కణాలా ? తరంగాలా?

(మొదటి భాగం)

శ్రీమతి చాగంటి కృష్ణ కుమారి

కణాలా ? తరంగాలా? అన్నది ప్రాథమిక మీమాంస. దీని నుండి పుట్టిన క్వాంటమ్ శాస్త్రము యొక్క ఆవిర్భావపు కథ. 1997 జనవరి ఫిబ్రవరి నెలలలో మిసిమి మాస పత్రికలో "కణాలు, తరంగాలు, తరంగణాలు, క్వాంటంలు" అనే శీర్షికతో ఈ వ్యాసం కొంత ప్రచురించబడింది. క్వాంటం సిద్ధాంతపు ఆవిష్కరణలకు దాదాపు వందేళ్లు నిండిన సందర్భంగా రచయిత్రి ఆ వ్యాసానికి చేసిన మార్పులు, చేర్పులతో ఇప్పుడు మళ్లీ ధారావాహికంగా ప్రచురించబడుతుంది. (సం)

రాత్రి ఉన్నట్టుండి లైట్లు అన్నీ ఆరిపోయాయి. అంతా చీకటి,చిమ్మ చీకటి. రెండు కళ్ళూ ఆరోగ్యంగానే ఉన్నప్పటికి ఆ చీకట్లో కనులు పొడుచుకు చూసినా ఏమీ కనిపించట్లేదు. అగ్గిపుల్ల గీయాలి, కొవ్వొత్తి వెలిగించాలి. ప్రమిదను తెచ్చి, వత్తి వేసి, నూనె పోసి వెలిగించాలి. టార్చిలైటు అందుబాటులో వుంటే ఆన్ చెయ్యాలి. లేదూ, చీకట్లోనే కరెంటు వచ్చే దాకా కూర్చోవాలి. మిణుగురు ఒకటి గదిలోకి ప్రవేశించి ఎగురుతూ ఉంది. ఎగురుతున్న ఆ మిణుగురు యొక్క రవ్వంత వెలుగూ ఒకరి ముఖం ఒకరికి కనిపించడానికి చాలటం లేదు.

ఒక పెద్ద గాజు సీసాలో సగానికి మిణుగురులను పట్టి, మూతపెట్టి గదిలో టేబుల్ పైన పెట్టుకుంటేనో? దేన్ని చూడాలన్నా కనులూ కావాలి, కాంతీ కావాలి. సూర్యుని నుండి, చంద్రుని నుండి, నక్షత్రాల నుండి, విద్యుత్ దీపాల నుండి, బాణాసంచా ప్రదర్శనల నుండి, కొవ్వొత్తుల నుండి, మిణుగురుల నుండి, దూసుకు వస్తున్న చిత్రాతి చిత్రమైన ఈ వెలుగు ఏమిటి? ఏముంది ఈ వెలుగులో ? ఆకాశంలో రంగులు మారిపోతూ ఉంటాయి. ఎన్ని రంగులు?ఈ ప్రకృతిలో ఎన్నెన్ని రంగులు? ఏమిటీ రంగులు ? ఎక్కడ నుంచి వస్తోంది రంగు? ఆకాశంలో విరిసిన హరివిల్లుని చూసినా, గాలిలో ఎగురుతున్న సబ్బునీటి బుడగలలో నాట్య ప్రదర్శనలిస్తున్న రంగులను చూసినా, పిల్లలే అన్న మాటేమిటి, పెద్దలకీ ఉల్లాసమే !

అమావాస్య నాడు ఓ చక్కని విద్యుత్ దీపాలంకృత కట్టడం పక్కనే ఉన్న స్నాన వాటికలో తలక్రిందులు అవుతుంది. ఓ పున్నమి రాత్రిలో నిశ్చలంగా ఉన్న నేలబావి నీటిలోకి తొంగి చూస్తే ఆకాశంలో వున్నంత స్పష్టంగానూ, నీటిలో కూడా చంద్రుడు స్పష్టంగా కనిపిస్తాడు. గురి చూసి ఒక చిన్న గులకరాయి విసిరితే వంకరలు పోతాడు.

ఓ సాయంత్రం సూర్యాస్తమయానికి ముందు ఓ జంట మోటారు సైకిల్ పై పోతూ ఉంటే వారి దారికెదురుగా సూర్యుడు వస్తాడు. భర్త డ్రైవ్ చెయ్యడం లో ఇబ్బంది పడుతూ మెల్లకన్ను పెట్టి, ఓ పక్కవాటుగా చూడటానికి ప్రయత్నిస్తే, భార్య కళ్ళు చిట్లించు కుంటూ కాసేపు కళ్ళు మూసుకుంటుంది. ఆ అనుభవం తర్వాత ధ్రువణ కటకం అమర్చిన చలువ కళ్లద్దాలను (సన్ గ్లాసెస్ విత్ పోలరైజింగ్ లెన్సెస్) భర్తకు బహుమానంగా ఇస్తుంది.

వెలుగు లేనిదే జీవం లేదు. జీవనానికి రంగు లేదు. ఇంతగా మనకి అత్యవసరమైన ఈ కాంతి ఏమై ఉంటుంది? ఈ ప్రశ్న కొన్ని శతాబ్దాల పాటు మనిషిని వేధించింది. తెలుసుకోవాలనే కుతూహలాన్ని రేపుతూ సరియైన సమాధానం దొరకక దొరికిన సమాధానం తృప్తినీయక మనిషిని కలవరపెడుతూనే ఉంది.

కాంతి అంటే ఏమిటో తెలుసుకోవాలనే ప్రయత్నంలో శాస్త్రజ్ఞులు కాంతి ప్రవర్తనను అధ్యయనం చెయ్యటం మొదలు పెట్టారు. 17 వ శతాబ్దం నడిమి నాటికి కాంతికి సంబంధించిన కొన్ని ప్రయోగ ఫలితాలను సేకరించారు. కొన్ని సూత్రాలకు లోబడి కాంతి ప్రవర్తిస్తుందని తెలుసుకున్నారు.

ఆ కాలంలో కాంతి స్వభావం గురించి రెండు సిద్ధాంతాలు ఒకేసారి ప్రచారంలోకి వచ్చాయి. కాంతి జనక వస్తువు నుండి కోట్ల కొలది సూక్ష్మాతి సూక్ష్మ కణాలు వెలువడి కంటిపైన పడి మన దృష్టిని ప్రేరేపిస్తాయి అన్నాడు న్యూటన్. కాంతి జనక వస్తువు నుండి వెలువడిన శక్తి ఈథర్ అనే విశ్వవ్యాప్తమైన యానకంలో గోళాకార తరంగాలను సృజిస్తుంది. ఈ తరంగాలు మన కంటిని చేరినప్పుడు ఆ వస్తువును చూస్తున్న జ్ఞానం మనకు కలుగుతుంది అన్నాడు హైగెన్స్ (Huygens). న్యూటన్ కాంతి కణ సిద్ధాంతం, పరావర్తనాన్ని (రిఫ్లెక్షన్) వక్రీభవనాన్ని (రిఫ్రాక్షన్) వివరించింది. కానీ పరావర్తనము వక్రీభవనము ఒకసారి జరగటాన్ని వివరించ లేకపోయింది. హైగెన్స్ న్యూటనుకు సమకాలీనుడే. ఇతను తన తరంగ సిద్ధాంతము ఆధారంగా పరావర్తన వక్రీభవనాలు ఏక కాలమందే జరగటాన్ని విశదీకరించగలిగాడు.

సబ్బు నీటి బుడగలలో కనిపించే రంగులను చూసి ప్రేరితుడై న్యూటను ఆ విషయం పై ప్రయోగాలు చేశాడు. అతనికి తన ప్రయోగంలో రంగు రంగుల ఏక కేంద్ర వలయ శ్రేణి కనిపించింది. ప్రయోగంలో ఏకవర్ణ కాంతిని ఉపయోగిస్తే కాంతివంతమైనవి కాంతిహీనమైనవి అయిన ఈ వలయాలు ఏకాంతరంగా కనిపించాయి. ఒక విధమైన ఆవర్తిత ధర్మము కాంతికి ఉండవచ్చుననే సత్యాన్ని ఈ వలయాలు సూచిస్తున్నాయి అని న్యూటను అనుకున్నాడు. కానీ అతనికి తన కణ సిద్ధాంతం పై గాఢ నమ్మకం ఉంది. కణ సిద్ధాంతాన్ని వదులుకోవడానికి ఇష్టమని న్యూటను తాను పరిశీలించిన న్యూటను వలయాలను వివరించడానికి కాంతి కణాలు పంపిస్తూ ఉంటాయని లేదా వాటి చలనాన్ని యానకంలో తరంగాలు అదుపులో ఉంచుతాయని ఒక కొత్త ప్రతిపాదన చేశారు.

17 వ శతాబ్ధం లోనే బార్థోలినస్ స్ఫటికాలలో చేసిన ప్రయోగాల ఫలితంగా ద్వి వక్రీభవనాన్ని కనుగొన్నాడు. కాంతికి ఏకపార్శ్వత ఉంటుందని వ్యాఖ్యానిస్తూ న్యూటను తన కణ సిద్ధాంతం ఆధారంగా ద్వి వక్రీభవనాన్ని వివరించాడు. ఏక పార్శ్వతనే ప్రస్తుతం ధ్రువణం అంటున్నాం. ఏకపార్శ్వత లక్షణాన్ని హైగన్స్ తరంగ సిద్ధాంతం ప్రకారం వివరించడం సాధ్యపడదు.

తరంగ సిద్దాంతాన్ని తోసి పుచ్చడానికి తన కణ సిద్ధాంతాన్ని సమర్థించుకోవడానికి న్యూటను ద్వి వక్రీభవనాన్ని చక్కగా వాడుకున్నాడు. కాంతి కణము అనే భావనను వదులుకోవటానికి ఇష్టపడక పోయినా కాంతికి తరంగ స్వభావము కూడా ఉండవచ్చుననే శంక న్యూటనుకు ఉంది. తానే పరిశీలించిన న్యూటను వలయాలకు సరైన వివరణ లభించలేదు కదా. కానీ న్యూటన్ అనుయాయులకు శిష్యులకు కణ సిద్ధాంతం పై ఏ మాత్రం సందేహం లేదు. వారికి న్యూటన్ పై గల విశ్వాసం గౌరవం అటువంటివి. ఆ రోజుల్లో న్యూటన్ కి గల ప్రతిభ, ప్రఖ్యాతి, తరంగ సిద్దాంతాన్ని నెగ్గనీయలేదు. కణ సిద్ధాంతమే ఆధిక్యతలో ఉండేది. కౌతుకాత్మకమైన న్యూటన్ వలయాలు శాస్త్రజ్ఞులు అందరిని ఆకర్షించటమే కాక అవి వారికి ఒక చిక్కు ప్రశ్నలా తయారయ్యాయి. న్యూటను చనిపోయిన 75 సంవత్సరాల వరకు కూడా న్యూటన్ వలయాలకు సరైన వివరణ లభించలేదు.

పలుచని పొరలలో కనిపించే రంగులను అధ్యయనం చేస్తూ యంగ్ తన తరంగ సిద్దాంతాన్ని పునరుద్ధరించాడు. వ్యతికిరణం లేదా జోక్యం (ఇంటర్ ఫియరెన్స్ అనే కాంతి ధర్మాన్ని ప్రతిపాదించి ఆ రంగులను వివరించాడు. న్యూటను వలయాలకు ఆమోదయోగ్యమైన వివరణ ఇచ్చాడు. దాంతో తరంగ వాదం మళ్ళీ వెలుగులోకి వచ్చింది. తరంగ వాదాన్ని వైజ్ఞానిక లోకమంతా ఏకగ్రీవంగా ఆమోదించక పోయినప్పటికీ కణ సిద్ధాంతం ప్రభావం సన్నగిల్లనారంభించింది.

ఈ విధంగా 17 వ శతాబ్దం నుండి 19వ శతాబ్దం వరకు శాస్త్రజ్ఞుల మధ్య కాంతి విషయంలో వాదోపవాదాలు జరుగుతూనే ఉండేవి. న్యూటను వర్గీయులనీ హైగెన్స్ వర్గీయులనీ శాస్త్రజ్ఞులు రెండుగా చీలిపోయారు. కాంతి కణ రూపమని న్యూటను వర్గం వారు; కాదు తరంగ రూపమని హైగెన్స్ వర్గీయులు; కాదు కాక కాదు, కణాలే అంటూ మధ్య వారు, మేము అంగీకరించము తరంగాలే అని రెండవ వర్గం వారు, ఎవరి ఆధారాలు వారు చూపుతూ వాగ్యుద్ధాలు చేస్తుండగా 19వ శతాబ్దంలో తరంగ వాదం బలాన్ని పుంజుకుంది.

న్యూటను కాలంలోనే గ్రిమాల్డి (grimaldi) నీడలపై ప్రయోగాలు చేశాడు. నీడల అంచులు పదునుగా ఉండవు. కొసల దగ్గర పొగ లేచి పోతున్నట్టుగా ఉంటాయి. కొసల దగ్గర కాంతి క్రమేణా జాలువారుతున్నట్టు ఉంటుంది. ఛాయను సూక్ష్మదర్శినితో జాగ్రత్తగా పరిశీలిస్తే అది పూర్తిగా అంధకారంగా ఉండకుండా అంచు దగ్గర రెండు మూడు వర్ణ పట్టికలు కనిపిస్తాయి. కాంతి యొక్క ఈ ధర్మాన్ని గ్రిమాల్డి వివర్తనం (diffraction) అన్నాడు. ఫ్రెనెల్ నీడల కొసల దగ్గర కనిపించే వర్ణపట్టికలను వ్యతికరణం / జోక్యం (ఇంటర్ఫియరెన్స్) ప్రాతిపదికగా సమర్థించి వైజ్ఞానిక లోక ఆమోదాన్ని పొందాడు. దాంతో తరంగ సిద్ధాంతానికి మరింత బలం చేకూరింది.

ఇంతదాకా శాస్త్రజ్ఞులంతా కాంతి తరంగాలను "అనుదైర్ఘ్య తరంగాలు" (longitudinal waves) అనుకుంటూ వచ్చారు. 1808 లో మాలూస్ మామూలు దర్పణాల మీద పరావర్తనం చెందిన కాంతి కిరణాలు కూడా కొన్ని పరిస్థితులలో ధ్రువణం చెందుతాయని కనుక్కున్నాడు. అప్పటి నుండి యంగ్, ఫ్రెనెల్ ఇద్దరూ ధ్రువణం పై విస్తృత పరిశోధనలు చేసి కాంతి తరంగాలు తిర్యక్ తరంగాలై (transverse waves) ఉండాలని నిర్ధారణకు వచ్చారు. ధ్రువణాన్ని వివరించటంలో కాంతి తిర్యక్ తరంగాలుగా ప్రసరిస్తుందనే సిద్ధాంతం విజయం పొందింది. తరంగ సిద్ధాంతం పునాదులు ఇంకా గట్టి పడనారంభించాయి. 1850 లో ఫూకో (foucault) కాంతివేగాన్ని ప్రయోగ పూర్వకంగా నిర్ణయించడం కూడా అప్పటి రోజుల్లో తరంగ సిద్దాంతాన్ని శాస్త్రజ్ఞులు ఆమోదించడానికి కొంత కారణమైంది. న్యూటను కణ సిద్ధాంతం తెరమరుగైంది.

ఇంతవరకు అందరూ కాంతి స్వభావాన్ని వర్ణిస్తూ, దాని ప్రవర్తనా రీతులను వివరించే ప్రయత్నం చేశారే తప్ప అసలు, "కాంతి అంటే ఏమిటి ?" అనే ప్రశ్నకు సమాధానం రాబట్టలేదు. అదీ కాక తరంగ వాదంలో కూడా ఒక అవరోధం ఉంది. 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.

(తరువాయి భాగం వచ్చే సంచికలో)

* * *

శ్రీమతి డా. కృష్ణ కుమారి గారు ప్రముఖ రచయిత్రి, ఉపన్యాసకురాలు, పరిశోధకురాలు, అనువాదకురాలు. వీరికి వైజ్ఞానిక సాహిత్య రచనలో, విజ్ఞాన శాస్త్ర పరిజ్ఞాన వ్యాప్తిలో విశేష అనుభవం ఉంది. 36 సంవత్సరాలు కొత్తగూడెం సింగరేణి మహిళా కళాశాలలో రసాయన శాస్త్ర విభాగ అధ్యక్షురాలు, ఆచార్యులు. రసాయన శాస్త్రాన్ని ఇంగ్లీషు, తెలుగు మాధ్యమాలలో బోధించారు.

రసాయన శాస్త్ర పుస్తక, పదకోశాల తయారీలో, పాఠ్య పుస్తక రచనలోనూ, జన రంజక వైజ్ఞానిక రచయిత్రిగా, వ్యాఖ్యాత గా వీరికి విశేష అనుభవం ఉంది. వీరి ప్రచురించబడిన రచనలు: లోహజగత్తు, వైజ్ఞానిక జగత్తు, రసాయన జగత్తు, మేధోమహిళ, భూమ్యాకర్షణకి దూరంగా, దూరదూరంగా సుదూరంగా, వై జ్ఞానిక రూపకాలు, జీవన యానంలో రసాయనాలు, వీరీవీరీ గుమ్మడిపండు వీరి పేరేమి, మూర్తిమంతమాయె మూలకమ్ము. ఇంకా పది పుస్తకాలు ప్రచురణ కావలసి ఉంది. వీరు నిర్వహిస్తున్న స్వీయ యూట్యూబు ఛానల్ @chagantykrishnakumari లో స్వీయకంఠంలో చదివిన చాసో గారి కథలను, తమ సొంత వైజ్ఞానిక ప్రసంగాలనూ పొందుపరిచి సైన్సును తెలుగులో జనరంజనం చేయడానికి పాటుపడుతున్నారు.

***

ఈ సంచిక పై మీ అభిప్రాయం తెలియజేయండి.

ఈ పత్రికను మీరు చదివి ఇతరులచే చదివించి, మీ అమూల్య రచనలను పంపించి, తప్పొప్పులు తెలిపి బాగోగులు సూచించి మా ప్రయత్నాన్ని ప్రోత్సహిస్తారని ఆశిస్తున్నాం.

***

తర్వాతి సంచిక ఆరవ సెప్టెంబరు 1న.
మీ రచనలను ఆగస్టు 1 లోగా మాకు పంపించండి.

మా ఈమెయిల్ :
telugavbharati@gmail.com

https://www.vbharati.com

ధన్యవాదాలు.

***