కణాలా ? తరంగాలా?

(రెండవ భాగం)

శ్రీమతి చాగంటి కృష్ణ కుమారి

[గత సంచికలో:
అపరిమితమైన స్థితి స్థాపకత, ఊహించడానికి వీలు కానంత సాంద్రత ఈథర్ యానకానికి ఉన్నాయని, అది విశ్వమంతా వ్యాపించి ఉందని హైగెన్స్ కల్పించాడు. ఈథర్ కి అతను ఆపాదించిన ఈ ధర్మాలు చాలా చిత్రమైనవి. పరస్పర విరుద్ధమైనవి. అతని ఈ ఊహకు ఆధారం లేదు.]

విశ్వంలో నక్షత్రానికి, నక్షత్రానికి మధ్య వ్యాపించి ఉంది అని అనుకుంటున్న ఈ ఈథర్ అనే పదార్థపు ఉనికిని ఋజువు చేయాల్సిన అవసరం శాస్త్రజ్ఞులకు ఏర్పడింది. అమెరికాకు చెందిన ఆల్బర్ట్ మైకల్సన్ కు ఒక ఊహ తట్టింది.

విశ్వమంతా వ్యాపించి ఉంది అని అనుకుంటున్న ఈథర్ విశ్వంలో స్థిరంగా ఉన్నట్లయితే, భూమి సూర్యుని చుట్టూ తిరుగుతోంది కనుక, అలా తిరుగుతున్నప్పుడు ఈథర్ పదార్థం ఉండటం వల్ల కొంత నిరోధకానికి (రెసిస్టెన్స్) గురి అయ్యి తద్వారా ఒక రకమైన ప్రవాహాన్ని సూచించాలి. ఈ ప్రవాహంతో పాటు ప్రయాణించే కాంతి కిరణ వేగంతో పోల్చినప్పుడు ప్రవాహానికి ఎదురీదుతూ పోయే కాంతి కిరణ వేగంలో తగ్గుదల కనిపించాలి.

1881 లో మైకల్సన్ ''ఇంటర్ఫెరో మీటర్''అనే పరికరాన్ని రూపొందించాడు. ఈ పరికరం ఒక కాంతి కిరణాన్ని పరస్పరం లంబ దిశలుగా ప్రసరించే కిరణాలుగా చీల్చి, తరువాత ఆ చీలికలను తిరిగి కలుపుతూ, ఆ రెండు కిరణ చీలికల వేగాలలో గల తేడాను కచ్చితంగా కొలుస్తుంది. ఈథర్ యానకం గాని ఉన్నట్లయితే ఈ చీలికల వేగాలలో తేడా కనిపించాలి. కానీ ప్రయోగంలో కాంతి చీలికల వేగాలలో తేడా ఏమీ లేనట్టుగా ఫలితాలు వచ్చాయి. అందువల్ల ఈథర్ యానకం ఉందనడానికి ఋజువు దొరకలేదు.

మరి, యానకం లేకుండా ఈ విశ్వంలో కాంతి తరంగ ప్రసారం ఎలా జరుగుతోంది? ఈ చిక్కు ముడిని ఎలా విప్పాలి?

మైకల్సన్ 1887 లో ఎడ్వర్డ్ మోర్లీతో కలిసి అమెరికాలో ఒహాయో రాష్ట్రంలోని క్లీవ్ లాండ్ పట్టణంలో మరో పరీక్ష చేశాడు. ఈ సారి ఉపయోగించిన పరికరాన్ని మరింతగా మెరుగుపరిచాడు. ఎక్కడా ప్రయోగంలో దోషాలు దొర్లేందుకు అవకాశం లేకుండా జాగ్రత్తలు తీసుకొని, చాలా కచ్చితమైన కొలతలు కొలవడానికి వీలు కల్పించుకున్నారు. ఈ సారి చేసే ప్రయోగం వల్ల తప్పనిసరిగా కాంతి కిరణ చీలికల వేగాల్లో తేడా ఉంటుందని, ఈథర్ యానకం ఉందని చెప్పేందుకు తప్పనిసరిగా ఋజువు దొరుకుతుందని భావించారు.

ఈ ప్రయోగంలో ఈథర్ ఉన్నదని నిరూపించాలని ఎందుకు అనుకున్నారంటే వాళ్ళు కాంతి ఒక తరంగ రూపంలో ప్రసరిస్తుందని నమ్మారు. దానికి ఆధారం అంతకు ముందు జేమ్స్ క్లార్క్ మాక్స్వెల్ విద్యుత్ క్షేత్రాలని, అయస్కాంత క్షేత్రాలని దృశా శాస్త్రంతో (optics) ముడిపెడుతూ గణిత శాస్త్ర సమీకరణాలను ఉత్పాదించాడు. కాంతి తరంగాలు విద్యుదయస్కాంత తరంగాలని చెప్పి ఉన్నాడు. వారికి తెలిసినంత వరకూ, ఈ తరంగ ప్రసారానికి ఒక యానకం అంటే మీడియం ఉండాలి. ఈథర్ ను నీటి ప్రవాహంతో పోలిస్తే, కాంతి ఆ ప్రవాహంలో ఈదుతున్న ఒక వ్యక్తివంటిదన్నమాట.

కానీ ఈసారి కూడా కాంతి చీలికల వేగాలలో ఏమీ మార్పు కనబడలేదు. కాంతి వేగం స్థిరంగా ఉంది. వీరి ప్రయోగం కాంతి వేగం ఒక స్థిరరాశి అనే విషయాన్ని వెల్లడించింది. వీరు ఈథర్ గురించి, ఈథర్ ధర్మాల గురించి అధ్యయనం చెయ్యాలని పరిశోధన ప్రారంభించి, చివరకు ఈథర్ అనే యానకం లేదని నిరూపించారు. విజ్ఞాన శాస్త్ర చరిత్రలో "మైకల్సన్ మోర్లీ" ప్రయోగము విఫలమైన ప్రయోగంగా ప్రఖ్యాతి పొందింది.

మైకల్సన్ చాలా జాగ్రత్తగా నిశితంగా క్షుణ్ణంగా ప్రయోగాలు నిర్వహించే భౌతిక శాస్త్రజ్ఞునిగా బాగా పేరున్నవాడు. మైకల్సన్ రూపొందించినటువంటి చాలా దృశా శాస్త్ర పరికరాలు ఈనాటికి కూడా అనేక రంగాలలో వినియోగింపబడుతున్నాయి. మైకల్సన్ కి 1907 లో నోబుల్ బహుమానం కూడా లభించింది.

నిజానికి వైఫల్యాలు ఎప్పుడు కూడా సైన్సులో గాని, ఎక్కడైనా గాని అవి తదుపరి లభించే నూతన ఆవిష్కరణలకి పునాది రాళ్ళవుతూ ఉంటాయి.

* * *

మాక్స్ వెల్ తన ప్రతిపాదనకు ఓయర్ స్టెడ్, మైఖల్ ఫారడే ల విద్యుత్ శాస్త్ర పరిశోధనలను ఆధారంగా చేసుకొన్నాడు. ఆయన గణిత శాస్త్ర రీత్యా మొదట ఇరవై సమీకరణాలను, తర్వాత వాటిని కుదించి ఎనిమిది సమీకరణాలుగానూ ఉత్పాదించాడు. తరువాత కాలంలో గిబ్స్ వృద్ధి చేసిన వెక్టర్ ఆల్జీబ్రా సాయంతో అవి కేవలం నాలుగు సమీకరణాలుగా మరింత కుదించబడ్డాయి. ఊహించడానికి కూడా వీలుకాని పద్ధతిలో దృశా శాస్త్రాన్ని (optics) విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రాలతో ముడి పెట్టి కాంతి తరంగాలు విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు అనీ, అవి కాంతి వేగంతో ప్రసరిస్తాయి అనీ నిరూపించాడు.

ఈయన సిద్ధాంతం ప్రకారం కాంతి తరంగాలు తిర్యక్ తరంగాలై ఈథర్ యానకానికి స్థాన భ్రంశ ప్రవాహమేర్పడడానికి అవసరమైన పారా విద్యుతికంగానే, మాక్స్వెల్ భావించాడు. అందుచేత హైగన్స్ ఆపాదించిన విచిత్ర ధర్మాలవల్ల ఉత్పన్నమైన సమస్యలన్నీ తీరిపోయాయి. మ్యాక్స్వెల్ సిద్ధాంతం అందరికీ అంగీకార యోగ్యమైంది.

ఇక కాంతి రూపంలోనే కాక, ఇతర రూపాలలో కూడా విద్యు దయస్కాంత తరంగాలను ప్రయోగశాలలో సృజించడం సాధ్య పడాలి కదా. 1887 లో హెర్ట్స్ (Hertz) ప్రయోగశాలలో విద్యుదయస్కాంత తరంగ ప్రసారాన్ని సృజించి మ్యాక్స్వెల్ ప్రతిపాదనను బుజువుచేశాడు. రేడియో తరంగాలు మొదలుకొని, పరారుణ తరంగాలు,

దృగ్గోచర కాంతికిరణాలు, ఎక్స్ కిరణాలు, గామా కిరణాలు, ఇవన్నీ కూడా ఒకే కుటుంబానికి చెందిన విద్యుదయస్కాంత తరంగాలేనని ఋజువైంది.

విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటంలో కంటికి కనబడే వెలుగు ఒక స్వల్పమైన భాగము. తెల్లని కాంతిలో మిశ్రితమై ఉన్న రంగులను మాత్రమే చూసే సున్నితమైన శక్తి మానవ నేత్రాలకు ఉంది. కనుక అవే కనిపిస్తాయి. మిగిలిన విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు మన కంటికి కనిపించవు. అయితే పరారుణ తరంగాలను స్పర్శ తో గుర్తించగలుగుతాము. పరారుణ వికిరణాన్ని “ఉష్ణ వికిరణం”అని కూడా అంటారు .

సూర్యుని నుండి వెలుగుతో పాటు వేడి కూడా వస్తుంది. సూర్యగ్రహణ సమయంలో వెలుతురుతో పాటు, వేడి కూడా ఆగిపోతుంది. ఒక వస్తువును వేడి చేస్తే దాని నుండి “ఉష్ణం”వెలువడుతుంది, కాంతి వెలువడుతుంది. పదార్థాలని వేడిచేస్తే ఉద్గారమయ్యే వికిరణాన్ని “ఉష్ణ వికిరణం”అంటారు.

పదార్థాన్ని వేడిచేసిన కొద్దీ అది ఎక్కువ ప్రకాశవంతమవుతూ ఉంటుంది. ఉద్గారమయ్యే వికిరణపు రంగుకుడా మారుతుంది. ఒక అనుభవజ్ఞుడైన ఉక్కు పనివాడు వేడిగా ఉన్న ఉక్కు ఉద్గారం చేసే వికిరణం రంగును బట్టి దాని ఉష్ణోగ్రతను సరిగ్గానే చెప్పగలుగుతాడు. ”క్రిమ్సన్”కలర్ లోఉంటే ఉష్ణోగ్రత 500 డిగ్రీల సెంటీ గ్రేడ్ అంటాడు. పసుపు ఉంటే 800 డిగ్రీల సెంటీ గ్రేడ్ ఉంటుంది అంటాడు. తెల్లని కాంతి వెలువరిస్తున్న సమయం వచ్చేసరికి ఉష్ణోగ్రత 1000 డిగ్రీల సెంటీ గ్రేడ్ అని చెబుతాడు.

అందుచేత వస్తువు ఉష్ణోగ్రతకి, అది ఉద్గారం చేసే వికిరణ అలపొడవుకు, అంటే రంగుకి, గల సంబంధాన్ని అధ్యయనం చెయ్యడానికి శాస్త్రజ్ఞులు పూనుకున్నారు. ఈ విషయంలో యోసెఫ్ స్టెఫాన్, విల్హెల్మ్ వీన్ లు రెండు సూత్రాలను విధి విడిగా ప్రతిపాదించారు. అవి నిజమని ఋజువయ్యాయి.

అప్పుడు ఆ రెండు సూత్రాలను కలిపి ఒకే సూత్రంగా రాలి, జేమ్స్ జీన్స్ లు ప్రతిపాదించారు.

వేడి వస్తువు యొక్క వికిరణ తీక్షణత ఆ వస్తువు పరమఉష్ణోగ్రత అనులోమ అనుపాతంలోనూ, అలపొడవు నాలుగవ ఘాతానికి విలోమానంగాను వుంటుందని వీరు సూత్రీకరించారు.

ఆకుపచ్చ, ఎరుపు వంటి కంటికి కనిపించే వర్ణపట భాగాలలోనూ, అంతకంటే ఎక్కువ అలపొడవు గల విద్యుదయస్కాంత అలపొడవుల అవధిలోనూ ఈ సూత్రం ప్రయోగ ఫలితాలతో ఏకీభవించింది. కానీ నీలలోహిత, అతి నీలలోహిత తరంగాలకు అంతకంటే తక్కువ అలపొడవుల విషయంలో ఈ సూత్రం విఫలం అయ్యింది.

ఈ సూత్రం ప్రకారం తక్కువ అలపొడవుల దగ్గర వికిరణ శక్తి గరిష్ఠ స్థాయి చేరుకోవాలి. ఇదే కనక నిజమైతే వికిరణపు అల పొడవు తగ్గినకొద్దీ వస్తువు నుండి ఉద్గారమయ్యే శక్తి అనంతమవుతూ పోతుంది. అంటే అవధి లేని పరిస్థితి (నిరవధికత) సాధ్యపడాలి. ఒక నక్షత్రం నుండి ఒక సెకను కాలంలో వస్తున్న తరంగాల సంఖ్యకు ఒక హద్దు అనేది లేకుండా పోవాలి. అంటే నక్షత్రం నుండి ఉద్గారమయ్యే శక్తి అనంతం కావాలి. ఇది అసంబద్ధం, అసంభవం.

ఈ విధంగా ఉష్ణ వికిరణ స్వభావాన్ని వివరించడంలో రాలి, జీన్స్ ఇద్దరూ విఫలమయ్యారు. ఈ వైఫల్యాన్ని భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు హ్రస్వ అలపొడవుల దగ్గర ఉపద్రవం లేదా అతి నీల లోహిత విపత్తుగా (ultraviolet catastrophe) అభివర్ణించారు. అప్పట్లో వారు దానిని ప్రత్యేక సూత్రానికి వచ్చిన విపత్తుగా మాత్రమే భావించారు. కానీ అది సాంప్రదాయ భౌతిక శాస్త్ర సిద్ధాంతాలకు, భావనలకు వచ్చిన విపత్తు. ఈ విపత్తులో సాంప్రదాయిక భావనల పునాదులు కదిలిపోనారంభించాయి. ఈ విపత్తే అపురూపమైన ఆధునిక భావనలకు, క్వాంటమ్ భావనకు పునాది అయ్యింది.

(తరువాయి భాగం వచ్చే సంచికలో)

* * *

శ్రీమతి డా. కృష్ణకుమారి గారు కొత్తగూడెం సింగరేణి మహిళా కళాశాలలో రసాయన శాస్త్రాన్ని ఇంగ్లీషు, తెలుగు మాధ్యమాలలో బోధించారు. గారు ప్రముఖ రచయిత్రి, ఉపన్యాసకురాలు, పరిశోధకురాలు, అనువాదకురాలు. రసాయన శాస్త్ర పుస్తక, పదకోశాల తయారీలో, పాఠ్య పుస్తక రచనలోనూ, జనరంజక వైజ్ఞానిక రచయిత్రిగా, వ్యాఖ్యాత గా వీరికి విశేష అనుభవం ఉంది.

***

ఎప్పటిలాగే మాకు మీ అభిప్రాయాలను తెలియజేస్తారని ఆశిస్తున్నాం.

***

విజ్ఞాన భారతి తరువాయి సంచిక విడుదల తేదీ నవంబరు 1, 2026
మీ వ్యాసాలు పంపవలసిన గడువు తేదీ సెప్టెంబరు 30, 2026

మా చిరునామా: teluguvbharati@gmail.com
(మధ్యలో v ఉంది సుమా!)

***

అన్ని సంచికలు చదవడానికి
https://www.vbharati.com
సందర్శించండి.

ధన్యవాదాలు.

***