అద్భుతమైన అతివాహకత

చక్రాలు లేకుండా గాలిలో తేలి ప్రపంచంలోనే అత్యధిక వేగంతో ప్రయాణించే రైళ్లు 'మాగ్‌లెవ్' (మాగ్నటికలీ లెవియేడెడ్) గురించి వినే ఉంటారు. ఈ రైళ్లు గంటకు 581 కిలోమీటర్ల వేగాన్ని మించి ప్రయాణించగలవు. ఇటువంటి రైళ్ల నిర్మాణం వెనుక కీలకపాత్ర వహిస్తున్న సూత్రం అతి వాహకత.

మానవజీవితాలను మలుపుతిప్పిన ఈ శతాబ్దపు గొప్ప ఆవిష్కరణల్లో ఒకటైన కంప్యూటర్లలో వాడే ప్రాసెసర్ల తయారీలో ఎంతో కీలకపాత్ర వహిస్తున్నది అతివాహకత. దైనందిన జీవితంలో మితిమీరి ఏ పని చేసినా అది నష్టానికే దారి తీస్తుంది. కానీ శాస్త్ర విషయంలో మాత్రం కొన్నిసార్లు 'అతి' వల్ల ఎంతో ఉపయోగం, లాభం చేకూరుతాయి.

అసలు అతివాహకత అంటే:

విద్యుత్ శక్తి లోహపు తీగెల ద్వారా ప్రవహిస్తుంది. ఈ ప్రవాహాన్ని విద్యుత్‌ప్రవాహం అంటారు. నిజానికి విద్యుత్ ప్రవాహమంటే రుణావేశమున్న ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహం. ఎలక్ట్రాన్లు ఎక్కడ ఉంటాయి? ఈ ప్రశ్నకు, అసలు ఎలక్ట్రాన్లు ఎక్కడ ఉండవు? అనే ఎదురు ప్రశ్న రూపంలో జవాబు చెప్పవచ్చు. విశ్వంలోని పదార్థాలన్నీ పరమాణు నిర్మితాలే. పరమాణువుల కేంద్రకంలో ధనావేశమున్న ప్రోటాన్లు.. ఏ ఆవేశం లేని న్యూట్రాన్లు కట్ట కట్టుకుని ఉండే, ఆ కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్లు తమ నిర్దిష్ట కక్ష్యల్లో పరిభ్రమిస్తూ ఉంటాయి. కేంద్రకంలో ధనావేశమున్న ప్రోటాన్ల ఆకర్షణకు కక్ష్యల్లో తిరుగుతున్న రుణావేశమున్న ఎలక్ట్రాన్లు లోబడి ఉంటాయి. కేంద్రకం నుంచి దూరంగా చివరి కక్ష్యలో పరిభ్రమిస్తున్న ఎలక్ట్రాన్లపై కేంద్రక ఆకర్షణ చాలా తక్కువగా ఉంటుంది. అందువల్ల ఆ ఎలక్ట్రాన్లు, ముఖ్యంగా ఘనపదార్థాల్లో వెలుపలి కక్ష్యను వదిలి పరమాణువుకు పరమాణువుకు మధ్య ఉండే ప్రదేశాల్ని సందర్శిస్తూ ఉంటాయి. ఈ ఎలక్ట్రాన్లను 'స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్లు' (ఫ్రీ ఎలక్ట్రాన్స్) అంటారు. ఈ స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్లు ఒక నిర్దిష్ట దిశలో తీగెల ద్వారా ప్రవహిస్తే అదే విద్యుత్ ప్రవాహం. స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్ల పయనాన్ని ఘన పదార్థాలలోని పరమాణువుల ప్రకంపనాలు అడ్డుకుంటాయి. ఈ ధర్మాన్ని విద్యుత్ నిరోధం (ఎలక్ట్రికల్ రెసిస్టెన్స్) అంటారు. ఎక్కువ సంఖ్యలో ఎలక్ట్రాన్లను ప్రసరింప చేసే వెండి, రాగి, అల్యూమినియం లాంటి పదార్థాలను విద్యుత్ వాహకాలనీ... అతి తక్కువ సంఖ్యలో ప్రసరింపచేసే మైకా, కొయ్య, రబ్బరు, ప్లాస్టిక్ లాంటి పదార్థాలను విద్యుత్ బంధకాలు (ఇన్సులేటర్స్) అని అంటారు. పదార్థాల ఉష్ణోగ్రతను బాగా తగ్గిస్తే, పరమాణువుల ప్రకంపనాలు బాగా తగ్గి, విద్యుత్ బంధకాలు కూడా ఉత్తమ వాహకాలుగా మారతాయి. అతి శీతల ఉష్ణోగ్రతలో ఉత్తమ విద్యుత్ వాహకాలుగా ప్రవర్తించే పదార్థాలను అతివాహకాలు (సూపర్ కండక్టర్స్) అనీ, ఈ ధర్మాన్ని అతివాహకత అనీ అంటారు.

ఆవిష్కర్త 'కమర్లింగ్ ఓన్స్':

అతివాహకతకు ఆద్యుడు కమర్లింగ్ ఓన్స్ అనే డచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు. శాస్త్ర పరిశోధనల్లో ఉష్ణోగ్రతకు ప్రమాణం కెల్విన్. జీరో డిగ్రీ కెల్విన్ అంటే – 273 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడ్‌కు సమానం. పదార్థాలను జీరో డిగ్రీ కెల్విన్ కంటే తక్కువ ఉష్ణోగ్రతకు తగ్గించలేం. ఓన్స్ 1911లో పాదరసాన్ని నాలుగు డిగ్రీల కెల్విన్‌కు తగ్గించినపుడు అది తన విద్యుత్ నిరోధాన్ని పూర్తిగా కోల్పోయి అతివాహకంగా మారుతుందని గమనించాడు. ఈ పరిశోధనకు ఆయనకు 1913లో భౌతికశాస్త్రంలో నోబెల్ బహుమతి లభించింది. తర్వాత కాలంలో వివిధ శాస్త్రవేత్తలు అతి తక్కువ ఉష్ణోగ్రతలలో అతి వాహకాలుగా ప్రవర్తించే 26 పదార్థాలను గుర్తించారు. 3.7 కెల్విన్ల వద్ద తగరం, 7.2 కెల్విన్ల వద్ద సీసం అతివాహకాలుగా మారాయి. యురేనియం, టైటానియం, నోబియం, జిర్కోనియం, అల్యూమినియంలు కూడా తక్కువ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద అతివాహక ధర్మాన్ని ప్రదర్శిస్తాయి. ఆశ్చర్యకరమైన విషయమేమంటే.. సాధారణ ఉష్ణోగ్రతల్లో ఉత్తమ వాహకాలైన వెండి, రాగి, లోహాల ఉష్ణోగ్రత ఎంత తగ్గించినా అది అతివాహకాలుగా మారవు.

విద్యుత్‌రంగంలో :

జనరేటర్లు, ఎలక్ట్రిక్ మోటార్లు, ట్రాన్స్‌ఫార్మర్లలో అతివాహ కాలను వాడడం వల్ల విద్యుత్ ప్రసార నష్టాలను తగ్గించి, విద్యు త్‌ను పొదుపు చేసుకోవచ్చు. ముఖ్యంగా అణు విద్యుత్‌లో అతివాహకాలను వినియోగించి ఉత్పత్తి వ్యయాన్ని ఎంతో తగ్గించవచ్చు.

విద్యుత్ అయస్కాంతాల తయారీలో:

పరిశ్రమల్లో శాస్త్ర పరిశోధనల్లో శక్తిమంతమైన విద్యుత్ అయస్కాంతాలను ఉపయోగిస్తారు. తక్కువ వ్యయంతో విద్యుత్ అయస్కాంతాలను తయారు చేసుకోవడానికి అతివాహకాలను వాడతారు. మామూలు లోహాల బదులు అతివాహకాలతో కణభౌతిక శాస్త్రంలో ఉపయోగించే సైక్లోట్రాన్, బీటాట్రాన్ లాంటి యంత్రాలను తక్కువ వ్యయంతో నిర్మించుకోవచ్చు.

వైద్యరంగంలో :

మానవ శరీరంలోని భాగాలను పరిశీలించడానికి ఉపయోగించే మాగ్నటిక్ రెజొనెన్స్ ఇమేజింగ్ పరికరం (ఎంఆర్ఐ) అతివాహక ధర్మంపై ఆధారపడే పని చేస్తుంది.

కంప్యూటర్ రంగంలో :

కంప్యూటర్లలో అతివాహకాలను వాడడం ద్వారా మైక్రో ప్రాసెసర్ల పరిమాణాన్ని బాగా తగ్గించవచ్చు. సరికొత్త సదుపాయాలను సమకూర్చడం వల్ల 21వ శతాబ్దాన్ని అతివాహక శతాబ్దంగా అభివర్ణించవచ్చు!!