ఈనెల ప్రత్యేకవ్యాసం

ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ అంటే ఏమిటి?

రచన: నన్నపనేని నారాయణ రావు

‘ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్’ అంటే ఏమిటి?

నన్నపనేని నారాయణ రావు

ఎడ్వర్డ్ సి. జోర్డన్ ప్రొఫెసర్ ఎమెరిటస్ ఆఫ్ ఎలెక్ట్రికల్ అండ్ కంప్యూటర్ ఇంజనీరింగ్

యూనివర్సిటీ ఆఫ్ ఇల్లినాయ్ ఎట్ అర్బానా-చాంపైన్

అర్బానా, ఇల్లినాయ్, యు. ఎస్. ఏ.

డిష్టింగ్విష్డ్ అమ్రిత ప్రొఫెసర్ ఆఫ్ ఇంజనీరింగ్

అమ్రిత విశ్వ విద్యాలయం, ఎట్టిమడై, కోయంబత్తూరు, తమిళ్ నాడు

Email: nnrao@illinois.edu

1989 సంవత్సరములో నాకు యూనివర్సిటీ ఆఫ్ ఇల్లినాయ్ క్యాంపస్ టీచింగ్ అవార్డును ప్రదానము చేసే సందర్భంలో ఒక వైస్‌ఛ్యాన్సెలర్‌గారు నా గురించి చెప్పుచూ ‘ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్’ అనే పదము వాడే బదులు ‘ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెట్స్’ అని పలికారు. మ్యాగ్నెట్స్‌అంటే అయస్కాంతాలు, వాటిని గురించి అందరికీ తెలిసి ఉండవచ్చు. ‘ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెట్స్’ అంటే విద్యుత్తయస్కాంతాలు, అంటే, విద్యుచ్ఛక్తి మూలముగా పని చేసే అయస్కాంతాలు. ఆ పదములో అంతకంటే వేరే ఏమీ ప్రత్యేకత లేదు. కానీ ‘ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్’ అనేది కొన్ని కొన్ని భౌతిక దృగ్విషయాలకు (ఫిజికల్ ఫినామినాలకు) సంభంధించిన ఒక ప్రధానమైన (ఫండమెంటల్) సబ్జక్టు. ఈ సబ్జక్టునే ఫిజిక్స్(భౌతిక శాస్త్రం)లో ‘ఎలెక్ట్రిసిటి అండ్ మ్యాగ్నెటిజమ్’ అని అంటారు. దానిని గురించి సామాన్యంగా కాలేజీలలో సైన్స్ సబ్జక్టులు చదివే విద్యార్థులకు తెలియకపోవడం అనేది ఉండదు. కొన్ని చోట్ల హై స్కూళ్ళ లోనే పరిచయం చేస్తారు. ఇంజనీరింగు లో దానినే ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ అని సామాన్యంగా అంటారు. కాబట్టి వైస్‌ఛ్యాన్సెలర్‌గారు తెలియకనో లేక అకస్మాత్తుగానో ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ అనే పదాన్ని ఎంతో సూక్ష్మీకరించారు.

ఇంతకీ ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ అంటే ఏమిటి? మాటకు మాట ప్రకారం తర్జుమా చెయ్యాలంటే ఫిజిక్స్‌అంటే భౌతిక శాస్త్రము, కెమిస్ట్రి అంటే రసాయనిక శాస్త్రము, బయాలజి అంటే జీవ శాస్త్రము, బాటని అంటే వృక్ష శాస్త్రము అన్నట్లు, ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ అంటే విద్యుత్తయస్కాంతక శాస్త్రము అని చెప్పాల్సి వస్తుంది. కానీ ఇలా తర్జుమా చేయటం వలన వైస్‌ఛ్యాన్సెలర్‌గారు సూక్ష్మీకరించిన మాదిరిగా విద్యుత్తయస్కాంతాలకు మాత్రమే సంభంధించిన శాస్త్రమని అపార్థం చేసుకోవడానికి అవకాశం ఉంది. ఈ సమస్య ఎందుకు వచ్చిందంటే ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ అనే పదము ‘ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డ్స్’, ‘ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్ వేవ్స్’, ‘ఎలెక్ట్రోడైనమిక్స్’, మరియు ఇలాంటి పదాలకు సంభంధించిన క్లుప్త పదం.

క్లుప్తంగా తర్జుమా చేస్తే సమస్యలు వస్తున్నై కాబట్టి వివరించాల్సి వస్తుంది. ఇలా వివరించటనికి ప్రథమంగా 'ఫీల్డ్' అనే పదాన్ని విపులీకరించాలి. 'ఫీల్డ్' అంటే తెలుగులో తర్జుమా ఏమిటయ్యా అని అడిగితే వచ్చే జవాబు, సంధర్భాన్ని బట్టి ఉంటుంది. మామూలుగా 'పొలం' అని అంటారు. ఏ ఫీల్డ్ లో ఉద్యోగం చేస్తున్నవయ్యా అంటే, ఏ రంగం లో అని అర్ధం. ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ సంధర్భంలో, 'ఫీల్డ్' అంటే ఏమిటో ఒక మాటలో తర్జుమా చెయ్యాలంటే నిఘంటువులో 'క్షేత్రం' అని ఉంది. కాని నేను 'ఫీల్డ్' అనే పదమునే ఉపయోగిస్తాను. భూమ్యాకర్షణశక్తిని గురించి అందరికీ తెలుసు. దానిమూలంగానే, చేతిలో ఉన్న వస్తువు వదిలేస్తే నేల మీదకు పడిపోతుంది. ఎందుకు పడి పోతుందంటే, భూమ్యాకర్షణశక్తి గుణానికి సంభందించిన ఒక 'ఫీల్డ్' మూలంగా అని చెప్పవచ్చు. ఆ ఫీల్డుని 'గ్రావిటేషనల్ ఫీల్డ్' అని అంటారు. అలాగే విద్యుత్ గుణానికి సంభందించిన ఫీల్డు ఒకటి, అయస్కాంత గుణానికి సంభందించిన ఫీల్డు ఒకటి, రెండు రకాల ఫీల్డులు ఉన్నై. వాటిని 'ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డ్', మరియు 'మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డ్' అనియు అంటారు. ఉదాహరణకు ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డ్ మూలంగానే వైర్లలో కరెంటు ప్రవహిస్తుంది, భూమి యొక్క అయస్కాంత గుణం మూలంగానే భూమికి సంభందించిన మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డు ఉండటం.

భౌతిక దృగ్విషయాలలో (ఫిజికల్ ఫినామినాలలో) రెండు రకాలు ఉన్నై. ఒక రకం కాలము గడిచిపోతున్నకొద్దీ మారకుండా ఉండేవి. వాటిని స్థిర (స్టాటిక్) దృగ్విషయాలు అని అంటారు. రెండవ రకము కాలము గడిచిపోతున్నకొద్దీ మారుతూ ఉండేవి. వీటిని చలన (డైనమిక్) దృగ్విషయాలు అని అంటారు. డైనమిక్ ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డు, డైనమిక్ మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డు, ఒకదాని మీద ఇంకొకటి ఆధారపడి ఉంటాయి. ఒకదాని మూలంగా ఇంకొకటి వస్తుంది. ఒక చోటు (స్పేస్) లో నైనా, ఒక సమయము (టైమ్) న ఐనా, ఒకటి లేకుండా ఇంకొకటి ఉండదు, జంటగా ఉంటాయి. ఇలా జంటగా ఉండే రెండు ఫీల్డులను కలిపి 'ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డ్' అని అంటారు. దానికి సంభంధించిన శాస్త్రమే 'ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్'. ఈ శాస్త్రము ఎలెక్ట్రికల్, ఎలెక్ట్రానిక్స్, కమ్యూనికేషన్స్, మరియు కంప్యూటర్ ఇంజనీరింగ్ కోర్సులు చదవటానికి కావలసిన ఒక ప్రధానమైన సబ్జక్టు, అతి ప్రముఖమైనది. అవును, కంప్యూటర్ ఇంజనీరింగ్ చదివే వాళ్ళకు కూడా ప్రధానమైన సబ్జక్టే!

అసలు ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డ్ అనేది ఒకే ఫీల్డ్ అని అనుకోవచ్చు. అంటే ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డ్ మరియు మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డ్ వేరు వేరుగా ఉండకుండా, రెండూ కలసి, ఒక దాని మీద ఇంకొకటి ఆధారపడి ఉండే ఫీల్డ్ ను ఒకే ఫీల్డ్ అని అనుకోవచ్చు.

ఎలా ప్రధానమైన సబ్జక్టు? ఎందుకు అతి ప్రముఖమైనది? ఈ ప్రశ్నలకు క్లుప్తంగా సమాధానం ఏమిటంటే ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్మన చుట్టూతా ఎల్లప్పుడూ పనిచేస్తూనే ఉంటుంది. మనలోపల కూడా

పనిచేస్తూనే ఉంటుంది. ఈ ఆధునిక జీవితంలో మనం ఒక స్విచ్ ఆన్ చేసినప్పుడల్లా, కంప్యూటర్ కిబోర్డులో ఒక కీ నొక్కడపుల్లా, సెల్‌ఫోన్‌లో మాట్లాడినప్పుడల్లా, ఇంకా ఇంకా ఇతర ఎలెక్ట్రికల్ మరియు ఎలెక్ట్రానిక్ డివైసెస్ వాడినప్పుడల్లా అవి ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ మూలం గానే పని చేస్తాయి. అసలు వెలుతురే ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ మూలంగా వస్తుంది. కాబట్టి ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ లేకపోతే, అంతా చీకటే, జివితమంతా చీకటే! అందుకే ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్‌సబ్జక్టుని "మదర్ ఆఫ్ ఎలెక్ట్రికల్ అండ్ కంప్యూటర్ ఇంజనీరింగ్" అని అంటారు. అంటే ఎలెక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగ్, మరియు కంప్యూటర్ ఇంజనీరింగ్‌కు సంభంధించిన టెక్నాలజీలన్నిటికి ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్‌పునాది.

ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్‌కి సంభంధించిన ఒక విషేషమేమిటంటే ఆ సబ్జెక్ట్ నాలుగే నాలుగు ఈక్వేషన్‌ల (సమీకరణముల) మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఆ ఈక్వేషన్‌లని మ్యాక్స్వెల్స్ ఈక్వేషన్లు అని అంటారు. వీటిని క్రింద చూడండి.

$$\oint_C \mathbf{E}\cdot d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt}\int_S \mathbf{B}\cdot d\mathbf{S}$$

$$\oint_C \mathbf{H}\cdot d\mathbf{l} = \int_S \mathbf{J}\cdot d\mathbf{S} + \frac{d}{dt}\int_S \mathbf{D}\cdot d\mathbf{S}$$

$$\oint_S \mathbf{D}\cdot d\mathbf{S} = \int_V \rho\, dv$$

$$\oint_S \mathbf{B}\cdot d\mathbf{S} = 0$$

ప్రకృతిలో అన్నిటి మాదిరిగా భగవంతుడు మానవ జాతికోసం ఈ ఈక్వేషన్లను సృష్ఠించాడు. ఇవి ఎంత గొప్ప ఈక్వేషన్లో, ఎంత అందమైనవో, ఎంత సులభైనవో, వీటిని అర్ధం చేసుకొన్న వాళ్ళకు తెలుసు. ఎంత సేపైనా చూస్తూ ఆనందించవచ్చు! కానీ వాటిని పూర్తిగాను, కరెక్టుగాను అర్ధం చేసుకొనని వాళ్ళకి వ్యతిరేక అభిప్రాయం. ఎందుకంటే వాళ్ళు వాటి లోని మ్యాథమాటిక్స్‌ని చూస్తారేగాని, వాటి భౌతిక అర్ధాన్ని (ఫిజికల్ మీనింగ్‌ని) గ్రహించటానికి ప్రయత్నం చేయరు. అందువలన ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ సబ్జక్టుని బోధించే టీచర్లకు, నేర్చుకొనే విద్యార్ధులకు, ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్‌అన్నాగాని, ఈ ఈక్వేషన్లన్నాగాని గుండె దడ. చిరుతపులి మీదకు వచ్చి పడుతున్నట్లంత భయం. ఈ భయం తొలగించి, ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్‌సబ్జక్టు యొక్క ప్రాముఖ్యతను గమనించి, బోధించే వాళ్ళకు, నేర్చుకొనేవాళ్ళకు అనుకూలం గా ఉండే విధానాన్ని అమలులోకి పెట్టటానికి కృషి చేయడమే నా జీవిత ఆశయం. అసలు మ్యాక్స్వెల్స్ ఈక్వేషన్లలను గురించి, ఇంజనీరింగ్ బోధించే వాళ్ళకు, చదువుకొనేవాళ్ళకు మాత్రమే కాదు, విజ్ఞానము

పెంపొందించుకోవాలని కోరిక ఉండే ప్రతి వ్యక్తికి అర్థం అయ్యేటట్లు విశదీకరించవచ్చు. అందుకే ఈ వ్యాసం వ్రాయడం.

మ్యాక్స్వెల్స్ ఈక్వేషన్లలో మొదటి దాన్ని ఫ్యారడేస్ లా (సూత్రం) అనియు, రెండవ దాన్ని ఆంపియర్స్ సర్క్యూటల్ లా అనియు, మిగతా రెండిటిని గౌసెస్ లాస్ (సూత్రాలు) అనియు అంటారు. మొదటి రెండు ముఖ్యమైన ఈక్వేషన్లు. వాటి మూలంగానే, ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డు, మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డు, ఒకదాని మీద ఇంకొకటి ఆధారపడి ఉంటాయి. ఎలా ఆధారపడి ఉంటాయో క్రింద బొమ్మలో చూడండి. అందులో, **E** మరియు **D** ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డుకి సంభదించినవి, **B** మరియు **H** మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డుకి సంభధించినవి, **J** కరెంటుకు సంభదించినది. మొదటి ఈక్వేషన్ డైనమిక్ మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డు మూలముగా డైనమిక్ ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డు ఉత్పత్తి అవుతుంది అని చెప్తుంది. రెండవ ఈక్వేషన్ కరెంటు మూలంగా గాని, డైనమిక్ ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డు మూలంగా గాని డైనమిక్ మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డు ఉత్పత్తి అవుతుంది అని చెప్తుంది.

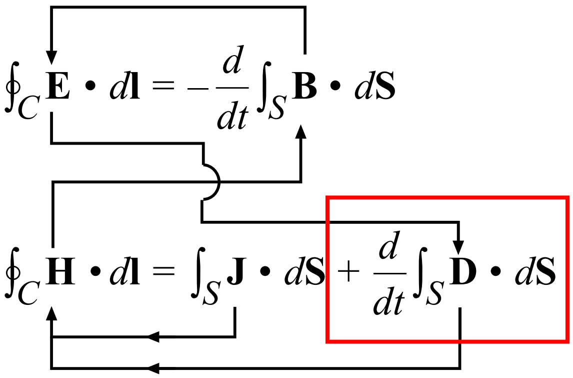
$$\oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt}\int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$$

$$\oint_C \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \int_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S} + \frac{d}{dt}\int_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S}$$

ఆ రెండు ఈక్వేషన్లు కలిపితే ఏమతువుతుందో బొమ్మలో చూడండి. ఒక కరెంటుతో మొదలుపెడ్తే మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డు ఉత్పత్తి అవుతుంది. ఆ మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డు ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డును ఉత్పత్తి చేస్తుంది. ఆ ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డు మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డును ఉత్పత్తి చేస్తుంది. ఆ మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డు ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డును ఉత్పత్తి చేస్తుంది. ఆ ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డు మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డును ఉత్పత్తి చేస్తుంది, ఇంకా, ఇంకా. ఇలాగా ఒక ఫీల్డు మూలంగా ఇంకొక ఫీల్డు ఉత్పత్తి అవుతూ, ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్వేవ్స్, అంటే, విద్యుత్తయస్కాంత తరంగాలు, ఉత్పత్తి చేయబడతాయి. ప్రతిక్షణమూ, ఈ విద్యుత్తయస్కాంత తరంగాలని మనం పలువిధములుగా అనుభవిస్తూనే ఉన్నాము. రేడియో గాని, టివి గాని, కంప్యూటర్ గాని, ఇంటర్నెట్ గాని, సెల్ఫోన్ గాని, జిపిఎస్ గాని, ఇంకా ఎన్నెన్నో, విద్యుత్తయస్కాంత తరంగాల మూలంగానే పనిచేస్తాయి.

మరి ఫ్యారడేస్ లా అని అంటున్నావు, ఆంపియర్స్ సర్క్యూటల్ లా అని అంటున్నావు, గౌసెస్ లాస్ అని అంటున్నావు, ఈ ఈక్వేషన్లలను మ్యాక్స్వెల్స్ ఈక్వేషన్లు అని ఎందుకు అంటారు అని ప్రశ్న అడుగవచ్చు. అది మంచి ప్రశ్నే. చాలా ముఖ్యమైన ప్రశ్న. దానికి సమాధానం ఇప్పుడు ఇస్తాను.

మ్యాక్స్వెల్పూర్తి పేరు జేమ్స్క్లర్క్మ్యాక్స్వెల్. ఆయన స్కాట్లండ్ దేశస్తుడు,1831 లో ఎడింబర్గ్లో 14, ఇండియా వీధిలో జన్మించారు. 48 సంవత్సరాల చిన్నవయస్సులోనే 1879 లో చనిపొయ్యారు. ఆ కొద్ది కాలంలోనే, మ్యాథమటిక్స్లో ఒక మేధావి అని పేరు తెచ్చుకున్నారు. మ్యాక్స్వెల్స్ ఈక్వేషన్లు అని ఎందుకు అంటారు అంటే, మ్యాక్స్వెల్గారు రెండవ ఈక్వేషన్లో కుడి పక్కన ఉన్న రెండు భాగాలలో రెండో భాగం 1864 సంవత్సరములో కని పెట్టారు. ఆయన కనిపెట్టక ముందు మొదటి భాగమే ఉండేది. రెండవ భాగము యొక్క విషేషం ఏమిటంటే అది లేకపోతే విద్యుత్తయస్కాంత తరంగాలు ఉండవు. ఇది ఒక భౌతిక దృగ్విషయం ఐనా మ్యాక్స్వెల్గారు మ్యాథమటిక్స్లో తన మేధావిని ఉపయోగించి, ఇక్కడ ఏదో లోపం ఉంది అని గ్రహించి ఆ రెండవ భాగాన్ని కనిపెట్టారు. ఈ రెండవ భాగం లేకపొతే ఏమవుతుందో క్రింద చూడండి.



$$\oint_C \mathbf{E}\cdot d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt}\int_S \mathbf{B}\cdot d\mathbf{S}$$

$$\oint_C \mathbf{H}\cdot d\mathbf{l} = \int_S \mathbf{J}\cdot d\mathbf{S} + \frac{d}{dt}\int_S \mathbf{D}\cdot d\mathbf{S}$$

ఎర్ర బాక్స్లోని భాగం ఉండదు కాబట్టి, ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డ్మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డ్లకు ఉన్న జంట లింకులలో ఒక లింకు పోయింది. మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డ్వలన ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డ్ఉత్పత్తి అవుతుంది కాని, ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డ్వలన మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డ్ఉత్పత్తి కాదు. విద్యుత్తయస్కాంత తరంగాలు అనేవి ఉండవు.

అంటే అంతకు ముందు విద్యుత్తయస్కాంత తరంగాలు అనేవి ఉండేవి కాదు అని అర్థం కాదు. విద్యుత్తయస్కాంత తరంగాలని, అన్నీ భౌతిక దృగ్విషయాలలాగా, భగవంతుడు శృష్టించాడు.

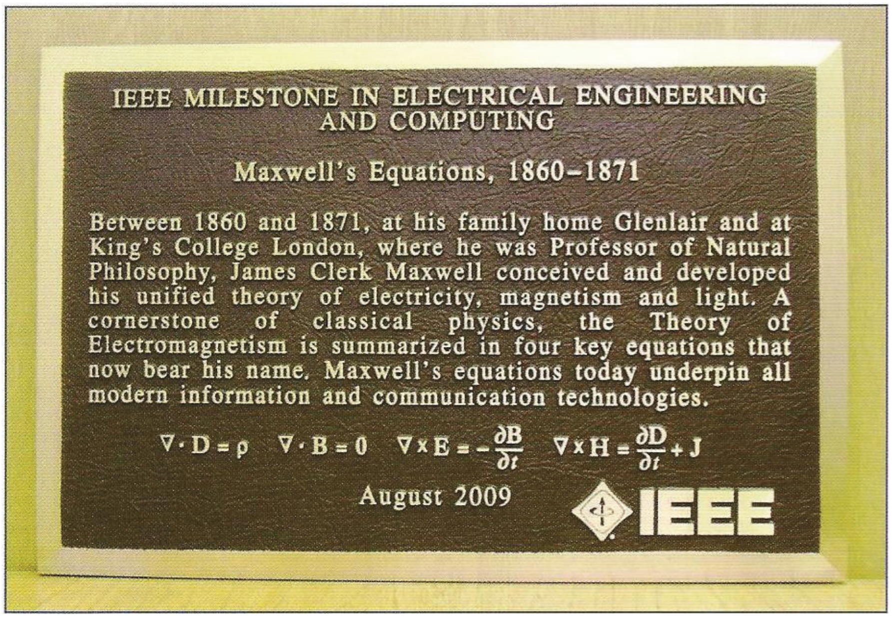
భగవంతుడు శృష్టించినవే మానవుడు కనిపెట్టగలడు. సమయం వచ్చినప్పుడు, ఒక్కొక్కటిని భగవంతుడు ఇచ్చిన మేధావితనాన్ని ఉపయోగించి కనిపెట్టడం జరుగుతుంది. 1687 లో న్యూటన్ భూమ్యాకర్షణ శక్తిని గురించి కనిపెట్టాడు. 1864 లో మ్యాక్స్వెల్ విద్యుత్తయస్కాంత తరంగాలనేవి ఉత్పత్తి చేయబడగలిగే అవకాశం ఉందని కనిపెట్టాడు. ప్రయోగం ద్వారా అసలు దృగ్విషయాన్ని కనిపెట్టక ముందే మ్యాథెమాటిక్స్ ద్వారా విద్యుత్తయస్కాంత తరంగాలనే దృగ్విషయం ఉండగలదు అని కనిపెట్టాడు. 23 సంవత్సరముల తర్వాతనే 1887 లో, హైన్రిక్ హెర్జ్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రయోగం ద్వారా ఆ దృగ్విషయాన్ని నిరూపించాడు. అంతటి మహానుభావుడు మ్యాక్స్వెల్. ఎంతో గొప్ప వాళ్ళని మహాత్మా అని అంటాము. అలాంటి గొప్పవాడు మ్యాక్స్వెల్. మహాత్మా మ్యాక్స్వెల్అని అనవచ్చు. 'మహాత్మా ఆఫ్ ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్' అని అనవచ్చు. ఆయన ప్రెడిక్టు చేసిన దృగ్విషయాన్ని హైన్రిక్ హెర్జ్ ప్రయోగం ద్వారా కనిపెట్టక 8 సంవత్సరముల ముందే 1879 లో చనిపోయారు!

2004 లో "ఫిజిక్స్ వరల్డ్" అనే ఒక మ్యాగజీన్ వారు ఆ మ్యాగజీన్ చదువరులను అడిగారు ఒక ప్రశ్న. ఆ ప్రశ్న ఏమిటంటే, ఇంతవరకు ఉన్న ఈక్వేషన్లలో మీ ఉద్దేశం లో అతి గొప్ప ఈక్వేషన్లు ఏవి అని. వచ్చిన సమాధానలన్నిటిని సమకూర్చి రిజల్ట్ అక్టోబర్ 6, 2004 ఇష్యూ లో ప్రచురించారు. రిజల్టు ఏమని వచ్చిందంటే, మ్యాక్స్వెల్స్ ఈక్వేషన్లు, అయిలర్ ఈక్వేషన్ అని ఇంకొకటి, అతి గొప్ప ఈక్వేషన్లు అని వచ్చింది. అంతే కాకుండా, కొన్ని కొన్ని సమయాలలో గొప్ప గొప్ప సైంటిస్టులు మ్యాక్స్వెల్స్ ఈక్వేషన్లను గురించి చాలా పొగిడారు. ఉదాహరణకు, ఆల్బర్ట్ ఐన్స్టైన్ గారు ఇలా అన్నారు: న్యూటన్ తర్వాత భౌతిక శాస్త్రములోకి వచ్చిన విజ్ఞానమంతటిలో మ్యాక్స్వెల్యొక్క ఆవిష్కరణలు (డిస్కవరీస్) అతి అగాధమైనవి, అతి ఫలవంతమైనవి (మోస్ట్ ప్రొఫౌండ్ అండ్ మోస్ట్ ఫ్రూట్ఫుల్). ప్రసిద్ధ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు రిచర్డ్ ఫేనమన్ గారు ఇలా అన్నారు: చాలా కాలము తర్వాత, అంటే ఉదాహరణకు పదివేల సంవత్సరాల తర్వాత, వెనక జరిగిన చరిత్రను పరిశీలిస్తే, 19 వ శతాబ్దములో అతి ముఖ్యమైన సంఘటన (మోస్ట్ సిగ్నిఫికంట్ ఈవెంట్) మ్యాక్స్వెల్యొక్క చలన విద్యుత్సూత్రాలు (లాస్ ఆఫ్ ఎలెక్ట్రోడైనమిక్స్) అని సందేహము లేకుండా నిర్ణయించ బడగలదు.

నాయొక్క ఆలోచనలలో మ్యాక్స్వెల్స్ ఈక్వేషన్లకు సంభంధించిన ఇంకా గొప్ప విశేషం ఏమిటంటే, వాటికి, ఉపనిషత్తులలో, ప్రత్యేకంగా తైత్తిరీయోపనిషత్తులో, చెప్పబడిన నాలుగు సూత్రాలైన "మాతృదేవోభవ, పితృదేవోభవ, ఆచార్యదేవోభవ, అతిథిదేవోభవ" లకు పోలిక ఉన్నట్లు అనిపించుతుంది. ఎందుకంటే, ఈ సూత్రాలలో మొదటి రెండు తల్లికి, తండ్రికి, సంభందించినవి. తల్లి, తండ్రి, ఒకరి మీద ఇంకొకరు ఆధారపడి ఉంటారు. తల్లి, తండ్రి, ఇద్దరూ ఉంటే కాని జీవితమనేది ఉండదు, జీవితం పెంపొందించడమనేది ఉండదు. అలాగే మ్యాక్స్వెల్స్ ఈక్వేషన్లు

నాలుగిటిలో, మొదటి రెండు ఈక్వేషన్లు ఎలెక్ట్రిక్ ఫీల్డు మరియు మ్యాగ్నెటిక్ ఫీల్డు లకు సంభందించినవి. ఈ రెండు ఫీల్డులు ఒక దాని మీద ఇంకొకటి ఆధారపడి ఉంటాయి. ఆ ఆధారము వల్లనే విద్యుత్తయస్కాంత తరంగాలు ఉత్పత్తి అవుతాయి, ఉత్పత్తి అయిన తర్వాత వ్యాపింపబడతాయి.

2009 సంవత్సరము అగస్ట్ 13 వ తేదీన ఇన్స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఎలెక్ట్రికల్ అండ్ కంప్యూటర్ ఇంజనీర్స్ (IEEE) వారు మ్యాక్స్వెల్‌ని గౌరవించటానికి కిర్క్‌కడ్బ్రైట్‌షైర్‌లో వారి కుటుంబ గృహము గ్లెన్‌ఇర్‌హౌస్‌లో ఒక మైల్‌స్టోన్ పతకాన్ని ఆవిష్కరించారు. దీన్ని క్రింద బొమ్మలో చూడండి. మ్యాక్స్వెల్స్ ఈక్వేషన్లు రెండు రకాలు. ఇక్కడ ఉన్న వాటిని డిఫ్‌రెన్షియల్ ఫామ్ అని అంటారు. ఇంతకు ముందు వాటిని ఇంటెగ్రల్ ఫామ్ అని అంటారు.



ఈ పతకం మీద వ్రాసినది చదవండి. ప్రత్యేకంగా చివరి వాక్యం చదవండి: **“Maxwell’s equations today underpin all modern information and communication technologies.” అంటే ఆధునిక ఇన్‌ఫర్మేషన్ మరియు కమ్యూనికేషన్ టెక్నాలజీలకు పునాది మ్యాక్స్వెల్స్ ఈక్వేషన్లు.** దీనినిబట్టి చూస్తే మ్యాక్స్వెల్స్ ఈక్వేషన్లు అతి గొప్ప ఈక్వేషన్లు అని “ఫిజిక్స్ వరల్డ్" చదువరులు ఎందుకు ఎన్నుకున్నారో, ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ ఎంత ముఖ్యమైన సబ్జెక్టో, జేమ్స్ క్లర్క్ మ్యాక్స్వెల్ ఎంత గొప్పవాడో, మనమంతా మ్యాక్స్వెల్‌గారి పట్ల ఎంత కృతజ్ఞత ఉండవలసిన వాళ్ళమై ఉన్నామో తెలుస్తోంది ! “ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ అంటే ఏమిటి” అనే పృశ్నకు సమాధానం చెప్పడమే కాకుండా, మన జీవితాలలో ఎలెక్ట్రోమ్యాగ్నెటిక్స్ ఎంత ముఖ్యమో చదువరులకు సంతృప్తిగా అర్ధమయ్యేటట్లు ఈ ఆర్టికల్ ద్వారా తెలియపర్చానని ఆశిస్తూ ముగించు చున్నాను. నమస్తే!