బరువు పెరుగుతున్న కొ లది దాని గురుత్వాకర్షణ పెరుగుతు ఉం టుంది. ఆ బలం ద్రవ్యరాశిని లోపలికి లాక్కుంటూ ఉం టుంది. అలా ద్రవ్యరాశి అపరిమితంగా పెరుగుతూ పోతే ఒక దశలో తారలోని న్యూట్రాన్లు కూడా పచ్చడి కావా? లేకుంటే న్యూట్రాన్లు ఎంత ఒత్తిడి నయినా తట్టుకోగలవా?

అమెరికన్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త జె. రాబర్ట్ ఓపెన్‌హైమర్ 1939లో ఆ ప్రశ్ననే శోధిస్తున్నాడు. ఎంత న్యూట్రాన్లు అయినప్పటికీ ఎం త బలాన్నయినా తట్టుకోలేకపోవచ్చు నని అతడు భావించాడు.

నిపాతనం చెం దే వస్తువు ద్రవ్యరాశి సూర్యుడి ద్రవ్యరాశి కన్నా 3.2 రెట్లు ఎక్కువైతే ఆ ధాటికి ఎలక్ట్రాన్లు మాత్రమే కాదు, న్యూట్రాన్లు కూడా ఛిద్రం అవుతాయి.

ఒకసారి న్యూట్రాన్లు ఛిద్రం అయితే ఇక ఆ వస్తువు పూర్తిగా బిందు పరిమాణామానికి కుదించుకుపోకుం డా ఏ శక్తీ ఆపలేదు.

సూర్యుడి అం త ద్రవ్యరాశి ఉన్న వస్తువు నిపాతనం చెం దుతుం టే దాని గురుత్వాకర్షణ మారదు. నిపాతనం చెం దే ద్రవ్యరాశి నుండి దూరంగా నించుని గమనిస్తుంటే నిపాతనం చెందుతున్నట్టే తెలీదు.

కాని నిపాతనం చెందుతున్న ద్రవ్యరాశి ఉపరితలం మీద నించుని చూస్తుంటే పరిస్థితులు వేరుగా ఉం టాయి. అది నిపాతనం చెందుతున్న కొ లది మీరు కేంద్రానికి ఇంకా ఇంకా దగ్గరిగా వస్తుంటారు. మీకు గురుత్వాకర్షణ ఇంకా ఇంకా బలంగా తెలుస్తుంటుంది.

ఆ వస్తువు తెల్ల మరుగుజ్జు తార దశకి నిపాతనం చెందేసరికి మీ బరువు 1,016 టన్నులకి పెరుగుతుంది. అది న్యూట్రాన్ తార దశకి చేరేసరికి మీ బరువు 15,000 మిలియన్ టన్నులకి పెరుగుతుంది. తార న్యూట్రాన్ తార దశని దాటి ఇంకా ఇంకా కుంచించుకుపోతూ ఉం టే మీ బరువు ౧౫,౦౦౦ మిలియన్ టన్నులు దాటి ఇంకా ఇంకా ఇంకా ఎక్కువగా .. అనంతంగా .. అపరిమితంగా పెరిగిపోతుం టుంది.

తరంగ ప్రభావం ఇంకా ఇంకా బలవత్తరమవుతు ఉం టుంది.

పలాయన వేగం ఇంకా ఇంకా పెరుగుతూ ఉం టుంది.

ఈ పలాయన వేగం చాలా ప్రధానమైన లక్షణం. తార న్యూట్రాన్ తార దశని దాటి ఇంకా కుంచించుకు పోతుం టే ఒక దశలో పలాయన వేగం సెకనుకి 299,783 కిమీల వేగాన్ని దాటిపోతుంది. అది జరినప్పుడు కాంతి, రేడియో కిరణాలు, ఎక్స్-రేలు ఇవేవీ ఆ తార నుండి తప్పించుకుపోలేవు. వాటి వేగం సరిపోదు. కాంతిని మించిన వేగంతో మరేదీ ప్రయాణించలేదు కనుక ఇక తక్కిన వస్తువులకి దిక్కే లేదు. కాంతికి లేని విమోచనం మరి దేనికీ లేదు!

కాంతి కూడా తప్పించుకోలేని దశని చేరుకున్న తార యొక్క వ్యాసార్థాన్నే ష్వార్జ్ చైల్డ్ రేడియస్ అం టారు. దాన్ని మొట్టమొదట లెక్కించిన వాడు జర్మన్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త కార్ల్ ష్వార్జ్ చైల్డ్.

సూర్యుడంత ద్రవ్యరాశి గల తార యొక్క ష్వార్జ్ చైల్డ్ రేడియస్ రమారమి 2.9 కిమీలు ఉంటుంది. అం టే దాని వ్యాసార్థం 2.9 కిమీలు అన్నమాట. అం టే మన సూర్యుడు కేవలం 5.8 కిమీల వ్యాసానికి కుదించుకుపోతే ఇక దాని నుండి కాంతి కూడా తప్పించుకోలేదన్నమాట.

అం తరిక్షంలో ఒక చోట అలాంటి ఒక చిన్న వస్తువు ఉం దనుకుందాం. దాని దరిదాపుల్లోంచి పోయిన ఏ వస్తువైనా దాని బల క్షేత్రంలో చిక్కుపడిపోతుంది. తరంగ ప్రభావం వల్ల ఆ వస్తువు తూనికలుగా చీలిపోతుంది. ఆ తూనికలు తార చుట్టూ కాసేపు పరిభ్రమించి చివరికి ఆ తారలో పడిపోతాయి. లోపల పడిన ఏ వస్తువూ తిరిగి వెనక్కు రాలేదు.

లోపల పడడమే గాని బయటికి ఏ వస్తువు రాలేనట్టుగా ప్రవర్తించే ఆ వస్తువు అం తరిక్షంలో ఓ బిలంలా ప్రవర్తిస్తోంది అన్నమాట. కాంతి గాని మరే ఇతర కిరణాలు గాని దాని నుండి బయటికి రాలేవు గనుక ఆ వస్తువు చీకటిగా కనిపిస్తుంది. అం దుకే దాన్ని నల్లబిలం (బ్లాక్ హోల్)అం టారు.

౬. నల్లబిలాలని కనుక్కోవడం ఎలా?

మరి ఏ సంకేతాలూ పంపని ఆ నల్లబిలాన్ని కనుక్కోవడం ఎలా?

మనం ఒక నల్ల బిలం యొక్క దరిదాపుల్లో ఉం టే దాని గురుత్వాకర్షణ యొక్క ప్రభావాన్ని మనం అనుభవిస్తాం. కాని మనకి చాలా దూరంలో ఎక్కడో తారల మాటున ఓ నల్లబిలం నక్కి ఉంటే మరి దాని పట్టుకునేదెలా?

అవును మరి. అదంత సులభం కాదు. సూర్యుడంత ద్రవ్యరాశి గల నల్లబిలం న్యూట్రాన్ తార పరిమాణంలో సగం ఉం టుందేమో. పైగా న్యూట్రాన్ తారలా కాక నల్లబిలం ఏ విధమైన కిరణాలనూ వెలువరించదు.

అం త చిన్న పరిమాణం గలిగి ఏ విధమైన కిరణాలనూ పంపని నల్లబిలాన్ని పట్టుకోవడం ఎలా?

 బహుశ ఈ సమస్యకి పరిష్కారమే లేదేమో. బహుశ ఈ నల్లబిలాలు అనేవి ఏదో పైత్యం ముదిరిన ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు అవి ఉన్నాయో లేవో కూడా తెలీకుం డా వాటి గురించి ఆడే పిచ్చి మాటలేనేమో.

కాని అదృష్టవశాత్తు ఓ మార్గం ఉం ది. నల్ల బిలం నుండి కిరణాలు రాకపోయినా అందులో పడిపోతున్న వస్తువులు ఆ పడిపోయే సమయం లో కిరణాలని వెలువరిస్తాయి. అవి ఎక్స్-రేలని వెలువరిస్తాయి.

నల్లబిలంలో పడిపోయిన ఏ చిన్న పదార్థం అయినా ఎక్స్-రేలని వెలువరిస్తుంది. కాని అంతక్కువ కిరణాలని కోటానుకోట్ల కిమీల దూరంలో గుర్తించడం కష్టం.

కాని నల్లబిలంలో నిరంతరం బోలెడంత ద్రవ్యం పడిపోతూ ఉందని అనుకుందాం. అప్పుడు హెచ్చు మోతాదులో ఎక్స్-రేలు వెలువడతాయి. వాటిని దూరం నుండి కూడా కనుక్కోవచ్చు.

నల్లబిలంలో అదేపనిగా బోలెడంత పదార్థం పడిపోతూ ఉం డే అవకాశం తక్కువ. ఎందుకంటే ఖగోళం ఓ ఖాళీ గో ళం. ఉదాహరణకి మన సూర్యుడే నల్లబిలంగా మారిపోతే గ్రహాలు దాని చుట్టూ ఎం తో దూరంలో పరిభ్రమిస్తూ ఉం టాయే గాని అం దులో పడిపోవు. మరీ దగ్గర్లో ఉన్న పదార్థం అం తా ఎప్పుడో స్వాహా అయిపోతుంది కనుక దరిదాపుల్లో అం తా ఖాళీగానే ఉం టుంది.

దానికి కారణం సూర్యుడు ఓ ఒం టరి తార. గ్రహాలు తప్ప దానికి వేరే తార తోడు లేదు. కాని విశ్వంలో ఉం డే తారల్లో సగానికి సగం జం టలుగానే ఉం టాయి. దగ్గరిదగ్గరిగా ఉంటూ, ఒకదాని చుట్టూ ఒకటి పరిభ్రమించే తారలు సర్వసామాన్యంగా కనిపిస్తాయి. కొన్ని సార్లు అలాంటి జం ట తారల్లో రెం డూ కూడా మన సూర్యుడి కన్నా భారీపై ఉం టాయి.

ఉదాహరణకి ఒకదాని చుట్టూ ఒకటి తిరుగుతున్న అలాంటి రెం డు భారీ జంట తారలని ఊహించుకుందాం. వాటిలో బరువు ఎక్కువగా ఉన్న తారలో ముందుగా ఇంధనం అయిపోయి వ్యాకోచించి, ఎర్ర బృహత్తారగా మారి, చివరికి సూపర్నోవాగా విస్ఫోటం చెందుతుంది.

ఆ సూపర్నోవా దాంట్లోని ద్రవ్యరాశిలో చాలా భాగాన్ని బయటికి ఎగజిమ్ముతుంది. కొన్ని సార్లు అలాంటి విస్ఫోటం లోంచి బయటికి విసరివేయబడ్డ పదార్థం రెం డో తార మీద పడుతుంది. అప్పుడది మునుపటి కన్నా బరువెక్కుతుంది.

నల్లబిలం, దాని పెనిమిటి తార – రెం డూ ఒకదాని చుట్టూ ఒకటి తిరుగుతూ ఉం టాయి. మునుపటి కన్నా పెద్దదైన పెనిమిటి తార ఇప్పుడు వ్యాకోచించి, ఎర్ర బ్రుహత్తారగా మారుతుంది.

ఈ కొ త్త ఎర్ర బ్రుహత్తార యొక్క పైపొరల్లో ఉం డే పదార్థం, నల్లబిలానికి అభిముఖంగా ఉండే భాగంలోని పదార్థం, తరంగ ప్రభావం చేత నల్లబిలం వైపు ఆకర్షింపబడుతుంది. ఎర్ర బ్రుహత్తార నుండి నల్లబిలం లోకి పదార్థం ప్రవహిస్తుంది. ఆ ప్రవాహం నుండి హెచ్చు మోతాదులో ఎక్స్-రేలు వెలువడతాయి.

ఈ తంతు కొన్ని వేల ఏళ్ల పాటు సాగుతుంది. అది జరిగినంత కాలమూ ఎక్స్-రేలు అంతరిక్షంలో నలుదిశలా వెలువరించబడతాయి.

కనుక భూమి మీద ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు ఆకాశంలో ఎక్స్-రేలు ఎక్కణ్ణుంచి వస్తున్నాయా అని జగ్రత్తగా గమనించాలి. ఎక్స్-రేలు ఒక్ చిన్న బిందువు నుండి పుడుతున్నాయం టే అది పతనం చెందుతున్న తార నుండి అం టే ఓ న్యూట్రాన్ తార నుండి లేదా ఓ నల్లబిలం నుండి కావచ్చు.

అది న్యూట్రాన్ తారే అయితే తార గిరగిర తిరుగుతుండగా దాని నుండి ఎక్స్-రే స్పందనలు అధిక వేగంతో వెలువడుతూ ఉం టాయి. అది నల్లబిలమే అయితే ఎక్స్-రేలు వెలువడుతూనే ఉం టాయి. ఎక్స్-రేలు నల్లబిలంలో పుట్టవు. నల్లబిలంలో పడిపోతున్న పదార్థం నుండి పుడతాయి. నల్లబిలమే అయితే ఎక్స్-రే మోతాదులో హెచ్చుతగ్గులు కనిపిస్తాయి. ఎందుకంటే అం దులో పడే పదార్థం ఒకసారి ఎక్కువ మరో సారి తక్కువ కావచ్చు.

ఆకాశంలో కనిపించిన ప్రప్రథమ ఎక్స్-రే మూలాలలో ఒకటి సిగ్నస్ రాశి లో 1965లో కనిపించింది. అది చాలా బలమైన మూలం. దానికి సిగ్నస్ ఎక్స్-1 అని పేరు పెట్టారు. రెండేళ్ల తరువాత మొట్టమొదటి సారిగా పల్సార్లు కనుగొనబడ్డాక సిగ్నస్ ఏక్స్-1 కూడా పల్సారేనేమో అన్న అనుమానం ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి కలిగింది.

ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు అప్పుడప్పుడే ఎక్స్-రే మూలాల గురించి తెలుసుకుం టున్నారు. కనుక విషయాన్ని తేల్చి చెప్పడానికి తగినంత సమాచారం లేకపోయింది.

1969లో ఎక్స్-రేలని కనుక్కోవడానికి ఓ ప్రత్యేక ఉపగ్రహాన్ని అంతరిక్షాన్ని ఆకాశంలోకి పంపారు. ఆ ఉపగ్రహం 161 ఎక్స్-రే మూలాలని పట్టుకుంది. ఒక్కసారిగా అంత సమాచారం దొరికేసరికి ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి చేతుల నిండా పని బడింది.

1971లో ఆ ఉపగ్రహంలో ఉన్న పరికరాలు సిగ్నస్ ఎక్స్-1 నుండి వచ్చే కిరణాల తీవ్రత క్రమం లేకుండా మారుతోందని తెలిపాయి. అం టే సిగ్నస్ ఎక్స్-1 ఓ న్యూట్రాన్ తార కాదని అర్థమయ్యింది. అది నల్లబిలమేమో అని ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు ఆలోచించసాగారు.

ఆకాశంలో ఎక్స్-రేలు వచ్చే ప్రాంతాన్ని అధ్యయనం చేసి అదే చోటి నుండి రేడియో తరంగాలు కూడా వస్తున్నాయని కనుక్కున్నారు. ఎక్స్-రేలని, రేడియో తరంగాలని కలుపుకుం టూ ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు అవి వస్తున్న ప్రదేశం యొక్క ఆచూకీని చాలా కచ్చితంగా అంచనా పేయగలిగారు. అది ఓ కనిపించే తారకి దగ్గర్లో ఉం ది. ఖగోళ సమాచార పత్రికలలో ఆ తార హెచ్.డి.-226868 గా నమోదు అయ్యింది.

వాచ్.డి.-226868 చాలా కాంతివిహీనమైన తార. అది పది పేల కాంతి సంవత్సరాల దూరంలో ఉం ది. అం టే సన్నిహితంగా ఉన్న సైరస్ తారకి 1,100 రెట్లు దూరంలో ఉం దన్నమాట.

దూరభారమే కాక వట్టి భారం కూడా ఈ తారకి ఎక్కువే! దీని భారం సూర్యుడి భారానికి 30 రెట్లు ఉం టుంది. పైగా ఈ భారమైన తార ఒం టరి తార కాదు. మరో తార చుట్టూ 5.6 రోజులకి ఒకసారి ప్రదక్షిణ చేస్తూ ఉం టుంది. అం త తక్కువ సమయం లో ప్రదక్షిణ చెయ్యాలంటే ఆ తారలు చాలా దగ్గరదగ్గరగా ఉం డాలి.

ఎక్స్-రేలు వాచ్.డి.-226868 నుండి రావు.   దాని దగ్గర్లోనే ఉం డే మరో చోటి నుండి వస్తున్నాయి. నిజానికి ఎక్స్-రేలు వాచ్.డి.-226868 యొక్క పెనిమిటి తార నుండి, ఏ తార చుట్టూ అయితే అది అహర్నిశమూ పడిగాపులు పడుతూ తిరుగుతోందో ఆ తార నుండి వస్తున్నాయి.

వాచ్.డి.-226868 పరిభ్రమించే పేగాన్ని బట్టి పెనిమిటి తార భారం సూర్యుడి భారానికి 5 నుండి 8 రెట్లు ఉంటుందని ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు అంచనా పేశారు.

కాని పెనిమిటి తార ఉండాల్సిన చోటు పైపు చూస్తే అక్కడ ఏమీ కనిపించదు. సూర్యుడి కన్నా 5 నుండి 8 రెట్లు భారం ఉన్న మామూలు తార అయితే 10,000 కాంతిసంవత్సరాల దూరంలో ఉన్నా టెలిస్కోపుల్లో కనిపిస్తుంది.

కాని కనిపించడం లేదు కనుక అది నిపాతనం చెందిన తార అన్నమాట. తెల్ల మరుగుజ్జు తార, న్యూట్రాన్ తారలు కూడా అం త దూరం నుండి కనిపించవు కాని ఆ రెండు జాతుల తారలూ అం త భారమైనవయితే నిపాతనం చెందకుండా ఉం డలేవు.

ఈ కారణాలన్నీ పరిశీలించగా ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు సిగ్నస్ ఎక్స్–1 నిజంగానే ఓ నల్లబిలం అని నిర్ణయించారు. అది మనం కనుక్కున్న మొట్టమొదటి నల్లబిలం. అలాంటివి ఇంకా ఎన్నో!

తారలు నిపాతనం చెందినప్పుడు నల్లబిలాలు తయారవుతాయని మనకిప్పుడు తెలుసు. కొన్ని నల్లబిలాలు తారల కున్నంత ద్రవ్యరాశితోనే ప్రారంభించి, ఇంకా ఇంకా ద్రవ్యాన్ని కలుపుకుని క్రమంగా వృద్ధి చెంది, నల్లబిలంగా మారుతాయి. అలా కాక చిన్న వస్తువు సైనా తగినంత గట్టిగా నొక్కి కుంచింపజేస్తే అది నల్లబిలంగా మారవచ్చు.

ఎన్నో కోట్ల సంవత్సరాల క్రితం ఓ ఆదిమ విస్ఫోటంలో, బిగ్ బ్యాంగ్ లో, విశ్వం ఆవిర్భవించినప్పుడు సరిగ్గా ఇదే జరిగింది అన్నాడు 1971 లో స్టెఫెన్ హాకింగ్ అనే బ్రిటిష్ శాస్త్రవేత్త. విశ్వ పదార్థం అం తా విస్ఫోటం చెందినప్పుడు అందులో కొంత భాగం ఎం త గట్టిగా నొక్కబడి ఉం టుందంటే ఆ వత్తిడికి చిన్న చిన్న నల్లబిలాలు రూపొంది ఉం డొచ్చు. ఆ నల్లబిలాలలో కొన్నిటికి చిన్న గ్రహాల అం త ద్రవ్యరాశి మాత్రమే ఉండి ఉం డొచ్చు. వాటిని బుల్లి నల్ల బిలాలు అం టారు.

నల్లబిలాలు కూడా ద్రవ్యాన్ని కోల్పోవచ్చునని హాకింగ్ నిరూపించాడు. ష్వార్జ్ చైల్డ్ రేడియస్ కి అవతల నల్లబిలాల గురుత్వాకర్షణలో కొం త భాగం రేణువుల కింద మారుతుంది. ఆ రేణువులు నల్లబిలం నుండి తప్పించుకుపోగలవు. అలా తప్పించుకుపోయే రేణువులు నల్లబిలం నుండి ద్రవ్యాన్ని పట్టుకుపోతున్నాయి. ఆ విధంగా అది ఆవిరైపోతోంది అన్నమాట.

తార అం త భారమున్న పెద్ద నల్లబిలాలలో అవి ఆవిరయ్యే రేటు ఎం త తక్కువగా ఉం టుందంటే నల్లబిలం పూర్తిగా హరించుకుపోవడానికి కొన్ని మిలియన్ల సంవత్సరాలు పడుతుంది. అం త దీర్ఘ కాలంలో అది కోల్పోయే ద్రవ్యం కన్నా గ్రహించే ద్రవ్యం ఎక్కువైతే ఇక చిరంజీవిగా శాశ్వతంగా వర్ధిల్లుతూనే ఉం టుంది!

నల్ల బిలం చిన్నది అవుతున్న కొ లది ఆవిరయ్యే వేగం ఎక్కువవుతూ ఉం టుంది. కొ త్త ద్రవ్యాన్ని కలుపుకునే అవకాశం తక్కువగా ఉం టుంది.

బాగా చిన్న నల్లబిలంలో ద్రవ్యాన్ని తీసుకునే రేటు కన్నా, పొదులుకునే రేటు ఎక్కువగా ఉంటుంది. అది ఇంకా చిన్నదై ఇంకా వేగంగా ఆవిరై చివరికి ఒక విధమైన విస్ఫోటంలో ఎక్స్-రేల కన్నా శక్తివంతమైన గామా కిరణాలని వెలువరిస్తుంది.

15 బిలియన్ల ఏళ్ల క్రితం బిగ్ బ్యాంగ్ లో ఏర్పడ్డ బుల్లి నల్లబిలాలు ఇప్పుడిప్పుడే అదృశ్యమైపోతూ ఉండొచ్చు. అవి పుట్టినప్పుడు ఎం త ఉం డి ఉం టాయో, అవి పేలినప్పుడు వాటి నుండి ఎలాంటి గామా కిరణాలు ఉత్పన్నమవుతాయో అన్నీ హాకింగ్ విపులంగా లెక్కలు వేశాడు.

హాకింగ్ ఊహించినట్టే అలాంటి గామా కిరణాలనే ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు కనుక్కోగలిగితే, బుల్లి నల్లబిలాలు ఒకప్పుడు పుట్టాయనడానికి, ఇప్పటికీ ఉన్నాయనడానికి అది బలమైన సాక్ష్యాధారం అవుతుంది. కాని ఇం తవరకు సరైన గామా కిరణాలు కనుక్కోబడలేదు.

కాని ఏ క్షణంలోనైనా అవి కనుక్కోబడవచ్చు. అదీ గాక సిగ్నస్ ఎక్స్-1 ఉండనే ఉం ది.

త్వరలోనే ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు నల్లబిలాల గురించి మరిన్ని ఆశ్చర్యకరమైన విషయాలు కనుక్కోవచ్చు. ఆ ఆవిష్కరణలతో విశ్వం పుట్టుక గురించి, వికాసం గురించి మన అవగాహన మరింత పరిపూర్ణం కావచ్చు.