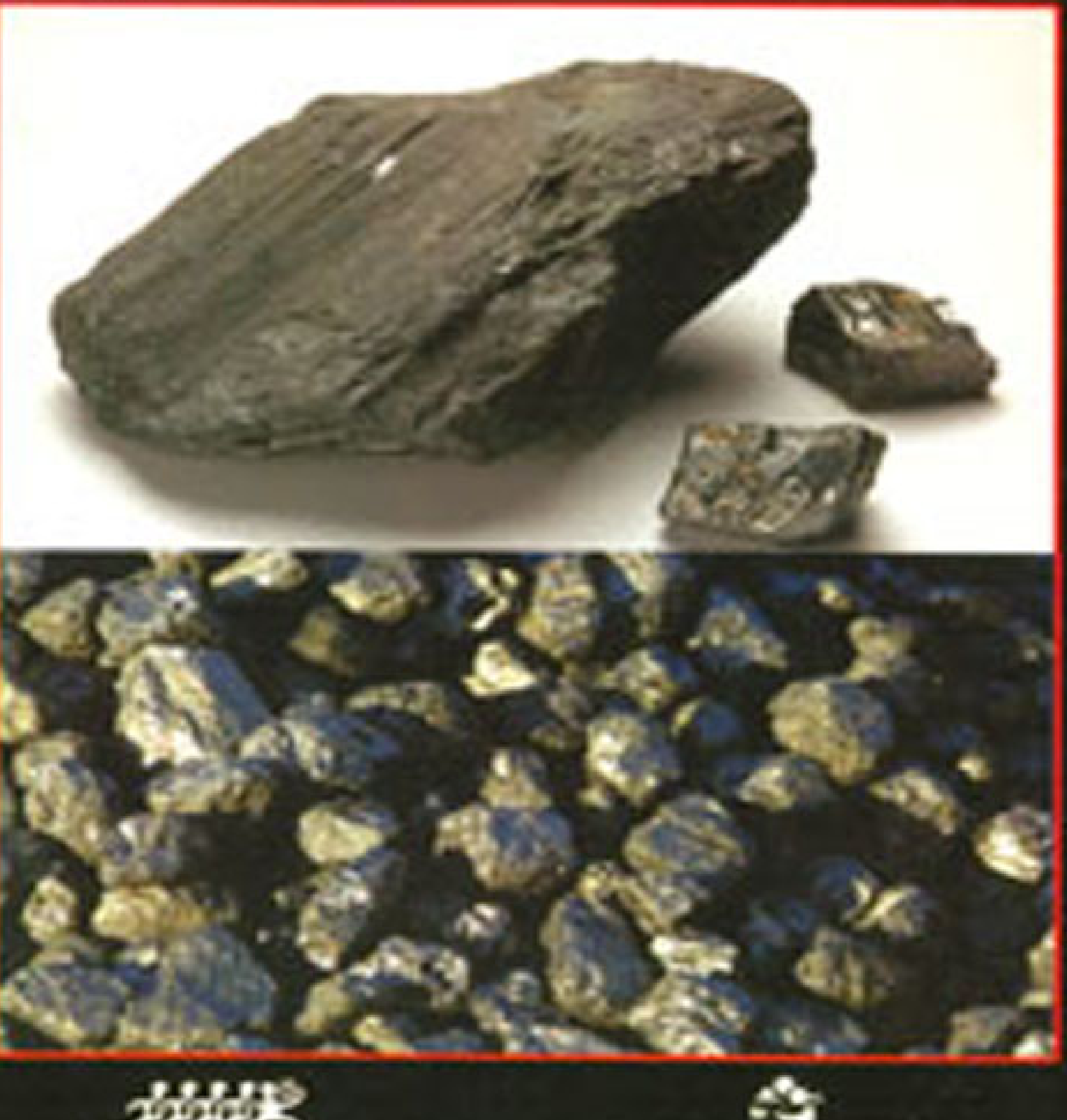
ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 25

బొగ్గు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం
డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



జనవిజ్ఞాన
జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

ఎలా తెలుసుకున్నాం - 25

బొగ్గు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

How Did We Find Out About Coal? by Isaac Asimov
ఎలా తెలుసుకున్నాం? – 25

బొగ్గు

రచయిత : ఐజాక్ అసిమోవ్
అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి
ప్రచురణ : సెప్టెంబరు, 2009
ప్రతుల సంఖ్య : 2000
వెల : రూ. 18/–
ISBN : 978–93–80153–12–4

ప్రచురణ, ప్రతులకు :

జన విజ్ఞాన వేదిక
జి. మాల్యాద్రి, కన్వీనర్, ప్రచురణల విభాగం
162, విజయలక్ష్మీనగర్
నెల్లూరు – 524 004
ఫోన్ : 94405 03061

మంచి పుస్తకం
12–13–450, వీధి నెం.1
తార్నాక, సికింద్రాబాదు 500 017
ఫోన్ : 94907 46614.
email : info@manchipustakam.in
website : www.manchipustakam.in

కంపోజింగ్, లే అవుట్ : పద్మ
ముఖచిత్ర డిజైన్ : అంకుష్ గ్రాఫిక్స్ & డిజైనర్స్

ముద్రణ : డెక్కన్ ప్రెస్,
1–9–1126/బి,
అజామాబాద్, హైదరాబాదు,
ఫోన్: 27678411.

విషయ సూచిక

1.	అగ్ని	. . .	05
2.	చెక్క	. . .	13
3.	బొగ్గు	. . .	19
4.	పారిశ్రామిక విప్లవం	. . .	25
5.	బొగ్గు వర్తమానం, భవిష్యత్తు	. . .	37

1. అగ్ని

ప్రతి ఒక్కరు ఎప్పుడో ఒకప్పుడు అగ్నిని చూసే ఉంటారు. వెలుగు, వేడి వెదజల్లే ఆ ఎర్రని నిప్పు నాలుకలు అందరికీ తెలిసినవే. వస్తువులు మండుతున్నప్పుడు అగ్ని కనిపిస్తుంది. జ్వలనీయమైన ఏ పదార్థం మండుతున్నా అగ్ని లాస్యం చేస్తుంది.

ఒక వస్తువుకి ఈ జ్వలనీయత అనే లక్షణం ఏలా వస్తుంది?

సూక్ష్మదర్శినిలో కూడా చూడలేనంత చిన్న చిన్న పరమాణువుల సముదాయమే పదార్థం. వందకి పైగా పరమాణువులు ఉన్నాయి. వీటిలో కార్బను పరమాణువులు, హైడ్రోజన్ పరమాణువులు విరివిగా కనిపించే రకాలు.

కార్బను పరమాణువు ఆక్సిజన్ అనే మరో రకమైన పరమాణువుతో సంయోగం జరపగలదు. ఈ ఆక్సిజన్ గాల్లో ఉంటుంది. అది కార్బన్‌తో కలిసినప్పుడు వేడి పుడుతుంది. ఆక్సిజన్‌తో హైడ్రోజన్ కలిసినప్పుడు కూడా వేడి పుడుతుంది. వేడిని పుట్టించే పరమాణు సంయోగాలనే మనం జ్వలనం లేదా మండటం అంటాం.

కాగితం, కలప లాంటి జ్వలనీయ పదార్థాలలో కార్బన్, హైడ్రోజన్ ఉంటాయి. ఈ పరమాణువులు, తదితర పరమాణువులతో కలిస్తే అణువులు ఏర్పడతాయి.

కలపలోను, కాగితంలోను ఉండే అణువులలో ఎన్నో పరమాణువులు ఉంటాయి. ఈ అణువులు గల ఘనపదార్థాలు చల్లని స్థితిలో ఆక్సిజన్‌తో కలవవు. కాగితాన్ని గాని, కలపని గాని వేడి చేసినప్పుడు అందులోని అణువులు, చిన్న అణువులుగా బద్దలై, అవి వేడి ఆవిర్లుగా, వాయువులుగా మారతాయి. ఈ ఆవిర్లలోని కార్బన్, హైడ్రోజన్ పరమాణువులు గాలిలోని ఆక్సిజన్‌తో కలిసి వేడి, వెలుగు ఉత్పన్నం చేస్తాయి.

అగ్నిలో కేవలం ఈ ఆవిర్లే ఆక్సిజన్‌తో కలిసి వేడిని, వెలుగుని వెదజల్లుతాయి. ఒకసారి ఆవిర్లు మండి వేడి పుట్టిందంటే, ఆ వేడికి దరిదాపుల్లో ఉండే జ్వలనీయ వస్తువులు ఏమైనా ఉంటే అవి కూడా అంటుకుంటాయి. కాగితానికి ఒక కొస నిప్పు అంటుకుంటే, ఆ మంట దగ్గర్లో ఉండే భాగాలకి వ్యాపించి, చివరికి కాగితం మొత్తం మండిపోతుంది.

ఒక చిన్న కాగితంతో మొదలుపెట్టాం అంటే ఆ మంటలో పడేస్తూ టన్నుల కొద్దీ కాగితాన్ని సునాయాసంగా కాల్చేయవచ్చు. ఆకుతో మొదలైన అగ్గి అడవంతా దగ్ధం చెయ్యగలదు.

చూడబోతే ఇది చాలా ప్రమాదకరమైన వ్యవహారంలా ఉంది. అవును మరి. అందుకే నిప్పుతో చెలగాటం కూడదంటారు.

కాని అదృష్టవశాత్తు నిప్పు రాజేయడం అంత సులభం కాదు. జ్వలనీయమైన వస్తువుని అధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద వేడి చేస్తేగాని నిప్పు పుట్టదు. అసలు అగ్ని లేకపోతే ఆ అధిక ఉష్ణోగ్రతను సాధించడం కష్టం.

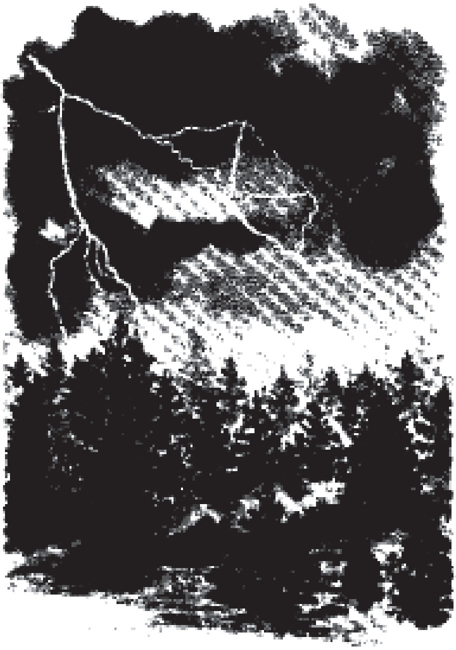
మరి మొట్టమొదట అగ్ని ఎలా పుట్టింది? అగ్ని పుట్టుకకి మనిషే కారణమా?

కాదు. మానవ జననానికి ఎంతో కాలం ముందు నుండి కూడా భూమి మీద అగ్నులు ఉన్నాయి.

40 కోట్ల సంవత్సరాల క్రితం, నేల మీద వృక్ష సంపద విస్తరించిన నాటి నుండి అగ్ని పుట్టే అవకాశం ఉంది.

చెట్లలో ఎక్కువగా కలపే ఉంటుంది. కాబట్టి తడిగా లేనప్పుడు, వర్షం పడనప్పుడు, అవి జ్వలనీయాలు. మబ్బేసినప్పుడు కొన్ని సార్లు ఉరుములు మెరుపులు వస్తాయి.

పరమాణువుల కన్నా చిన్నవైన ఎలక్ట్రానులు అనబడే రేణువుల వల్ల మెరుపుల్లో నుంచి వెలుగు, వేడి పుడతాయి. ఒక చెట్టు మీద పిడుగు పడిందంటే ఆ తాకిడికి చెట్టు మండి మసై పోవచ్చు. ఆ మంట ఇరుగు



ఉరుములు, మెరుపులతో తుఫాను

పొరుగు చెట్లకి సోకి త్వరలోనే కార్చిచ్చుగా మారవచ్చు. మండే వస్తువులు లేని ప్రదేశాన్ని చేరేంత వరకు, లేదా భారీ వర్షం పడి మంటలని ఆర్పేసేంత వరకు, ఈ మంట అలా వ్యాపిస్తూనే ఉంటుంది.

కార్చిచ్చులో చిక్కుకున్న జంతువులు కూడా మంటలకి ఆహుతై ప్రాణాలు విడుస్తాయి. కాబట్టి చాలా మటుకు జంతువులు నిప్పుకి భయపడతాయి. నిప్పు కనిపిస్తే భయపడి దూరంగా పారిపోతాయి. కోట్లాది సంవత్సరాల క్రితం బతికిన హోమినిడ్లు అనే ఆదిమ మానవ జాతి మంటని చూసి భయపడి పారిపోయేది.

అయితే ఇతర జంతువుల కన్నా హోమినిడ్లు తెలివైన వాళ్ళు, తెలుసుకోవాలని మరింత కుతూహలం గలవాళ్ళు.

ఐదు లక్షల ఏళ్ళ క్రితం జీవించిన అత్యంత తెలివైన హోమినిడ్ జాతి పేరు హోమో ఎరెక్టస్. అయితే ఈ హోమో ఎరెక్టస్ జాతి ప్రస్తుత మానవులంత తెలివైన వాళ్ళు కారు. కాని ఇతర జంతువులు అన్నిటికన్నా వీళ్ళు తెలివైన వాళ్ళు.

హోమో ఎరెక్టస్ జాతికి అగ్ని పట్ల ఉండే కుతూహలం వాళ్ళ భయాన్ని అధిగమించింది.

కార్చిచ్చు అంతరించి పోయాక నేల మీద ఇంకా మండుతున్న కొమ్మలు మిగిలి ఉండొచ్చు. బహుశ కొందరు హోమో ఎరెక్టస్ పిల్లలు

(పెద్దల కన్నా పిల్లలకి కుతూహలం ఎక్కువ) ఆ మండే కట్టెలని దగ్గరనుండీ పరిశీలిస్తూ ఉండొచ్చు. బహుశ వారిలో ఒక పిల్లవాడు ఒక కట్టెపుల్లని తీసి మంటలో వేసి ఉండొచ్చు. అప్పుడు ఆ పుల్ల మండడం చూసి ఉండొచ్చు.

మండుతున్న పుల్ల - ఆదిమ మానవ బాలుడు

కాస్త ప్రమాదకరం అయినదే అయినా ఇది మొదట్లో ఒక ఆటలాగా మొదలై ఉండొచ్చు. పిల్లల ఈ ఆటలు చూసిన హోమో ఎరెక్టస్ పెద్దలకి ఈ నిప్పేదో అందుబాటులో ఉంటే బాగుంటుంది అన్న ఆలోచన వచ్చి ఉండొచ్చు. అయితే మంట పెద్దది కాకుండా చూసుకోవాలి అంతే.

అగ్నిలో ఏదైనా జ్వలనీయ పదార్థాన్ని (లేదా ఇంధనాన్ని) కొద్ది కొద్దిగా వేస్తూ పోయాం అనుకోండి. ఇతర జ్వలనీయ పదార్థాన్ని మంటకి దూరంగా పెట్టాం అనుకోండి. ఆ మంట ఎప్పుడూ చిన్నగానే ఉంటుంది. ప్రమాదకరంగా పెద్దదై వ్యాపించదు.

చిన్నగా, ఒద్దిగ్గా ఉండే మంట వెలుగుని, వెచ్చదనాన్ని ఇస్తుంది. మంటకి భయపడి ఇతర జంతువులు, పెద్ద పెద్ద క్రూరమృగాలు కూడా దూరంగా ఉంటాయి. చలిమంట వద్ద పడుకునే హోమినిడ్లు రాత్రిళ్ళు

సంచారం చేసే క్రూరమృగాల వాత పడకుండా సురక్షితంగా ఉంటారు. ఇదంతా కేవలం మన ఊహాగానం కాదు. ఉత్తర చైనాలోని గుహలలో ఐదు లక్షల ఏళ్ళ నాటి హోమోఎరెక్టస్ జీవుల ఎముకలు దొరికాయి. ఆ ఎముకల దగ్గరే చలిమంటల ఆనవాళ్ళు కూడా ఉన్నాయి.

హోమో ఎరెక్టస్ మాత్రమే కాక, ఆ తరువాత వచ్చిన, మరింత తెలివైన హోమో సేపియన్లు కూడా అగ్నిని లొంగదీసుకున్న వారే. అనేక నర జాతులవారు వేల ఏళ్ళుగా అగ్ని వినియోగాన్ని తెలిసిన వారే. తక్కిన ఏ ఇతర జంతు జాతికి, తెలివైన జంతువులకి కూడా ఆ సామర్థ్యం లేదు.

కాలక్రమేణా అగ్ని ఇతర ప్రయోజనాలు తెలిసొచ్చాయి.

ఉదాహరణకి నిప్పులో కాల్చిన మాంసం నమలడానికి మరింత తేలికగా ఉంటుందని (బహుశ యాదృచ్ఛికంగా) తెలుసుకున్నారు. అంతే కాక ఆ మాంసం మరింత రుచిగా కూడా ఉంటుంది. అలాంటి ఆహారం మరింత సురక్షితమైనది కూడా. వాళ్ళకి తెలియకపోవచ్చు గాని నిప్పుల్లో కాల్చడం వల్ల ఆహారంలో ఉండే క్రిములు నాశనం అవుతాయి.

తరువాత యుగాలలో మంటలో బంక మట్టిని కాల్చి కుండలు చెయ్యవచ్చని తెలుసుకున్నారు. ఇసుకని ఇతర ఖనిజాలతో కాల్చి గాజును తయారు చెయ్యవచ్చు. గనుల నుండి వచ్చే ముడి పదార్థాన్ని మంటలో కాల్చి రాగి, తగరం, ఇనుము మొదలైన లోహాలని తయారు చెయ్యవచ్చు.

అయితే అగ్ని వల్ల కొన్ని ప్రమాదాలు కూడా లేకపోలేదు. ప్రమాదవశాత్తు అగ్ని వ్యాపించవచ్చు. ఇళ్ళు, ఆహార వనరులు తగలబడి పోవచ్చు. ప్రాణ నష్టం కూడా కలగొచ్చు. అగ్ని వ్యాపించకుండా ఊరికే పొగ వచ్చినా ఆ పొగ వల్ల వస్తువులు మసి బారతాయి. దుర్గంధం వ్యాపిస్తుంది. మితిమీరిన పొగ వల్ల మనుషులకి ఆరోగ్య హాని కలుగుతుంది. అగ్నిలో మిగిలే బూడిద వదిలించుకోవాల్సిన ఒక వ్యర్థ పదార్థం. అది కూడా మరొక తలనొప్పే.

కాని మొత్తం మీద అగ్ని వల్ల కలిగే నష్టాల కన్నా వచ్చే లాభాలే ఎక్కువ. కాబట్టి మనుషులు అగ్ని వ్యాపించకుండా తగు జాగ్రత్తలు తీసుకుంటూ, దాని వినియోగాన్ని క్రమంగా నేర్చుకున్నారు. ఇంట్లో మంట పెట్టుకున్నా పొగ బయటికి పోయేలా పొగగొట్టాన్ని ఏర్పాటు చేసుకున్నారు. కింద మిగిలిన బూడిదని సేకరించి దూరంగా పారేయడం నేర్చుకున్నారు.

వ్యాపించడమే కాదు, నిప్పుతో మరో సమస్య కూడా ఉంది. నిప్పు కొండెక్కినా ఇబ్బందే.

ఇంట్లో నిప్పు కొండెక్కకుండా ఇళ్ళలో మనుషులు ఎన్నో జాగ్రత్తలు తీసుకుంటూ ఉండేవారేమో. మంట ఆరిపోకుండా ఎండుటాకులు, కట్టె పుల్లలు ఏరి తెచ్చి మంటని పోషిస్తూ ఉండమని ఇంట్లో పిల్లలని పురమాయించే వారేమో. కొన్ని సార్లు ఒక మంట నుండి ఒక మండే కట్టెని తెచ్చి మరో మంటని రాజేయొచ్చు. అప్పుడిక మొదటి మంటని పూర్తిగా ఆర్పేసి బూడిదని శుభ్రం చేసేయొచ్చు.

అయినా కూడా కొన్ని సార్లు మంట అనుకోకుండా ఆరిపోవచ్చు. అలాంటప్పుడు పొరుగింటికో, పొరుగు గ్రామానికో వెళ్ళి ఒక మండే కట్టెని తీసుకురావాలి. కొన్ని మండే కట్టె పుల్లలని కుండలో పోసి, దారంతా మంటని పోషిస్తూ, జాగ్రత్తగా ఇంటికి తీసుకురావాలి.

కాని ఇరుగు పొరుగు ఇళ్ళలో మంటలన్నీ ఒకేసారి ఆరిపోతే? ఇక అందుబాటులో నిప్పే లేకపోతే? అప్పుడేంటి దారి? పిడుగు పడుతుందని ఎదురుచూడాలా? కార్చిచ్చు కోసం కాచుకు కూర్చోవాలా?

పిడుగులు, పొరుగింటి మంటలు లేకుండా నిప్పు రాజేసే పద్ధతిని తెలుసుకోనంత వరకు అగ్ని వినియోగం ఒక సమస్యగానే ఉండేది. ఆ సమస్యకి పరిష్కారం తొమ్మిది వేల ఏళ్ళ క్రితం తెలిసింది.

అది బహుశ కాకతాళీయంగా జరిగి ఉండొచ్చు. మనుషులు రాళ్ళతో పనిముట్లు చేసుకునే వారు. పనిముట్టుని మలచటానికి ఒక రాయిని మరో

నిప్పు రాజేస్తున్న ఆదిమ మానవుడు

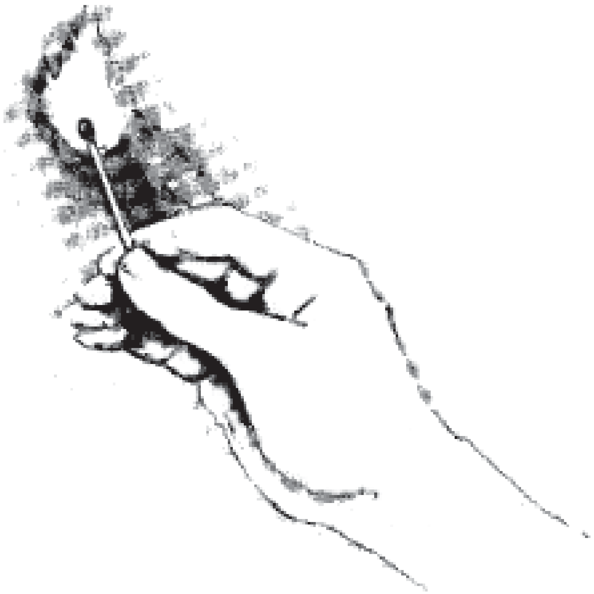
రాయితో కొట్టాల్సి వచ్చేది. ఒక రాయిని మరో రాయి మీద రుద్దినప్పుడు వేడి పుట్టేది. కొన్ని సార్లు రాళ్ళ నుండి ఎగిరి పడే రాతి ముక్కలు ఎంత వేడెక్కేవి అంటే ఆ వేడికి అవి రగిలేవి.

అలా రగిలే రాతి ముక్కలు జ్వలనీయమైన పదార్థం మీద పడినప్పుడు ఆ పదార్థం నిప్పు అంటుకునేది. క్రమంగా రాళ్ళని రుద్ది, అలా రుద్దగా పుట్టిన నిప్పురవ్వలని ఎండు పొట్టు మీద పడేలా చేసి, నిప్పు రాజేయడం నేర్చుకున్నారు మనుషులు. ఆ విధంగా మొట్టమొదటిసారిగా మంట లేకుండ మంట ఎలా రాజెయ్యాలో తెలిసింది.

దీనికి మరో పద్ధతి కూడా ఉంది. సూదిగా చెక్కిన ఒక కట్టెని మరో కట్టెలో ఉన్న కన్నంలోకి దూర్చి వేగంగా తిప్పాలి. ఆ రాపిడికి వేడి పుట్టి కన్నంలో ఉండే పొట్టు నిప్పు అంటుకుంటుంది.

ఈ రెండు పద్ధతులూ అంత తేలికైనవి కావు. కాని అగ్ని అత్యవసరమైనది కాబట్టి ఈ విధంగా తిప్పలు పడి నిప్పు రాజేసుకునేవారు.

ఆధునిక కాలంలో ఈ పద్ధతిని మనం మరింత సరళీకరించాం. సిగరెట్ లైటర్లలో ఒక లోహపు చక్రం ఒక చకుముకి రాయిని రుద్దుతుంది. అప్పుడు ఎగసే రవ్వల వల్ల జ్వలనీయమైన ఆవిర్లు భగ్గుమంటాయి.



కర్ర పుల్లని రుద్ది రాపిడి చేత నిప్పు పుట్టించే పద్ధతిని కూడా వాడతాం. అయితే నేడు ఆ పుల్లలకి సులభంగా నిప్పు అంటుకునే ఒక రసాయనపు పూత వేస్తున్నాం. అదే మనందరికీ తెలిసిన అగ్గిపుల్ల.

ఇన్ని పద్ధతులు ఉన్నా ముందే ఉన్న అగ్నిని ఉపయోగించి మరో అగ్నిని పుట్టించడం చాలా తేలికైన పద్ధతి.

2. చెక్క

ఆ విధంగా మనుషులు అగ్నిని లొంగదీసుకోవడం నేర్చుకున్నారు. మంట ఆరిపోతే తిరిగి మంట ఎలా రాజేయాలో నేర్చుకున్నారు. అయినా ఇంధనం సమస్య ఇంకా ఉండనే ఉంది.

తొలి దశలలో మనిషికి తెలిసిన అత్యంత శ్రేష్ఠమైన ఇంధనం చెక్క. ఎడారులలోను, ధృవప్రాంతాలలోను తప్ప భూమి మీద చెక్క విరివిగా దొరుకుతుంది. ఎండిన చెక్క తేలికగా మండుతుంది, కాని మరీ వేగంగా మండదు. అది మండినప్పుడు తగినంత వెలుగు, వేడి పుడతాయి. పైగా మనుషులు చెక్క తినరు కాబట్టి మంటని పోషించే ప్రయత్నానికి, తమని పోషించుకునే ప్రయత్నానికి మధ్య పోటీ ఉండదు.

ఒక పెద్ద కట్టెల కుప్పకి మంట పెట్టినప్పుడు కట్టెల ఉపరితలం మీద ఉండే కార్బన్, హైడ్రోజన్ పరమాణువులు గాల్లోని ఆక్సిజన్ అణువులతో కలుస్తాయి. కాని ఆ కుప్ప కేంద్రంలోకి గాలి చొరబడటం కష్టం అవుతుంది.

కుప్ప కేంద్రంలో కట్టెలు వేడెక్కి అందులోని అణువులు బయటపడి ఆవిర్లుగా మారవచ్చు. కాని దరిదాపుల్లో తగినంత ఆక్సిజన్ ఉండదు. కుప్ప కేంద్రంలోకి కాస్తో కూస్తో ఆక్సిజన్ ప్రవేశించినా అది హైడ్రోజన్

కట్టెల మంట

పరమాణువులతో కలుస్తుంది. కార్బన్ పరమాణువుల కన్నా హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఆక్సిజన్‌తో బాగా కలుస్తాయి.

ఆ విధంగా కట్టెల కుప్ప కేంద్రంలో ఎక్కువ కార్బన్ అణువులే ఉన్న ఒక విధమైన పదార్థం పోగవుతుంది. ఆ కార్బన్ పరమాణువులు ఉన్న పదార్థం నల్లని రంగులో ఉంటుంది. ఇది బూడిద కాదు ఎందుకంటే బూడిద సామాన్యంగా తెల్లగా ఉంటుంది.

ఇలాంటి పరిణామం ఒక మండే కట్టెలో కూడా జరగడం చూస్తాం. మంటని ఆపేసి చూస్తే కట్టెలో ఒకప్పుడు నిప్పు ఉన్నచోట నల్లగా ఉంటుంది. దీనికి కారణం గాల్లోని ఆక్సిజన్ కట్టెలోని హైడ్రోజన్‌తో సంయోగం జరిపి హైడ్రోజన్‌ని తొలగిస్తుంది. ఇక మిగిలింది కార్బన్. అప్పుడా కట్టె బొగ్గుగా మారింది అంటాం.

మంట ఆరిపోయాక కట్టె కేంద్రంలో మిగిలిన నల్లని పదార్థం అంతా బొగ్గుగా మారిన చెక్కే.

ఈ బొగ్గుగా మారిన కట్టెని మంటలో పెడితే అందులోని కార్బన్ నిప్పు అంటుకుంటుంది. అందులో మిగిలిన కార్బన్‌కి ఆక్సిజన్‌తో కలిసే అవకాశం దొరుకుతుంది. కార్బన్ పరమాణువులు వాటంతకవి ఆవిర్లని వెదజల్లవు. కాబట్టి జ్వాల ఉండదు. నల్లని కట్టె ఎర్రగా రగులుతూ క్రమంగా బూడిదగా మారుతుంది. అలా నెమ్మదిగా రగులుతూ మండే వస్తువునే బొగ్గు అంటారు. మసిబారిన కట్టె అలా మండుతుంది కాబట్టి దీన్ని మసిబొగ్గు అని కూడా అంటారు.

ఒక విధంగా చూస్తే చెక్క కన్నా మసిబొగ్గే మేలు. కట్టె కన్నా మసిబొగ్గు మరింత నెమ్మదిగా మండుతుంది, మరింత వేడిమినిస్తుంది కూడా. కొన్ని రకాల వంటల్లో చెక్క కన్నా ఇలాంటి ఇంధనం మేలు.

అంతేకాక మసిబొగ్గులో ఇంచుమించు పూర్తిగా కార్బన్ పరమాణువులే ఉంటాయి. లోహాలతో ముందే కలిసిన ఆక్సిజన్‌తో ఈ కార్బన్ పరమాణువులు

కలుస్తాయి.

గనులలో ఖనిజాలు ఎక్కువగా లోహం-ఆక్సిజన్ సంయోగాలుగా ఉంటాయి. ముడి లోహంలోని ఆక్సిజన్‌ని కార్బన్ కాజేసినప్పుడు శుద్ధ లోహం మిగులుతుంది. పైగా మసిబొగ్గు మండినప్పుడు పుట్టే అధిక ఉష్ణోగ్రత ఈ మార్పుకు దోహదం చేస్తుంది కూడా. కాబట్టి ముడి పదార్థం నుండి లోహాలని, ముఖ్యంగా ఇనుముని వెలికితీయడంలో మసిబొగ్గు ముఖ్య పాత్ర ధరిస్తుంది.

అయితే మసిబొగ్గు నుండి ఆవిర్లు పుట్టవు కాబట్టి ఎక్కువ వెలుగు రాదు. చీకట్లో దారి కనిపించాలంటే బొగ్గు సరిపోదు. కట్టెల మంట కావలసిందే.

ఆ విధంగా బొగ్గు వల్ల ఎన్నో ప్రయోజనాలు ఉన్నాయని గుర్తించిన మనుషులు దాన్ని కృత్రిమంగా తయారుచెయ్యడం మొదలుపెట్టారు. ఒక పెద్ద కట్టెల మంట రాజేసి, లోపలికి ఎక్కువగా ఆక్సిజన్ చేరకుండా దాని పైన మట్టితో కప్పేవారు.

ఆ విధంగా ఎంతో చెక్కని కాల్చి బొగ్గు తయారు చేసేవారు. ఒక కిలో బొగ్గు తయారుచెయ్యడానికి ఎన్నో కిలోల కట్టెని వాడాల్సి వచ్చేది.

తొలి రోజుల్లో మనుషులకి ఇదొక సమస్యలా అనిపించలేదు. ఎక్కడ చూసినా ఎన్నో కట్టెలు ఉండేవి కాబట్టి వాటిని కాల్చెయ్యటం ఒక సమస్యగా

తోచేది కాదు. ఎంత కాల్చినా ఇంకా ఎన్నో చెట్లు ఉన్నాయి.

కొన్ని రకాల చెక్క ఇతర రకాల చెట్ల కన్నా మండినప్పుడు ఎక్కువ వెలుగు నిచ్చేది. కొన్ని రకాల చెక్క నుండి రెసిన్ అనే మెత్తని జిగురు వంటి పదార్థం పుట్టేది. ఆ చెక్కని మండిస్తే చక్కని జ్వాల వచ్చేది. ఆ జ్వాలతో చీకట్లో దారి స్పష్టంగా కనిపించేది. ఈ కారణం వల్లనే పైన్, సిడర్ మొదలైన చెట్లు ప్రజ్వలంగా వెలుగుతాయి. అందుకే ఆ చెట్లని దివిటీలలోను, కాగడాలలోను వాడతారు.

చెక్క కాకుండా ఇతర జ్వలనీయ పదార్థాలు కూడా ఉన్నాయి. కొన్నిచెట్ల నుండి, జంతువుల నుండి వచ్చే తైలాలు కూడా జ్వలనీయాలే. కట్టె ముక్కలని నూనెలో నానబెట్టి మండిస్తే చక్కగా మండుతాయి.

లేదంటే చెక్క లేకుండా వట్టి నూనెనే వాడొచ్చు. తొలిచిన రాయిలో గాని, మట్టి కుండలో గాని నూనె పోసి అందులో అంచుల వెంట ఒక వత్తిని ఏర్పాటు చెయ్యవచ్చు. వత్తిలోకి ఇంకిన నూనె నూనెమట్టం కన్నా పైకి లేస్తుంది. వత్తి బయటి కొసకి మంట పెడితే వత్తిలో ఉండే నూనె క్రమంగా మండుతూ వెలుగునిస్తుంది. 70,000 ఏళ్ళ క్రితమే ఇలాంటి నూనె దీపాలు వాడుకలో ఉన్నాయి.

కట్టెల మంట కన్నా దీపం ఎంతో సౌకర్యంగా ఉంటుంది. దీపాన్ని కావలసిన చోటికి తీసుకుపోవచ్చు. ఎక్కడ కావలిస్తే అక్కడ దాన్ని ఉంచి పని చేసుకోవచ్చు. కట్టె మంటలని ఆ విధంగా మోసుకుపోలేం.

అయితే నూనె దీపాలతో కూడా నూనె ఒలికి నిప్పు అంటుకునే ప్రమాదం ఉంది. ఇది గాక ఘన రూపంలో ఉండే నూనెలు ఉన్నాయి. వీటినే కొవ్వు అంటారు. ఇలాంటిదే మరో పదార్థం మైనం. ఒక రకమైన మైనం తేనెతుట్టెల్లో కూడా దొరుకుతుంది.

కొవ్వుతో ఇక దీపం అవసరం ఉండదు. కొవ్వుని కరగబెట్టి ఒక వత్తికి దట్టమైన పూతగా వెయ్యొచ్చు. కొవ్వు చల్లారాక గట్టిపడుతుంది. ఇదే

కొవ్వొత్తి. 5000 ఏళ్ళ క్రితమే కొవ్వొత్తి వినియోగం ఉంది.

దీపం కన్నా కొవ్వొత్తిని రవాణా చెయ్యడం మరింత సౌకర్యంగా ఉంటుంది. పైగా కొవ్వొత్తిలో కొవ్వు ఒలికిపోతుందన్న భయం ఉండదు.

అడవి - కట్టెలకు మంచి వనరు

కొవ్వు, తైలం మొదలైనవి ప్రయోజనకరమే అయినా అవి చెక్క అంత విరివిగా దొరకవు. ప్రాచీన కాలంలో పెద్ద వంట రాజేయాలంటే పెద్ద మొత్తంలో కొవ్వునో, తైలాన్నో తీసుకురావడం జరిగే పని కాదు. అంత మైనం కావాలంటే ఎన్ని తుట్టెల్ని కొట్టాలో, అంత కొవ్వు కావాలంటే ఎన్ని కోళ్ళని చంపాలో, అంత తైలం కావాలంటే ఎన్ని చెట్లు పడగొట్టాలో!

వీటి కోసం శ్రమ పడే బదులు పెద్ద ఎత్తున చెట్లు కొట్టి, కట్టెలు కొట్టి పెద్ద మొత్తంలో వంట చెరకు సమకూర్చుకోవచ్చు.

కాబట్టి ఆధునిక యుగం వరకు కూడా మనుషులకి చెట్లే అతి ముఖ్యమైన ఇంధనాలు. ప్రపంచంలో ఎన్నో చోట్ల ఇప్పటికీ వంట చెరకునే ఇంధనంగా వాడుతున్నారు.

చెక్క కేవలం అనువైన ఇంధనం మాత్రమే కాదు. ఎన్నో విధాలుగా అదో అద్భుతమైన పదార్థం. చెక్క దృఢంగా ఉంటుంది, దీర్ఘకాలం

మన్నుతుంది. అందమైన ఆకృతి ఉంటుంది. ముక్కలు కోసి కావలసిన తీరులో మలచుకోవచ్చు. మైనపు పూత పూసి నునుపుగా చేసుకోవచ్చు.

అందుకే చెక్కని (దీనినే కలప అంటాం) ఇళ్ళు, బళ్ళు, ఓడలు మొదలైన ఎన్నో వస్తువుల నిర్మాణానికి వాడుతారు.

ఆధునిక యుగంలో చెక్కతో చవకగా కాగితం తయారుచెయ్యొచ్చని తెలుసుకున్నారు. మీరు చదువుతున్న పుస్తకంలోని కాగితం ఒకప్పుడు ఏదో చెట్టు నుండి వచ్చింది.

ఆ విధంగా ఎన్నో యుగాల పాటూ మనుషులు చెక్క మీద ఆధారపడి జీవించారు.

3. బొగ్గు

అగ్ని వాడుకతో జీవన పరిస్థితులు మెరుగయ్యాయి. మనుషుల ఆయుర్దాయం పెరిగింది. జనాభా పెరిగింది.

మనుషులు పెరుగుతున్న కొద్దీ మరిన్ని ఓడలు, ఇళ్ళు, బళ్ళు నిర్మించడానికి, మరిన్ని అగ్నులు రాజేయడానికి మరింత కలప కావాల్సి వచ్చింది.

కాని ఆ విషయంలో మనుషులకి దిగులు లేదు. పర్యావరణంలో అసంఖ్యాకమైన చెట్లు ఉన్నట్లు అనిపించింది. కలపకి అడవులు అక్షయ పాత్రలు అనుకున్నారు ప్రజలు.

బొగ్గు ఏర్పడటానికి దోహదం చేసే అడవి

అక్షయ పాత్రలు పురాణ కథలలో ఉంటాయేమో గాని నిజ జీవితంలో ఉండవు. చెట్లు మరీ అంత వేగంగా పెరగవు. ఏటేటా కొంత కలప మాత్రమే చెట్లలో పెరుగుతుంది. మనుషుల సంఖ్య పెరుగుతుంటే, కలప వాడుక పెరుగుతుంటే కావాల్సిన కలప ఉన్న కలప కన్నా ఎక్కువ అవుతుంది.

ఆ దశ చేరుకున్నప్పుడు అడవులు మాయం కావడం

ఆరంభించాయి. కలప కొరత ఏర్పడింది. శతాబ్దాలుగా నాగరికత ఉన్న ప్రాంతాల్లో కలప కొరత ఎంత ఎక్కువగా ఉండేదంటే ఇతర ప్రాంతాల నుంచి కలపని దిగుమతి చేసుకోవాల్సి వచ్చేది.

దాంతో కలప దొరకడం కష్టమయ్యింది, ఖరీదు కూడా పెరిగింది. కలప కన్నా చవకైనది, తేలికగా దొరికేది మరేదైనా ఇంధనం కలపకి ప్రత్యామ్నాయంగా ఉంటే బాగుండేది అని మనుషులు అనుకోసాగారు.

నిజానికి అలాంటి ఇంధనం ఉంది. కలపకీ, దానికీ ఎన్నో పోలికలు కూడా ఉన్నాయి. ఆ ఇంధనం గతంలో కలప రూపంలో అడవులలో ఉన్న పదార్థమే.

ప్రాచీన అడవులలో ఉండే చెట్లు ప్రస్తుతం భూమి మీద మనకి కనిపించే చెట్ల కన్నా చాలా భిన్నంగా ఉంటాయి. ఒకప్పుడు హార్స్ టెయిల్ మొక్కలు, క్లబ్ మాస్ మొక్కలు, పెద్ద పెద్ద ఫెర్న్ మొక్కలు మొదలైనవి ఉండేవి.

రమారమి 34.5 కోట్ల ఏళ్ళ క్రితం లోతట్టు ప్రాంతాల్లో ఉండే బురద నేలల్లో విస్తృత అటవీ సంపద వెల్లివిరిసింది.

చెట్ల ఆయుర్దాయం పరిమితమే కాబట్టి ఏదో ఒకనాడు అవి చచ్చిపోతాయి. పిడుగు పడటం వల్ల, పెద్ద పెద్ద జంతువుల విధ్వంసకాండ వల్ల కూడా చెట్లు అంతరించిపోవచ్చు. లేదా కార్చిచ్చులు బయలుదేరి పెద్ద పెద్ద అడవులే బూడిద కావచ్చు. అలా చనిపోయిన చెట్లకి గాలి సోకిందంటే, చెట్లలోని హైడ్రోజన్, కార్బన్ పరమాణువులు గాల్లోని ఆక్సిజన్‌తో చర్య జరుపుతాయి. కాలక్రమేణా చెట్లు పూర్తిగా కుళ్ళిపోతాయి.

బురద నేలలో పెరిగే చెట్లు కొన్ని సార్లు స్థిరం తప్పి, పక్కకి ఒరిగి బురదలో కూరుకుపోవచ్చు. అలాంటప్పుడు పూర్తిగా కుళ్ళడం కష్టం అవుతుంది. గాలి పెద్దగా సోకదు కాబట్టి కుళ్ళడం నెమ్మదిస్తుంది.

ఆక్సిజన్ కొరత వల్ల సగం కాలిన చెట్ల విషయంలో కూడా అదే జరుగుతుంది. ఆక్సిజన్ పరమాణువులతో హైడ్రోజన్ పరమాణువులు

కలుస్తాయి. కార్బన్ మిగిలిపోతుంది.

కూలిపోయిన చెట్లు మెల్లగా మసిబారతాయి. మసి బొగ్గు లాంటి నల్లని పదార్థం ఏర్పడుతుంది. ఆ విధంగా వందల, వేల, లక్షల ఏళ్ళుగా అసంఖ్యాకమైన చెట్లు పడి మట్టిలో కూరుకుపోగా, పెద్ద ఎత్తున ఆ నల్లని పదార్థం భూగర్భంలో పోగవసాగింది. లక్షలాది టన్నుల పదార్థం ఏర్పడసాగింది.

అడవిలో చెట్లన్నీ ఇంచుమించు పడిపోయాక ఆ నల్లని పదార్థం మీద బురద పొరలు పొరలుగా ఏర్పడింది. ఆ బురద పొరల మీద కొత్త అడవులు పెరిగాయి. అవి మళ్ళీ పడినప్పుడు మరో నల్లని పదార్థపు పొర ఏర్పడుతుంది. దాని మీద మళ్ళీ బురద పొర.

బురద పొర దట్టం అవుతున్న కొద్దీ, పెరుగుతున్న కొద్దీ దాని భారానికి బురదలో ఉండే నీరు పిండబడి బయటికి వస్తుంది. బురదలోని ఇసుక, కంకర మొదలైన పదార్థాలు ఒక్కటై రాళ్ళు రూపొందుతాయి. ఆ రాళ్ళ బరువుకి నల్లని పదార్థం మరింత దగ్గర అవుతుంది.

మామూలుగా మనుషులు తయారుచేసే మసిబొగ్గు పెళుసుగా, తేలిగ్గా ఉంటుంది. కుళ్ళిన చెట్లు మట్టిలో కూరుకుపోగా ఏర్పడే బొగ్గు భారంగా, సాంద్రంగా, కఠినంగా ఉంటుంది. అది పూర్తిగా మసిబొగ్గులా ఉండదు. కాని నిప్పులాగే రగులుతుంది. కాబట్టి దీన్ని కూడా మనుషులు బొగ్గు అని పిలవటం మొదలుపెట్టారు.

ప్రస్తుత కాలం కూడా భూగర్భంలో బొగ్గు రూపొందుతూనే ఉంది. బురద నేలకి అడుగున, కుళ్ళుతున్న వృక్ష పదార్థాన్ని తవ్వి తీసి, ఎండపెడితే దాన్ని బొగ్గులా వాడుకోవచ్చు. అలా ఎండబెట్టిన పదార్థాన్నే పీట్ అంటారు.

ఈ పీట్‌లో కొంత హైడ్రోజన్ అప్పటికే హరించుకుపోయి ఉంటుంది. కాబట్టి పచ్చని కలపలో కన్నా ఇందులో కార్బన్ పాళ్ళు ఎక్కువగా ఉంటుంది. పచ్చని కలపలో కార్బన్ పాలు 50 శాతం అయితే పీట్‌లో 60 శాతం

బొగ్గులో ఫెర్న్ ఆకు అచ్చు

ఉంటుంది.

ఇక తదుపరి దశ లిగ్నైట్ దశ. ఎండినప్పుడు ఇందులో 70 శాతం కార్బన్ ఉంటుంది.

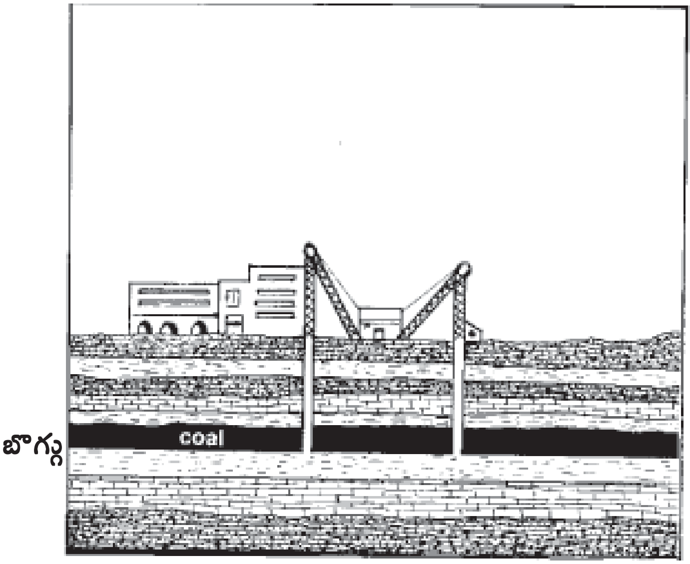
దీని కన్నా ఉన్నతమైన బొగ్గు అంటే 85 శాతం కార్బన్ గల బొగ్గు కూడా ఉంది. గాలి లేకుండా దీన్ని వేడి చేస్తే కార్బన్ కాని 15 శాతం పదార్థం ఎగిరిపోతుంది. అప్పుడు మిగిలిన పదార్థం నల్లగా తారు రూపంలో ఉంటుంది. వెనకటి రోజుల్లో దీన్ని బిట్యుమెన్ అనేవారు. అందుకే ఇలాంటి బొగ్గుని బిట్యుమెన్ బొగ్గు అంటారు.

చివరిగా 95 శాతం కార్బన్ ఉన్న బొగ్గు జాతి కూడా ఉంది. ఇది కూడా మసిబొగ్గు లాగానే ఎర్రని వెలుగుతో రగులుతుంది. గ్రీకులో నిప్పు కణికని ఆంత్రాక్స్ అంటారు. అందుకే ఇలాంటి బొగ్గుని ఆంత్రాసైట్ అంటారు.

బొగ్గు చాలా నెమ్మదిగా రూపొందుతుంది. ప్రస్తుతం కన్నా వెనకటి రోజుల్లో మరి కాస్త వేగంగా రూపొందేదేమో.

ప్రపంచంలో ఉండే బొగ్గులో పీట్, లిగ్నైట్ జాతికి చెందిన బొగ్గు చిన్న శాతం మాత్రమే. ఆంత్రాసైట్ బొగ్గు కూడా అధిక పీడనం ఉన్న కొద్ది ప్రాంతాలలోనే దొరుకుతుంది. ఈ రకమైన బొగ్గు కూడా ప్రపంచ బొగ్గులో చిన్న శాతమే.

మనకి దొరికే బొగ్గులో ఎక్కువ శాతం బిట్యుమినస్ బొగ్గే. భూగర్భంలో



షాఫ్ట్ గని

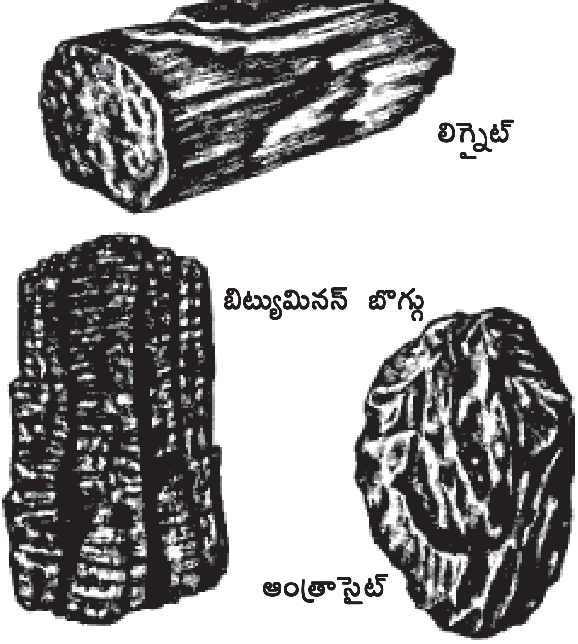
మొత్తం 8,000 కోట్ల టన్నుల బిట్యుమినస్ బొగ్గు ఉండొచ్చని అంచనా.

భూగర్భంలో అంత బొగ్గు ఉన్నా అది పైకి తెలియదు. కోట్ల సంవత్సరాల కాలంలో భూగర్భ పరిస్థితులు స్తబ్దుగా ఉండిపోవు. ఎన్నో మార్పులు జరుగుతుంటాయి.

భూమి పైపొరలలో వచ్చే మార్పుల వల్ల రాతి పొరలు దగ్గరికి జరుగుతాయి లేదా దూరంగా జరుగుతాయి. అయితే మన జీవిత కాలంలో జరిగే మార్పులు కావివి.

కొన్ని పొరలు పైకి తన్నుకు వస్తుంటే, మరి కొన్ని ఇంకా లోతుల్లోకి కూరుకుపోతుంటాయి. కొన్ని పొరలు ఉపరితలాన్ని కూడా చేరుకోవచ్చు. అందుకే కొన్ని చోట్ల ఉపరితలం మీద కూడా అక్కడక్కడ బొగ్గు ముక్కలు పడి ఉండటం కనిపిస్తుంది.

వేల ఏళ్ళ పాటు ఆ బొగ్గు ముక్కలని మనుషులు పట్టించుకోలేదు. చూడటానికి అవి నల్లరాతి ముక్కల్లా కనిపిస్తాయి. ఇతర రాళ్ళతో ఆడుకున్నట్లే



బొగ్గు రకాలు

పిల్లలు వీటితో ఆడుకునేవారేమో. ఈ కొత్తరకపు నల్ల రాతితో పనిముట్లు చేసుకోవడానికి వీలు పడదు కాబట్టి పెద్దవాళ్ళు వాటిని పట్టించుకోలేదు.

4. పారిశ్రామిక విప్లవం

బొగ్గుతో వచ్చిన ఒక చిక్కేమిటంటే అది మండుతుందో లేదో చెప్పడం కష్టం. జ్వలనీయమైన వస్తువులని కూడా కొన్ని సార్లు మండించడం కష్టం కావచ్చు. ఒక వస్తువు తేలికగా మండుతుందా లేదా అన్నది దాని స్థితి మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

ఒక జ్వలనీయమైన వస్తువుకి గాలి మధ్య సంపర్కం ఎంత విస్తారంగా ఉంటే అంత తేలికగా ఆ వస్తువు నిప్పు అంటుకుంటుంది. ఒక పెద్ద చెక్క మొద్దు మండేట్లు చెయ్యడం కష్టం. అదే చెక్కని సన్నని చెక్క వేళ్ళుగా చీల్చితే ఆ వేళ్ళు తేలికగా నిప్పు అంటుకుంటాయి. రంపపు పొట్టు ఇంకా తేలికగా నిప్పు అంటుకుంటుంది.

చెక్కలోని కార్బన్ పరమాణువుల కన్నా హైడ్రోజన్ పరమాణువులు తేలికగా నిప్పు అంటుకుంటాయి. ఇంధనంలో కార్బన్ పాలు ఎక్కువ అవుతున్న కొద్దీ దాన్ని మండించడం మరింత కష్టం అవుతుంది. అయితే ఒకసారి నిప్పు అంటుకుంటే అలా మండుతూనే ఉంటుంది.

మసిబొగ్గులో అధిక శాతం కార్బనే ఉంటుంది కాబట్టి, చెక్క కన్నా దాన్ని మండించడం కష్టం. ఎవరైనా బొగ్గుల కుంపటిని రాజేయటం ఎప్పుడైనా చూశారా? ముందు పేపరు కాల్చి ఆ కాలే పేపరుతో బొగ్గుని మండిస్తారు. లేదా బొగ్గు మీద ఏ కిరసనాయిలో పోసి మండిస్తారు.

మసిబొగ్గు కొంత వరకు నయం. అది సచ్ఛిద్రంగా (porous) ఉంటుంది. అందులో చిన్న చిన్న కన్నాలు ఉంటాయి. ఆ కన్నాలు కంటికి కూడా కనిపిస్తాయి. ఆ కన్నాల్లో నుంచి గాలి దూరి బొగ్గు లోపలికి చొరబడుతుంది. కాని మసిబొగ్గు అంత సచ్ఛిద్రంగా రాక్షసి బొగ్గు ఉండదు. మసిబొగ్గు కన్నా రాక్షసి బొగ్గులో మంట పుట్టించటం మరింత కష్టం.

కాని చాలా చాలా కాలం క్రితం అకస్మాత్తుగా బొగ్గుకి నిప్పు

అంటుకున్న సందర్భాలు జరిగి ఉండొచ్చు. బహుశ చలిమంట కాచుకుంటున్న సమయంలో పొరపాటున ఆ మంటలో ఒక బొగ్గు ముక్క పడి ఉండవచ్చు. లేదా మంట పెట్టిన చోట కాకతాళీయంగా ముందే ఒక బొగ్గు ముక్క ఉండి ఉండొచ్చు.

తరువాత మంట ఆరిపోయాక కూడా ఆ బురదలో ఇంకా రగులుతూ ఒక నిప్పుకణిక కనిపించి ఉండొచ్చు. నల్ల రాయి అనుకున్నది ఇప్పుడు నిప్పు అంటుకుంది. దాని మీద గడ్డిపోచ విసిరితే భగ్గు మంటుంది.

ఇలాంటి సంఘటనలు ఎన్నో జరిగి ఉండొచ్చు. మొదట్లో మనుషులు దాన్ని పెద్దగా పట్టించుకోకపోయి ఉండొచ్చు. "చిత్రంగా ఉందే" అని దాని సంగతి మర్చిపోయి ఉండొచ్చు. కాని క్రమంగా నల్ల రాళ్ళకి మండే సామర్థ్యం ఉందని జనం గుర్తించి ఉంటారు. చెట్లు పడగొట్టడం, కట్టెలు కొట్టటం కన్నా ఈ నల్ల రాళ్ళ కోసం వెదకడం తేలిక అని అనుకుని ఉంటారు.

బొగ్గు వినియోగం సుమారు వేయేళ్ళ క్రితం చైనాలో పుట్టినట్లు దాఖలాలు కనిపిస్తున్నాయి (ఆ రోజుల్లో చైనా ప్రపంచ దేశాలన్నిటిలోకి అభివృద్ధిలో మిన్నగా ఉండేది).

యూరప్‌లో మనుషులకి ఆ రోజుల్లో చైనా గురించి ఏమీ తెలిసేది కాదు. 1275లో మార్కో పోలో అనే ఇటాలియన్ తన కుటుంబంతో పాటు ఆసియా ఖండాన్ని దాటుకుని చైనా చేరాడు. అప్పటికి చైనా ఒక విశాల సామ్రాజ్యానికి కేంద్రంగా ఉండేది.

మార్కో పోలో

మార్కో పోలో చైనాలో

ఎన్నో ఏళ్ళు గడిపాడు. యూరప్ కన్నా చైనా ఎన్నో రంగాల్లో ముందుందని గ్రహించాడు. ఐశ్వర్యంలో, సంస్కృతిలో, నాగరికతలో యూరప్‌ని మించిపోయిందని గుర్తించాడు. చివరికి 1295లో యూరప్‌కి తిరిగొచ్చాడు. మూడేళ్ళ తరువాత చైనాలో తన అనుభవాలని వర్ణిస్తూ ఒక పుస్తకం రాశాడు. ఆ పుస్తకంలో చైనాలో నల్ల రాళ్ళని ఇంధనంగా వాడతారన్న విషయాన్ని కూడా పేర్కొన్నాడు.

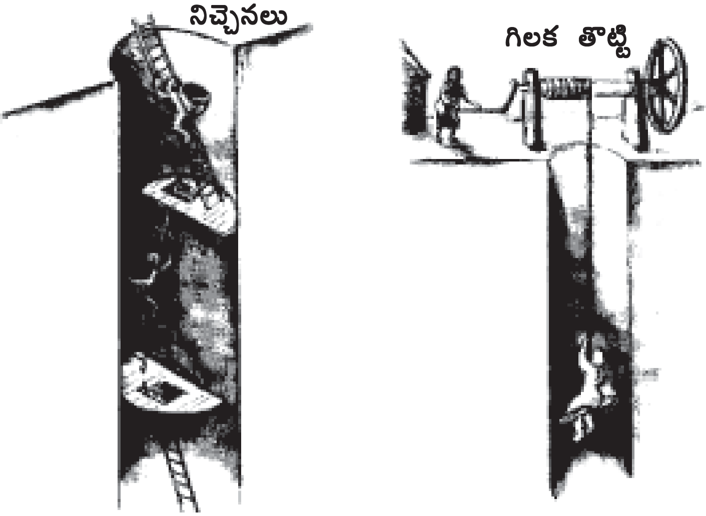
మార్కో పోలో పుస్తకం యూరప్ అంతా బ్రహ్మాండంగా అమ్ముడుపోయింది. ఎంతో మంది విద్యావంతులు ఆ పుస్తకాన్ని చదివారు. మార్కో పోలో చెప్పింది నిజమని నమ్మలేకపోయారు. అయితే మార్కో పోలో చెప్పింది నిజమని ఇప్పుడు మనకి బాగా తెలుసు. ఆ పుస్తకం చదివిన వాళ్ళలో కొంతమందినైనా ఈ నల్ల రాళ్ళని ఇంధనంగా వాడే విషయం ఆకట్టుకుని ఉంటుంది. చలిమంట అడుగున అప్పుడప్పుడూ రగులుతూ కనిపించే నల్ల రాళ్ళని వాళ్ళు కూడా చూసే ఉంటారు.

ఆ తరువాత కొన్ని వందల ఏళ్ళ పాటు యూరప్‌లో బొగ్గుని ఉపయోగిస్తూ వచ్చారు. అయితే తొలి దశలలో ఉపరితలం మీద కనిపించే బొగ్గుని ఏరి వాడేవారు. కాని నేల తవ్వి బొగ్గుని బయటికి తీయవచ్చన్న ఆలోచన మొట్టమొదటిసారిగా నెదర్లాండ్స్‌లో పుట్టింది.

నిజానికి ఆ ఆలోచన మరీ అంత విడ్డూరమైన ఆలోచనేం కాదు. లోహాల కోసం, మణుల కోసం మట్టిని తవ్వడం మనుషులకి కొత్తేమీ కాదు. ఉపరితలం మీద జ్వలనీయమైన నల్ల రాళ్ళు దొరికినప్పుడు, మట్టిలో మరిన్ని రాళ్ళు ఉండటంలో ఆశ్చర్యం ఏముంది?

నెదర్లాండ్స్‌లో అలాంటి తవ్వకాలు చేసిన వాళ్ళకి నిజంగానే భూగర్భంలో బొగ్గు దొరికింది.

నెదర్లాండ్ వాసులకి, ఇంగ్లీషు వాళ్ళకి మధ్య వాణిజ్య సంబంధాలు ఉండేవి. ఎందుకంటే ఈ రెండు దేశాలు ఉత్తర సముద్ర (North Sea)



బొగ్గు గనిలోకి ప్రవేశించటానికి
మొదట అవలంబించిన పద్ధతులు

తీరంలో ఉన్న దేశాలు.

నెదర్లాండ్స్‌లో నల్ల రాళ్ళని ఇంధనంగా వాడుతున్నారన్న విషయాన్ని ఇంగ్లీషు వాళ్ళు గమనించారు. అలాంటి రాళ్ళు ఇంగ్లండ్‌లో కూడా దొరుకుతాయని వాళ్ళు గుర్తించారు.

ఇంగ్లండ్ ప్రాంతానికి ఇది చాలా ముఖ్యమైన ఆవిష్కరణ. వేల్స్ ప్రాంతంతో కలిపితే ఇంగ్లండ్ ప్రాంతం, గ్రేట్ బ్రిటన్ ద్వీపంలో 3/5 వంతు ఉంటుంది (తక్కిన భాగం స్కాట్లండు దేశానికి చెందుతుంది). ఇంగ్లండ్‌లో మనుషులకి కలప చాలా అవసరం. ఇళ్ళకి, బళ్ళకి, ఓడలకి కలప కావాలి. కాని 1600 కల్లా ఆ ప్రాంతానికి చెందిన అడవులు అధిక భాగం తుడిచిపెట్టుకు పోయాయి.

పొరుగు దేశాల నుండి కలప దిగుమతి చేసుకోవచ్చు గాని అందులో కొన్ని సాధకబాధకాలు ఉన్నాయి. అదంత శ్రేయస్కరం కాదు కూడా.

ఇంగ్లండ్ భద్రత అంతా అది నిర్మించే ఓడల మీదే ఆధారపడి ఉంది.

ఆ రోజుల్లో పొరుగు రాజ్యాలైన స్పెయిన్, ఫ్రాన్స్, ఆస్ట్రియాలలో జనాభా ఇంగ్లండ్‌లో కన్నా ఎక్కువే. ఇంగ్లండ్ కన్నా వాళ్ళ సేనలు మరింత బలమైనవి కూడా. ఆ దేశాలు ఇంగ్లండ్ మీదికి దాడి చేసి ఆక్రమించుకోక పోవడానికి ముఖ్య కారణం ఆ దేశం ఒక ద్వీపం కావడమే. దాడి చెయ్యాలంటే శత్రువులు సముద్రం దాటి రావాలి. శత్రు నౌకలు సముద్రాన్ని దాటి రాకుండా ఇంగ్లండు నౌకలు గట్టిగా కాపు కాసేవి.

కలప కోసం ఇంగ్లండ్ ద్వీపానికి బయట నున్న దేశం మీద ఆధారపడితే ప్రమాదం. కలప సరఫరాని శత్రు సేనలు భంగం చేస్తే? ఇంగ్లండ్ నౌకా విభాగం బలహీనం అవుతుంది. దేశం భద్రత దెబ్బతింటుంది.

కాబట్టి ఇంగ్లండ్ తనకి కావలసిన కలపని తానే తయారు చేసుకోవాలి. కలపకి ప్రత్యామ్నాయంగా మరేదైనా ఇంధనం దొరికితే కలపని కేవలం ఓడల నిర్మాణానికి వాడొచ్చు.

ఆ ప్రయోజనానికి బొగ్గు వాడితేనో?

కాబట్టి ఇంగ్లీషు వాళ్ళు బొగ్గు కోసం అన్వేషణ మొదలుపెట్టారు. దేశంలో ఉత్తర భాగంలో గొప్ప బొగ్గు గనులు దొరికాయి. అక్కడి నుండి బొగ్గు తవ్వి, రైళ్ళకి ఎక్కించి న్యూ కాసిల్ అనే ఊరికి తరలించడం మొదలుపెట్టారు. ఈ పట్టణం ఇంగ్లండ్ ఉత్తర సముద్ర తీరంలో ఉంది. అక్కడి నుండి బొగ్గుని ఓడలలో లండన్ నగరానికి చేర్చసాగారు.

ఇంగ్లండ్‌కి బొగ్గు సరిగ్గా సమయానికి దొరికింది. ఉత్తర ఇంగ్లండ్ నుండి ఇంకా ఇంకా బొగ్గు తవ్వి, న్యూ కాసిల్‌కి తరలించి, అక్కడ ఓడలకెత్తిస్తూ వచ్చారు.

1660లో ఇంగ్లండ్ ఏడాదికి 20 లక్షల టన్నుల బొగ్గు ఉత్పత్తి చేసేది. ఆ కాలంలో మొత్తం ప్రపంచంలో ఉత్పత్తి అయ్యే బొగ్గులో అది 80 శాతం అన్నమాట.

మొదట్లో లండన్‌కి రవాణా అయిన బొగ్గుని ఎక్కువగా ఇంధనంగా

1800లలో ఇంగ్లాండులోని న్యూకాసిల్

వాడేవారు. వంట చేసుకోవడానికి, ఇళ్ళు వెచ్చగా ఉంచుకోవడానికి వాడేవారు. ఆ రోజుల్లో బిట్యుమినస్ బొగ్గు వాడేవారు. అందులో తారు శాతం చాలా ఎక్కువగా ఉండేది. మండేటప్పుడూ దట్టమైన పొగలు వచ్చి, దుర్గంధం వేసేది. మసిబారి ఊరంతా మురికిగా తయారయ్యింది.

అయినా కూడా ప్రభుత్వం బొగ్గు వినియోగాన్ని ప్రోత్సహించేది. ఎందుకంటే అడవులని నాశనం చేసే కన్నా ఇదే మేలు.

అయినప్పటికీ కలప పెద్ద ఎత్తున కావాల్సి వచ్చేది. ఆ కలప నుండి వచ్చే మసిబొగ్గుని ముడిఇనుము నుండి ఇనుముని వెలికి తీయటానికి వాడేవారు. ఇనుముకి లక్ష ఉపయోగాలు. దృఢమైన ఉక్కుతో చేసిన గుళ్ళు ఉన్న ఫిరంగులు లేకపోతే ఇంగ్లీషు యుద్ధ నౌకలు ఎందుకూ పనికిరావు.

ఉక్కు తయారీకి కావలసిన కొలిమిలను అడవులలో నిర్మించేవారు.

అందుకని ఎన్నో చెట్లు కొట్టేవారు. కాని ఉక్కు అవసరమైన నాగరిక ప్రపంచానికి ఆ అడవులు దూరంగా ఉంటాయి. పైగా ఒక పక్క అటవీ సంపద కూడా క్రమంగా హరించుకుపోతోంది.

పోనీ కలప బదులు బొగ్గు వాడితేనో? బొగ్గు చిన్న చిన్న ముక్కలుగా వస్తుంది కాబట్టి, తేలికగా ఎక్కడికైనా రవాణా చెయ్యొచ్చు కాబట్టి ఉక్కు కొలుములని ఊళ్ళకి దగ్గరిగా నిర్మించడం మొదలుపెట్టారు.

కాని చిక్కేమిటంటే ఈ ప్రయోజనానికి బిట్యుమినస్ బొగ్గు పనికిరాలేదు. ఈ బొగ్గుతో కావలసినంత ఉష్ణోగ్రత పుట్టించడం సాధ్యం కాలేదు.

1603లో హ్యూ ప్లాట్ అనే ఆంగ్లేయుడు బొగ్గుకి ఒక చక్కని రూపాంతరాన్ని కనుక్కున్నాడు. ఎక్కువ గాలి సోకకుండా, ఆక్సిజన్ సంపర్కం ఎక్కువగా కలుగకుండా బిట్యుమినస్ బొగ్గుని ఒక విధంగా కాలిస్తే, అందులోని తారు లాంటి చిక్కని పదార్థం తొలగిపోతుంది. అది పోగా మిగిలిన అవశేషాన్ని కోక్ అంటారు. కోక్‌లో వట్టి కార్బన్ మాత్రమే ఉంటుంది. అది కూడా ఎన్నో విధాలుగా మసిబొగ్గు లాంటిదే. ముడి ఇనుము నుండి ఇనుముని వెలికి తీయటానికి కావలసినంత అధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద కోక్ మండేది.

తొలి రోజుల్లో మంచి నాణ్యత గల కోక్‌ని ఉత్పత్తి చెయ్యడం సాధ్యం అయ్యేది కాదు. నాణ్యమైన కోక్ తయారీ అర్థం చేసుకోవడానికి, దాంతో ఇనుముని వెలికి తీసే పద్ధతిని తెలుసుకోవడానికి చాలా కాలం పట్టింది. 1709లో ఏబ్రహాం డార్బి (1678–1717) అనే ఆంగ్లేయుడు ఇనుము తయారీలో కోక్‌ని పెద్ద ఎత్తున వాడటం మొదలుపెట్టాడు.

ఆ విధంగా కోక్ వల్ల, బొగ్గు వల్ల ఇంగ్లండ్‌లో కలప పెద్ద ఎత్తున ఆదా అయ్యింది.

ఇదిలా ఉండగా మరి కొందరు ఇంగ్లీషు వాళ్ళు బొగ్గు, ముడి ఇనుము

1890లలో కాలుష్యంతో ఉన్న లండన్ నగరం

దొరికే గనులకి మెరుగులు దిద్దే ప్రయత్నంలో ఉన్నారు.

అలాంటి గనులలో నీరు అడుక్కి చేరుతుంది. ఆ నీటిని బయటికి తోడివేస్తే గాని గనిని వాడటానికి సాధ్యం కాదు. ఈ పనికి ఎంతో మంది మనుషులు కావాల్సి వచ్చేది.

ఈ పని మనుషుల చేత కాకుండా ఆవిరి చేత చేయించ గలమా? కెటిల్‌లో నీరు పోసి మరగబెడితే పక్క నున్న గొట్టంలో నుంచి ఆవిరి వేగంగా బయటికి వస్తుంది. బహుశ అలాంటి ఆవిరి ధారని ఉపయోగించి గనిలోని నీటిని బయటికి తోడగలమేమో.

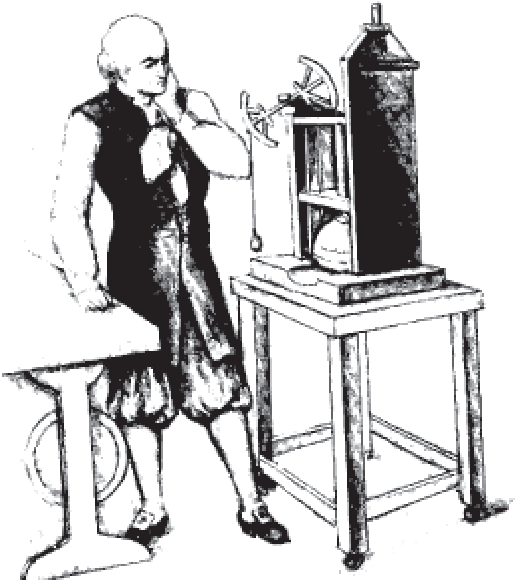
లేదా ఒక గొట్టం నిండా ఆవిరి నిండనివ్వాలి. ఇప్పుడా గొట్టాన్ని చల్లార్చితే గొట్టంలోని ఆవిరి నీరౌతుంది. ఇప్పుడు గొట్టంలో శూన్యం ఏర్పడుతుంది. ఇప్పుడా గొట్టాన్ని గని అడుగున నీటిలో ముంచితే నీరు గొట్టంలోకి ఎక్కుతుంది. ఈ పద్ధతిలో గనిలోని నీటిని పైకి తోడేయొచ్చు.

ఆ విధంగా 1698లో థామస్ సవేరీ (1650–1715) అనే వ్యక్తి

గనులలో నీరు పైకి తోడటానికి "ఆవిరి యంత్రా"న్ని తయారు చేశాడు.

అయితే ఈ యంత్రంలో అధిక పీడనం వద్ద ఆవిరిని వాడేవారు. పీడనం పెరిగితే ప్రాణాపాయం ఉంటుందన్నమాట.

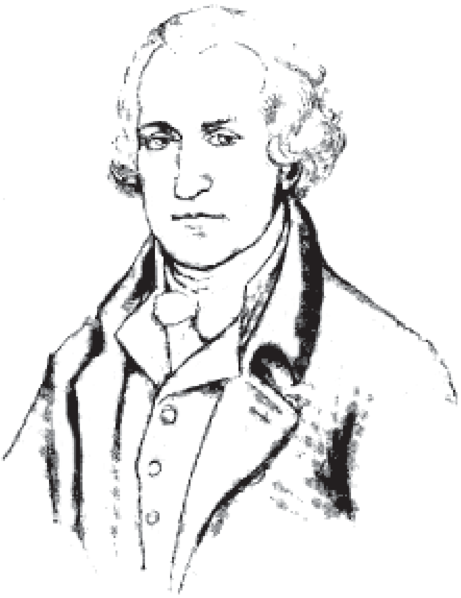
1725లో థామస్ న్యూకొమెన్ (1664-1729) అనే మరో వ్యక్తి (ఇతడు ముందు సవేరీతో కలిసి పని చేసాడు) అల్ప పీడనం వద్ద పని చేసే ఆవిరియంత్రాన్ని తయారుచేశాడు. ఈ యంత్రం సరిగ్గా పని చేసింది. పైగా పీడనం తక్కువ కాబట్టి ప్రమాదం కూడా తక్కువే. 1778 కల్లా ఒక్క కార్మవాల్ అనే రాష్ట్రంలోని గనులలోనే డెబ్బై పైగా న్యూకోమెన్ యంత్రాలు పనిచేస్తున్నాయి.



న్యూకోమెన్ ఇంజిన్ నమూనాతో పనిచేస్తున్న జేమ్స్ వాట్

అయితే ఆవిరి యంత్రాలతో చిక్కేమిటంటే అవి పని చెయ్యడానికి ఆవిరి కావాలి. ఆవిరి కావాలంటే నీరు మరగబెట్టాలి. అందుకు ఇంధనం కావాలి. ఆ పనికి కావలసిన ఆవిరిని పుట్టించడానికి బోలెడంత ఇంధనం కావాల్సి వచ్చేది. ఇంధనాన్ని మండించగా పుట్టిన ఉష్ణశక్తిలో 1/200 వంతు మాత్రమే నీటిని తోడటానికి ఉపయోగపడేది. తక్కిన ఉష్ణం వల్ల యంత్రపు లోహపు గోడలు, వాటి చుట్టు ఉన్న గాలి వ్యర్థంగా వేడెక్కేవి. ఈ పద్ధతి వల్ల ఎంతో ఇంధనం వృధా అయ్యేది.

1765లో జేమ్స్ వాట్ (1736–1819) అనే స్కాట్లండ్‌కి చెందిన ఇంజినీరు మరింత మెరుగైన ఆవిరి యంత్రాన్ని తయారుచేశాడు. న్యూకొమెన్ ఆవిరి యంత్రం కన్నా ఇది ఆరు రెట్లు ఎక్కువ శక్తిని మండే ఇంధనం నుండి రాబడుతుంది (అంటే దీని సామర్థ్యం ఆరు రెట్లు ఎక్కువ అన్నమాట).



జేమ్స్ వాట్ (1736 - 1819)

వాట్ క్రమంగా తన నిర్మాణానికి మెరుగులు దిద్దుతూ వచ్చాడు. త్వరలోనే న్యూకొమెన్ యంత్రాల స్థానంలో ఈ కొత్త యంత్రం వచ్చి చేరింది. 1800 కల్లా ఐదొందల వాట్ ఆవిరి యంత్రాలు ఇంగ్లండ్ అంతటా నెలకొన్నాయి.

అంతే కాదు. ఆవిరి యంత్రాన్ని ఉపయోగించి ఒక పిస్టన్ ముందుకి వెనక్కి కదులుతూ చక్రాన్ని తిప్పే పద్ధతిని రూపొందించాడు వాట్. అంటే ఆవిరి యంత్రాలని కేవలం పంపులుగానే వాడనక్కరలేదు అన్నమాట. వీటితో మనుషుల కన్నా ఎంతో వేగంగా పని చెయ్యగల యంత్రాలని నిర్మించవచ్చు.

ముఖ్యంగా ఆవిరి యంత్రాలతో నూలు వడికి దారాన్ని నెయ్యగల యంత్రాలు తయారుచేశారు. ఈ పద్ధతిలో పత్తి దారంతో బట్టని తేలికగా నేయటానికి వీలయ్యింది (ఈ యంత్రమే పారిశ్రామిక విప్లవానికి నాంది పలికింది).

ఆ కాలంలోనే ఇంగ్లండ్, స్కాట్లండ్ ప్రాంతాలు కలిసి గ్రేట్ బ్రిటన్ దేశం ఏర్పడింది. గ్రేట్ బ్రిటన్ బట్టల మిల్లుల దేశంగా పేరు పొందింది.

ప్రపంచం అంతటికీ నూలు బట్ట సరఫరా చేసే దేశంగా ప్రఖ్యాతి పొందింది. అలా ఆర్జించిన ధనాన్ని పత్తి మొదలైన ముడి సరుకులు కొనటానికి వాడేది. ముడి సరుకుల కన్నా సంపూర్ణ ఉత్పత్తుల ఖరీదు ఎక్కువ కాబట్టి త్వరలోనే గ్రేట్ బ్రిటన్ ప్రపంచంలోకెల్లా అత్యంత సంపన్న దేశంగా, శక్తివంతమైన దేశంగా ఎదిగింది.

అయితే జేమ్స్ వాట్ కనిపెట్టిన ఆవిరి యంత్రం కూడా మండే ఇంధనం నుండి వచ్చే శక్తిలో తొంభై శాతం వృధా చేసేది. కాబట్టి ఆ యంత్రాలలో ఇంధనంగా కలపని వాడి ఉంటే గ్రేట్ బ్రిటన్ అడవులు త్వరలోనే మాయమైపోయి ఉండేవి. పారిశ్రామిక విప్లవానికి త్వరలోనే తెరపడేది.

కాని ఆవిరి యంత్రాలలో బొగ్గుని వాడారు. గ్రేట్ బ్రిటన్‌లో బొగ్గు విరివిగా దొరుకుతుంది. అసలు ఆ బొగ్గు వల్లనే పారిశ్రామిక విప్లవం సాధ్యం అయ్యింది.

ఆవిరి యంత్రాలని గనులలోను, పరిశ్రమలలోను మాత్రమే కాదు. ఓడలలో కూడా ఆవిరి యంత్రాలని ఉపయోగించి నీటిని తోసే చక్రాలని తిప్పవచ్చు. అప్పుడు ఎదురు గాలులు, ఎదురు కెరటాలలో కూడా ఓడని ముందుకి నడిపించవచ్చు.

అలాంటి ఆవిరి ఓడని నిర్మించిన మొదటి వాడు జాన్ ఫిచ్ (1743–1798) అనే అమెరికన్ వ్యక్తి. ఆ నిర్మాణం 1787లో జరిగింది. అయితే ఈ ఓడల వల్ల పెద్దగా డబ్బు రాలేదు. తదనంతరం 1807లో రాబర్ట్ ఫుల్టన్ (1765–1815) అనే మరో అమెరికన్ వ్యక్తి వాణిజ్య పరంగా కూడా విజయాన్ని సాధించిన ఒక ఓడని నిర్మించాడు. మెల్ల మెల్లగా వాణిజ్య ఓడలన్నీ ఆవిరి ఓడలుగా మారిపోయాయి.

ఇక నేల మీద నడిచే వాహనాలలో కూడా ఆవిరి యంత్రాల వల్ల చక్రాలు తిరగసాగాయి. నేల మీద కాకుండా నునుపైన ఉక్కు కడ్డీల మీద ఉంచిన పెద్ద బండిని కూడా, గుర్రాలకి బదులు, ఆవిరి యంత్రాలతో

లాగించడానికి వీలయ్యింది. అలాంటి బండికి locomotive అని పేరువచ్చింది (దాని అర్థం 'స్వయం చోదకమైన' అని). ఈ లోకోమోటివ్ గొలుసుకట్టుగా కట్టిన ఎన్నో బళ్ళని (ఆ బళ్ళలో సరుకులని గాని, మనుషులని గాని ఎక్కించుకుని) కూడా లాగగలిగేది. ఆ విధంగా రైలు పట్టాల మీద పరుగెత్తే రైళ్ళు బయలుదేరాయి.

రాబర్ట్ ఫుల్టన్ (1765-1815)

మొట్ట మొదటి విజయ వంతమైన లోకోమోటివ్‌ని నిర్మించినవాడు జార్జ్ స్టెఫెన్సన్ (1781–1848) అనే బ్రిటిష్ ఇంజినీరు. ఆ నిర్మాణం 1814లో జరిగింది.

పారిశ్రామిక విప్లవం వల్ల ప్రపంచంలో వేగంగా మార్పులు రాసాగాయి. ఆ మార్పులన్నిటికీ కారణం మండే బొగ్గు వల్ల నీరు ఆవిరి కావడమే!

5. బొగ్గు వర్తమానం, భవిష్యత్తు

పారిశ్రామిక విప్లవాన్ని మొట్టమొదట అనుభవించిన దేశం గ్రేట్ బ్రిటన్. అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రాలు, జర్మనీ దేశాలు 1800 చివర్లలో పారిశ్రామికీకరణ చెందాయి. దీనికి కారణం అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రాలలో, జర్మనీలోను కూడా విస్తారంగా బొగ్గు గనులు ఉండడమే.

1900లలో రష్యా కూడా పారిశ్రామిక దేశంగా రూపుదిద్దుకోసాగింది. రష్యాలో కూడా ఎన్నో బొగ్గు వనరులు ఉన్నాయి. నిజానికి ప్రపంచంలో ఏ ఇతర దేశం కన్నా రష్యా (సోవియట్ యూనియన్) మరింత బొగ్గుని ఉత్పత్తి చేస్తోంది.

ప్రపంచం అంతటా యంత్రాల వినియోగం పెరుగుతున్న కొద్దీ ఇంకా ఇంకా బొగ్గుని తవ్వి తీయడం ఆరంభించారు. ప్రస్తుతం ప్రపంచవ్యాప్తంగా ఏటా 300 కోట్ల టన్నుల బొగ్గు తవ్వి, తీసి, తగులబెడుతున్నారు.

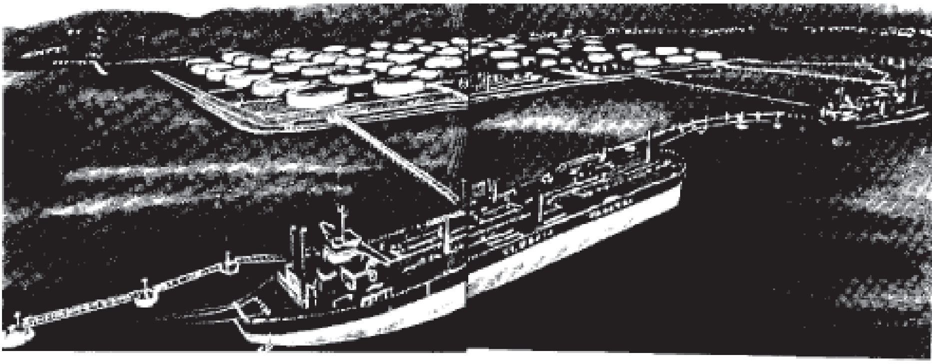
ఇదంత మంచిది కాదు. ఒకటి ఏమిటంటే బొగ్గుని మండించినప్పుడు బోలెడంత పొగ, మసి పుడుతుంది. పారిశ్రామిక దేశాలలో పెద్ద పెద్ద నగరాలన్నీ ఇంకా ఇంకా మురికిగా మారసాగాయి.

బిట్యుమినస్ బొగ్గు కన్నా ఆంత్రసైట్ బొగ్గు తక్కువ పొగతో మండేది. కాని ఆంత్రసైట్ బొగ్గు విరివిగా దొరకదు. బిట్యుమినస్ బొగ్గుకి కొన్ని సంస్కారాలు చేస్తే తక్కువ పొగతో మండుతుంది. కాని ఆ సంస్కారాల వల్ల దాని ఖరీదు పెరుగుతుంది.

అంతేకాక బొగ్గు కోసం ఇంకా ఇంకా లోతుకి తవ్వాల్సి వచ్చేది. అది మరింత ప్రమాదకరం కూడా. గనులలో జరిగే విస్ఫోటాలలో, గనుల గోడలు లోపలికి కూలి పోవడంవల్ల ఎన్నో ప్రాణాలు పోయాయి. బొగ్గు పొడి కాలుష్యం వల్ల అనేక ఊపిరితిత్తుల వ్యాధులతో ఎంతోమంది చనిపోయారు. గనుల నుండి ఊళ్ళకి బొగ్గుని తరలించడం కూడా కష్టం అయ్యేది. ఎందుకంటే

బొగ్గు చాలా భారమైన పదార్థం.

1800 చివరి భాగంలో జనం ద్రవ్యరూపంలో ఉండే ఇంధనాల



చమురు రవాణా

కోసం అన్వేషణ మొదలుపెట్టారు. చెట్ల నుండి, జంతువుల నుండి వచ్చే చమురు పరిమాణం పెద్ద ఎక్కువేం కాదు. కాని భూగర్భంలో నుంచి చమురుని బయటికి తీయటానికి వీలయ్యింది. ఆ చమురునే పెట్రోలియం అనేవారు. ఈ పెట్రోలియంని శుద్ధి చేసి, కిరోసిన్, గాసొలిన్ మొదలైన ద్రవ్యాలుగా మార్చవచ్చు.

బొగ్గుతో పోలిస్తే చమురు ఉపయోగంలో ఎన్నో మేలైన లక్షణాలు ఉన్నాయి. మొట్టమొదటి విషయం ఏమిటంటే చమురు కోసం గనులు తవ్వనక్కరలేదు. నేలలోకి లోతైన కన్నం సరైన చోట తవ్వి అందులో నుంచి చమురుని బయటికి పంప్ చెయ్యవచ్చు. దాని కోసం మనుషులు భూగర్భంలోకి ప్రవేశించాల్సిన పని లేదు.

అంతేకాక చమురుని ఒక చోటి నుండి మరో చోటికి రవాణా చెయ్యటం తేలిక. బొగ్గులా రైళ్ళకి ఎక్కించి రవాణా చెయ్యనక్కరలేదు. పెద్ద పెద్ద పైప్‌లైన్లలో వేల మైళ్ళ దూరానికి పంప్ చెయ్యొచ్చు. లేదా పెద్ద పెద్ద చమురు నౌకలలో విశాల సముద్ర మార్గాల వెంట కూడా పెద్ద మొత్తాలలో చమురుని దూర దేశాలకి తరలించవచ్చు.

కొలుములలో కూడా చమురు వినియోగం మరింత సౌకర్యంగా ఉంటుంది. కావలిసినంత వేగంలో చమురు ధారని కొలిమిలోకి పంప్ చెయ్యొచ్చు. అది తేలికగా నిప్పు అంటుకుంటుంది. ఆ మంటని తేలికగా ఆర్పేయగలం కూడా. పైగా చమురు మండినప్పుడు బూడిద మిగలదు.

చమురు నుండి వెలికి తీసిన ద్రవ్యాలతో కార్లు, బస్సులు, లారీలు, ఓడలు, విమానాలు మొదలైన వాహనాలను నడపగలుగుతాం. ఇళ్ళని వెచ్చ చెయ్యటానికి చమురుని వాడవచ్చు. ఆవిరి యంత్రాలని, విద్యుత్తు జనరేటర్లని నడిపించడానికి కూడా చమురు వాడొచ్చు.

కాని బొగ్గు చేయగలిగినది, చమురు చెయ్యలేనిది ఒక్కటే మిగిలింది. అది ముడి ఇనుము నుండి ఇనుముని వెలికి తీయడం. ఇనుము, ఉక్కు ఉత్పత్తికి ఇంకా బొగ్గు కావలసిందే.

1900లలో చమురు మీద బొగ్గుదే పైచేయిగా ఉండేది. 1950 తరువాత ప్రపంచంలో అత్యంత ముఖ్యమైన ఇంధనంగా చమురు నిలిచింది. 1950 తరువాత ప్రపంచం అంతటా పారిశ్రామికీకరణ మరింత వేగం పుంజుకోటానికి కారణం చమురే.

అయితే చమురు వినియోగంలో కూడా ఒక తిరకాసు లేకపోలేదు. భూగర్భంలో ఉండే చమురు పరిమాణం బొగ్గు కన్నా చాలా తక్కువ. 1970 కల్లా ఇంక ప్రపంచంలో చమురు ఎంతో కాలం రాదని అనిపించింది. 1980లో అవసరాలకి కావలసినంత చమురు ఉండబోదని అనిపించింది.

మరో విషయం ఏమిటంటే ఎక్కువగా చమురు బావులు గల్ఫ్ ప్రాంతంలోనే ఉన్నాయి. అది రాజకీయంగా అస్థిరమైన ప్రాంతం. 1973లో చమురు ఉత్పాదక దేశాలన్నీ కూడబలుక్కుని చమురు ధరలని విపరీతంగా పెంచేశాయి.

ఇక ప్రపంచానికి దిక్కేది?

దైనిక జీవనంలో ప్రతి విషయానికి యంత్రాల మీద ఆధారపడటానికి

మనుషులు అలవాటు పడిపోయారు. ఉదాహరణకి పారిశ్రామిక విప్లవానికి ముందు కన్నా ఇప్పుడు యంత్రాలని ఉపయోగించి మరింత ఆహారాన్ని ఉత్పత్తి చెయ్యటానికి వీలవుతోంది. జేమ్స్ వాట్ తన మొట్టమొదటి ఆవిరి యంత్రాన్ని నిర్మించిన నాటితో పోలిస్తే ఇప్పుడు ప్రపంచ జనాభా ఐదు రెట్లు పెరిగింది.

చమురు నిండుకుంటే యంత్రాలు నిలిచిపోతాయి. ప్రపంచం ఆకలి చావులతో విలవిలలాడుతుంది.

అది జరగకుండా ఉండాలంటే తిరిగి బొగ్గుని ఆశ్రయించాలి. భూగర్భంలో ఇంకా కావలసినంత బొగ్గు ఉంది. కొన్ని శతాబ్దాలకి సరిపోయేటంత బొగ్గు ఉంది.

బొగ్గు గనుల నిర్వహణలో ప్రస్తుతం మనం ఎంతో అభ్యున్నతి సాధించాం. గనులలో యంత్రాల వినియోగం పెరిగింది. తక్కువ మంది మనుషులని ఉపయోగించి మరింత ఎక్కువ బొగ్గుని, మరింత సురక్షితంగా పైకి తీయడానికి వీలవుతోంది.

అంతేకాక బొగ్గుని దూరాలకి, అంటే వినియోగించబడే చోటికి, తరలించాల్సిన అవసరం కూడా ఉండకపోవచ్చు. గనుల వద్దనే బొగ్గుకి, హైడ్రోజన్‌కి మధ్య సంయోగం జరిపే పద్ధతిని కనిపెడతారేమో. అదే సాధ్యమైతే బొగ్గుని ద్రవ్యంగా మార్చుకోవచ్చు. బొగ్గు కన్నా ఆ ద్రవ్యం మరింత సౌకర్యంగా ఉంటుంది.

అయితే బొగ్గుతో కొన్ని ఇబ్బందులు లేకపోలేదు. నేలని తవ్వడం వల్ల మట్టి నాశనం అవుతుంది. భూమిలో ప్రవహించే నీరు కలుషితం అవుతుంది. దాన్ని మండించడం వల్ల పుట్టే మసి, పొగ వాతావరణాన్ని కలుషితం చేస్తాయి. అయితే నేలకి కలిగే హానిని కొంతవరకు సరిదిద్దుకోవచ్చు. బొగ్గుని శుద్ధి చేస్తే వాతావరణ కాలుష్యం కూడా తగ్గుతుంది. కాని ఇవన్నీ చేస్తే బొగ్గు వినియోగంలో ఖర్చు మరింత ఎక్కువ అవుతుంది.

మరో విషయం ఏమిటంటే బొగ్గు సరఫరా కూడా అనంతం కాదు. చమురు కన్నా బొగ్గు ఎక్కువగా ఉందన్నది నిజమే అయినా, ఏదో ఒకరోజు బొగ్గు కూడా మాయమైపోతుంది. ఆ రోజు ఇక దారేంటి?

ఇవన్నీ అటుంచి నేలలోనుంచి తవ్వి తీసిన బొగ్గుని మండించడం అంత శ్రేయస్కరం కాదు. బొగ్గులో అధిక శాతం ఉన్నది కార్బన్. ఆ కార్బన్ ఆక్సిజన్‌తో కలిసినప్పుడు పుట్టేదే కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ (బొగ్గు పులుసు వాయువు).

కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అంత ప్రమాదకరమైన వాయువు ఏమీ కాదు. దాని వల్ల ఉపయోగాలు కూడా ఉన్నాయి.

గాలిలో ఎప్పుడూ కొంత కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ఉంటుంది. ప్రతివెయ్యి కిలోల గాలిలో 3.5 కిలోల కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఉంటుంది. ఆ మాత్రం ఉండడం చాలా అవసరం. పచ్చని చెట్లు, మొక్కలు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ మీద బతుకుతాయి. సూర్యరశ్మిలోని శక్తిని వాడుకుని, కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ని నీటితో కలిపి చెట్లు తమ వృద్ధికి కావలసిన పదార్థాలని నిర్మించుకుంటాయి.

వృక్షాలకి కావలసినంత కార్బన్ డైఆక్సైడ్ జంతువుల నుండి వస్తుంది. జంతువులు ఊపిరి బయటికి వదిలినప్పుడు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ పుడుతుంది. ఆ విధంగా చెట్లు వాడిన కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ని జంతువులు భర్తీ చేస్తాయి.

గాలిలో కార్బన్ డైఆక్సైడ్ లేకపోతే ఇక మనుషులు, జంతువులు, చెట్లు ఏవీ ఉండవు.

మరైతే మరింత బొగ్గుని మండించి మరింత కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ని తయారు చెయ్యడం మంచిదే కదా? దాని వల్ల మరిన్ని చెట్లు పెరుగుతాయి కదా?

లేదు. అలా జరగదు. వృక్షలోకం వాడుకునే వేగం కన్నా మరింత వేగంతో మనం కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ని పుట్టిస్తున్నాం. 1900 నుంచి గాలిలో కార్బన్ డైఆక్సైడ్ స్థాయి పెరుగుతూ వస్తోంది. ప్రస్తుతానికి అది పది వేలలో 3.5 వంతు ఉంది. కొన్నేళ్ళలో అది పది వేలలో 4 వంతులకి పెరగొచ్చు. అయితే అది కూడా అంత ఎక్కువేమీ కాదు. దాని వల్ల మన శ్వాసకి ఏమీ

హాని కలగదు. కాని సమస్య మరో చోట ఉంది.

వాతావరణాన్ని దాటుకుని భూమి మీద పడే సూర్యరశ్మి భూమిలోకి వేడిని ప్రవేశపెడుతుంది. భూమి పగటి పూట సూర్యుడి నుండి గ్రహించిన వేడిమిని రాత్రి వేళల్లో తిరిగి అంతరిక్షంలోకి ప్రసరిస్తుంది. ఆ విధంగా భూమి సగటు ఉష్ణోగ్రతలో మార్పు రాకుండా ఉంటుంది. పగలు పొందింది రాత్రి పోగొట్టుకుంటూ ఉంటుంది.

భూమి నుండి బయటికి ప్రసారం అయ్యే ఉష్ణం పరారుణ (infra-red) కిరణాల రూపంలో ఉంటుంది. ఇవి కూడా కాంతి తరంగాల లాంటివే గాని వీటి తరంగ దైర్ఘ్యం మరింత ఎక్కువ. ఈ దీర్ఘమైన పరారుణ తరంగాలని గాలిలోని కార్బన్ డైఆక్సైడ్ గ్రహిస్తుంది (తక్కువ పొడవు ఉన్న కాంతి తరంగాలని తీసుకోదు).

ఆ విధంగా పరారుణ తరంగాలలోని శక్తి వాతావరణంలోనే ఉండిపోతుంది. అంటే కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వల్ల భూమి వాతావరణం మరి కాస్త వేడెక్కుతోంది అన్నమాట.

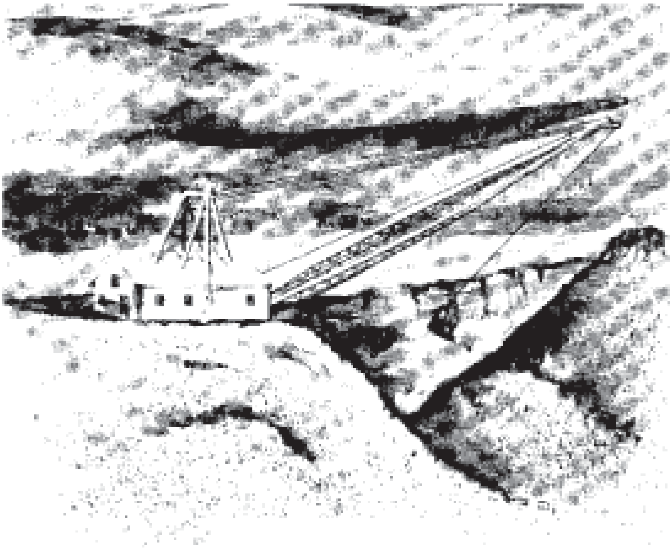
గాలిలో కార్బన్ డైఆక్సైడ్ కాస్తంత ఎక్కువైనా మరింత పరారుణ కాంతి గాలిలో గ్రహించబడుతుంది, భూమి ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది. ఇది పెద్దగా పెరగకపోవచ్చు, కాని వాతావరణంలో సమూల మార్పులు తేవడానికి ఉష్ణోగ్రతలో ఆ కాస్త మార్పు చాలు.

ఇలాంటి పరిణామాల వల్ల వాతావరణంలో ఎలాంటి మార్పులు వస్తున్నాయి, దాని వల్ల కలిగే కీడు ఎలాంటిది మొదలైన విషయాల మీద ప్రస్తుతం శాస్త్రవేత్తలు పరిశోధనలు చేస్తున్నారు. కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ని పుట్టించడం మానేయాలంటే బొగ్గుకి బదులు యంత్రాలని నడిపించడానికి ఇతర పద్ధతులని వినియోగించాలి.

హైడ్రోజన్‌ని వాడుకోవచ్చు. వాయు శక్తిని, జల శక్తిని వాడి విద్యుత్తుని తయారు చేసుకోవాలి. అణు శక్తిని, సౌర శక్తిని వాడాలి.

ఇవన్నీ సాధ్యమే. కాని వీటికి బోలెడంత సమయం పడుతుంది. ధన వ్యయం కూడా అవుతుంది.

ఏదో రోజు బొగ్గు వాడకం ఆగిపోవచ్చు. కాని ఆ బొగ్గువల్లనే

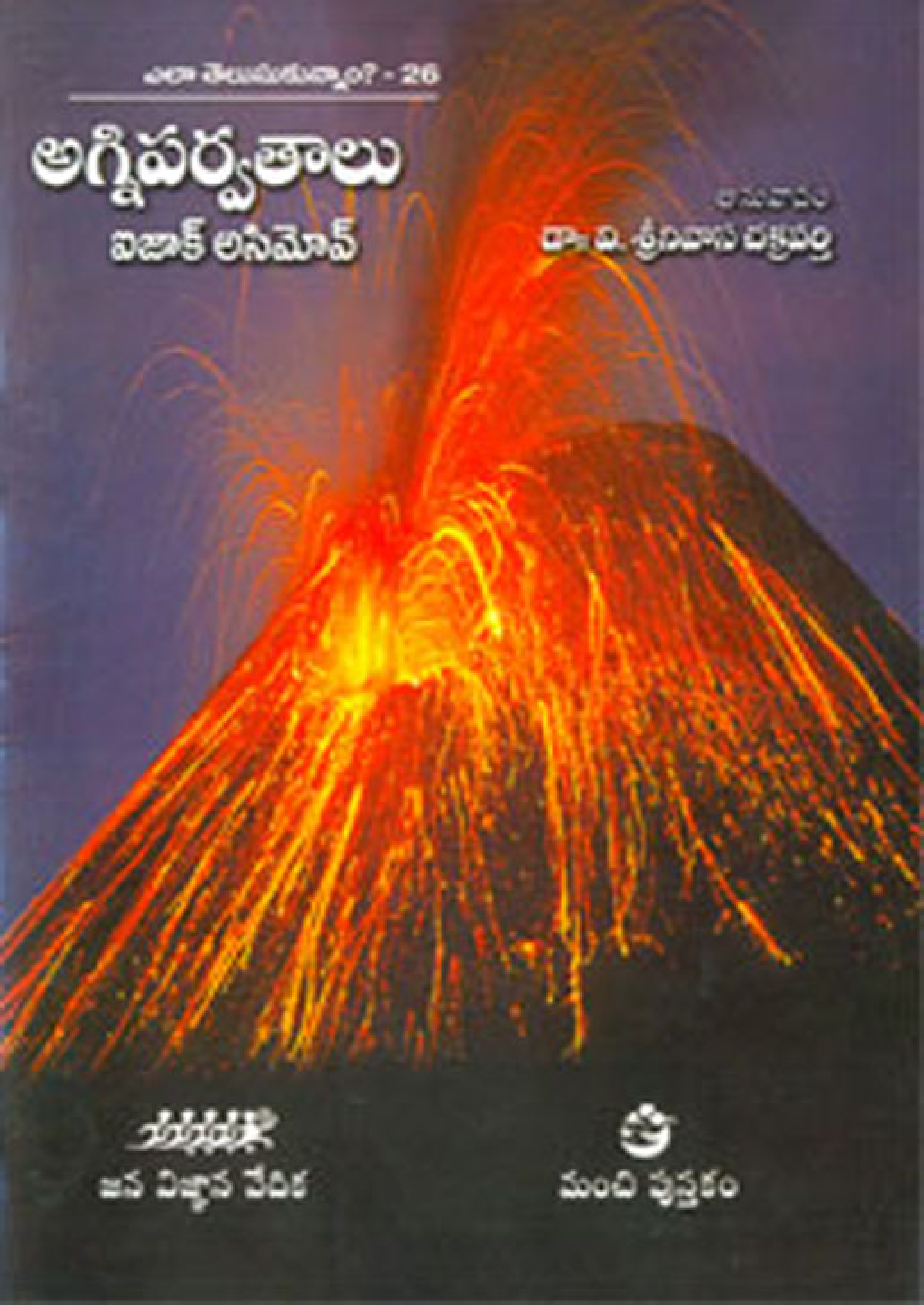


స్ట్రిప్ గని

పారిశ్రామిక విప్లవం సాధ్యమయ్యింది అన్న సంగతి మాత్రం ఎప్పుడూ గుర్తుంచుకోవాలి. అపురూపమైన యంత్రాలతో, ఆవిష్కరణలతో ఆధునిక ప్రపంచానికి ఊపిరి పోసింది బొగ్గే.

మనుషుల ఆకలి తీర్చి సుఖశాంతులని ఒసగింది బొగ్గు.

ఇన్ని వరాలని కేవలం మూడొందల ఏళ్ళలో ఇవ్వగలిగింది. అంతకు ముందు మాత్రం బొగ్గు అంటే ఎవరికీ తెలియని ఒక నల్లని రాయి మాత్రమే.


ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 26
అగ్నిపర్వతాలు
ఐజాక్ అసిమోవ్
అనువాదం
డా. వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి
జన విజ్ఞాన వేదిక
మంచి పుస్తకం

ఎలా తెలుసుకున్నాం - 26

అగ్నిపర్వతాలు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

How Did We Find Out About Volcanoes? by Isaac Asimov

ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 26

అగ్నిపర్వతాలు

రచయిత	:	ఐజాక్ అసిమోవ్
అనువాదం	:	డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి
ప్రచురణ	:	సెప్టెంబరు, 2009
ప్రతుల సంఖ్య	:	2000
వెల	:	రూ. 18/-
ISBN	:	978-93-80153-13-1

ప్రచురణ, ప్రతులకు :

జన విజ్ఞాన వేదిక
జి. మాల్యాద్రి, కన్వీనర్, ప్రచురణల విభాగం
162, విజయలక్ష్మీనగర్
నెల్లూరు - 524 004
ఫోన్ : 94405 03061

మంచి పుస్తకం
12-13-450, వీధి నెం.1
తార్నాక, సికింద్రాబాదు 500 017
ఫోన్ : 94907 46614.
email : info@manchipustakam.in
website : www.manchipustakam.in

కంపోజింగ్, లే అవుట్ : పద్మ
ముఖచిత్ర డిజైన్ : అంకుష్ గ్రాఫిక్స్ & డిజైనర్స్

ముద్రణ : డెక్కన్ ప్రెస్,
1-9-1126/బి,
అజామాబాద్, హైదరాబాదు,
ఫోన్: 27678411.

విషయ సూచిక

1.	తీరా ద్వీపంలో విస్ఫోటం	. . .	05
2.	అగ్నిపర్వతాల గురించి ప్రాచీన భావాలు	. . .	13
3.	గొప్ప అగ్నిపర్వత ప్రస్ఫోటాలు	. . .	19
4.	పాదాల కింద తాపం	. . .	34
5.	ఇతర గ్రహాలలో అగ్నిపర్వతాలు	. . .	42

1. తీరా ద్వీపంలో విస్ఫోటం

యూరోపియన్ నాగరికతకి అంకురార్పణ ఏజియన్ సముద్ర దీవులలో జరిగింది. ఈ దీవులు ఆధునిక గ్రీక్, టర్కీ దేశాల మధ్య ఉన్నాయి.

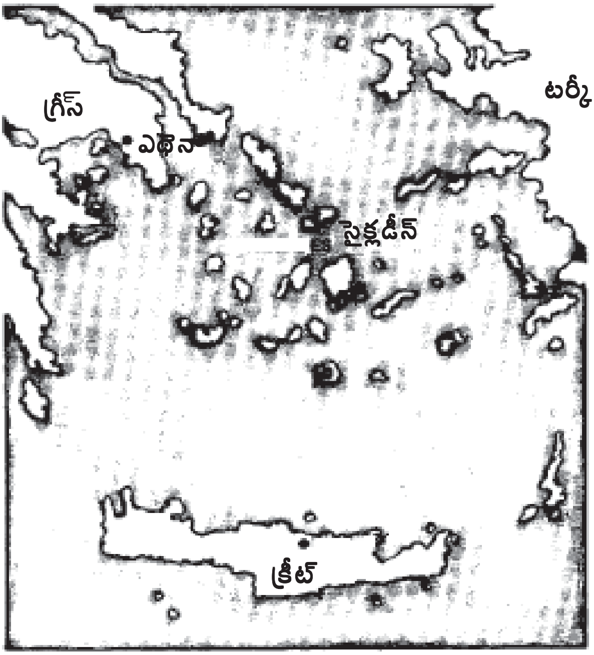
క్రీట్ నుంచి ఫ్రెస్కో ముక్క

ఈ దీవులలో అతి పెద్ద దీవి పేరు క్రీట్. దీని విస్తీర్ణం 3189 చదరపు మైళ్ళు. క్రీ.పూ. 3000 నాటికే క్రీట్‌లో లోహాల వినియోగం ఉంది. అప్పటికే అక్కడి నాగరికత పరిపక్వ దశలో ఉంది.

తన కన్నా ప్రాచీనమైన చరిత్ర గల ఇరుగు పొరుగు ప్రాంతాల నుండి క్రీట్ ఎన్నో విషయాలని పుణికి పుచ్చుకుని ఉంటుంది. క్రీట్‌కి నాలుగొందల మైళ్ళు ఆగ్నేయం (దక్షిణ–తూర్పు)గా ఉన్న ఈజిప్ట్ దేశం అలాంటి ఒక ప్రాంతం. ఇది కాకుండా నేడు మనం లెబనాన్, సిరియా, ఇరాక్ అని పిలుచుకుంటున్న ప్రాంతాలు కూడా సాంస్కృతికంగా క్రీట్‌ని పోషించినవే.

మిగతా నాగరికతలు ఖండాల మీద, విశాల భూభాగాల మీద వెలిశాయి. క్రీట్ మొట్టమొదటి ద్వీప నాగరికతకి చిహ్నం. నలుదిశలా సముద్రం ఉండటంతో సముద్ర యాత్రా సాంప్రదాయం అక్కడ ఆరంభం అయ్యింది. క్రీట్ ఓడలు ఆ ప్రాంతాన్ని అనుదినం కావలి కాస్తూ ద్వీపం మీద సుఖశాంతులని కాపాడేవి. పెద్ద పెద్ద కోటలు, రాచమందిరాలు

కట్టుకున్నారు. నీటి సరఫరాకి ఏర్పాట్లు చేశారు. చక్కని కళాఖండాలు నిర్మించారు. క్రీడాకలాపాలలో రాణించారు.

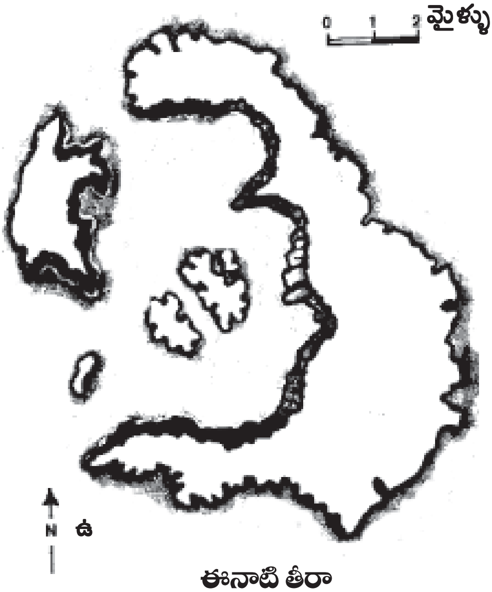


ఏజియన్ సముద్రం

క్రీట్ ఓడలు ఇరుగు పొరుగు భూములతో వాణిజ్య సంబంధాలు పెట్టుకున్నాయి. వాణిజ్యం పేరుతో క్రీట్ సంస్కృతిని, జీవన వైనాన్ని క్రీట్ ఓడలు ఇరుగు పొరుగు దీవులకే కాక, ఐరోపా ఖండంలో ప్రస్తుతం మనం గ్రీస్ అనే ప్రాంతానికి కూడా చేరవేశాయి.

క్రీట్‌కి ఉత్తరాన వంద మైళ్ళ దూరంలో సైక్లడీస్ అనే దీవుల కూటమి ఒకటి ఉంది. వృత్తం అనే గ్రీకు పదం నుండి ఇది వచ్చింది. ఎందుకంటే ఈ దీవులు అన్నీ కొంచెం వృత్తాకారంలో ఏర్పడి ఉంటాయి. క్రీట్ నాగరికత ఈ దీవులని కూడా ప్రభావితం చేసింది. దాని ప్రభావం వల్ల అక్కడి మనుషులు పరిణతి చెంది సుఖసంపదలతో జీవించారు.

సైక్లడీస్ ద్వీపకూటమిలో దక్షిణతమ ద్వీపాన్ని ప్రాచీన గ్రీకులు తేరా అని పిలిచేవారు. అయితే ప్రస్తుతం దాన్ని తీరా అని పిలుస్తున్నారు.



ఈనాటి తీరా

మధ్య యుగంలో ఏజియన్ సముద్రం అంతా ఇటాలియన్ల అధీనంలో ఉండేది. వాళ్ళు ఆ ద్వీపాన్ని సంటొరీనీ అని పిలిచేవారు. కొన్ని చోట్ల ఇప్పటికీ ఆ పేరే చలామణిలో ఉంది.

క్రీట్‌కి ఉత్తరాన అరవై ఐదు మైళ్ళ దూరంలో తీరా ఉంది. ఎన్నో క్రీట్ ఓడలు తీరా తీరాన్ని చేరాయి. రమారమి క్రీ.పూ. 2000 నాటి నుండి క్రీట్ సుసంపన్నమై, సాంస్కృతికంగా వెలిగింది. ఆ మహర్దశ ఐదు వందల ఏళ్ళ పాటు నిలిచింది.

నేటి తీరా పటాన్ని ఒకసారి పరిశీలిస్తే అది పడమటి దిక్కుకి తెరుచుకుని ఉన్న అర్థవృత్తంలా కనిపిస్తుంది. దాని విస్తీర్ణం రమారమి 30 చదరపు మైళ్ళే.

ఆ అర్థవృత్తానికి పైన, కింద ఉన్న కొసల వద్ద రెండు చిన్న ద్వీపాలు ఉన్నాయి. ఆదిలో ఈ దీవి పూర్ణ వృత్తాకారంలో ఉండేదేమోననిపిస్తుంది. సముద్రం ఆ దీవిని చెదరగొట్టి ముక్కలు చేసిందేమోననిపిస్తుంది. అలా చెదిరిన వృత్తం నడిమధ్యలో రెండు చిన్న దీవులు ఉన్నాయి. వీటి కింద ఎవరో మంట పెట్టినట్లు ఎప్పుడూ ఆ దీవులలో నుంచి ఏవో పొగలు వస్తుంటాయి.

1966 నుండి శాస్త్రవేత్తలు తీరాలో కొన్ని స్థానాల వద్ద జాగ్రత్తగా తవ్వకాలు మొదలుపెట్టారు. క్రీట్ కాలంలో సుసంపన్నమై వెలిగిన ఒక నగరపు శిధిలాలు వాళ్ళకి కనిపించాయి. చక్కని కుంభకళా చిహ్నాలు, కుడ్యతైలవర్ణచిత్రాలు దొరికాయి.

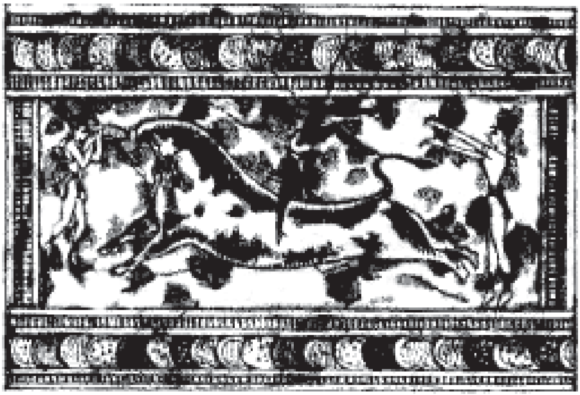
రమారమి క్రీ.పూ. 1500 కాలంలో జరిగిన అతి దారుణ విస్ఫోటానికి ఆనవాళ్ళు కూడా దొరికాయి.

ఆ దశలో ఏజియన్ సముద్ర గర్భంలో నుంచి బయటికి పొడుచుకు వస్తున్న ఒక పెద్ద పర్వతం తీరా అన్నమాట. సముద్ర తలం పైకి వచ్చిన పై భాగం వృత్తాకారంలో ఉంది. అంటే ఆ దశలో ద్వీపం పూర్ణ వృత్తాకారంలో ఉందన్నమాట.

అయితే అది సామాన్యమైన పర్వతం కాదు. దాని లోతుల్లో కుతకుతలాడుతున్న వేడి అప్పుడప్పుడు పైకి తన్నుకు వస్తుండేది. అప్పుడప్పుడు తిరిగి లోపలికి పోతుండేది. ఇలాంటి పర్వతాలలో తరచు వేడి మరీ ఎక్కువైనప్పుడు పర్వత అంతర్భాగాలు వేడికి కరిగిపోతాయి. రాయి కరుగుతున్న కొద్దీ, అది మెల్లగా ఉపరితలం వద్దకి తన్నుకు వస్తుంది. ఒక దశలో లోన ఒత్తిడి పెరిగి పర్వత శిఖరాగ్రంలో పెద్ద కన్నం పొడుచుకుని మరుగుతున్న రాతి కరుగు బయటికి పొంగి పొరలి, కొండ మీద నుంచి కిందకి ప్రవహిస్తుంది.

అలాంటి కరిగిన రాతినే 'లావా' అంటారు. లావా అంటే ఇటాలియన్ భాషలో కడగటం. మొదట్లో ఇటాలియన్ నగరమైన నేపుల్స్‌కి చెందిన జనం ఆ మాటని దారులని శుభ్రం చేసే వర్షపు నీటిని ఉద్దేశిస్తూ వాడేవారు. ఈ మరుగుతున్న రాతి ప్రవాహం కూడా కొండ పక్కల మీద ఉండే గడ్డిని, చెట్లని నేలమట్టం చేస్తుంది.

అయితే ఈ లావా ప్రమాదకరం అని వేరే చెప్పనక్కర్లేదు. కొండ వాలు మీద గాని, దిగువన గాని ఇళ్ళు, ఊళ్ళు ఏవైనా ఉంటే నాశనం



క్రీట్‌లో కుడ్య చిత్రం

అవుతాయి. అపార జననష్టం జరుగుతుంది.

కొన్నిసార్లు ఉప్పొంగి కిందకి ప్రవహించే లావా మాత్రమే కాక ఇతర పరిణామాలు కూడా జరుగుతాయి. కొండ లోపలికి ఇంకిన నీరు ఆ వేడికి మరిగి ఆవిరవుతుంది. ఆ ఆవిరి ఒత్తిడి పెరిగి పెరిగి ఒక దశలో బ్రహ్మాండమైన పేలుడుతో కొండలో ఒక పెద్ద భాగాన్ని పెళ్ళగించగలదు.

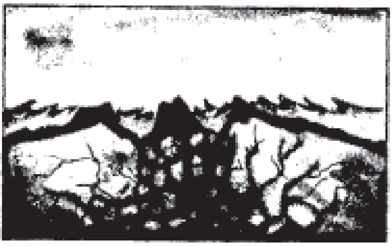
దీన్నే ప్రస్ఫోటం అంటారు. ఇది విస్ఫోటం అన్న అర్థం ఉన్న లాటిన్ పదం నుండి వచ్చింది. పెద్ద పెద్ద కొండ రాళ్ళు గాల్లోకి విసరబడతాయి. బూడిద, వాయువులు ఆకాశాన్నంటుతాయి. అగ్నిశిఖలు, సలసల మరిగే లావా కెరటాలు ఉవ్వెత్తున ఎగసి పడతాయి.

ఇలాంటి పర్వతాలు కొన్ని నిరంతరం పొగలు కక్కుతూ, కుతకుత లాడుతుంటాయి. కాని కొన్నిసార్లు పరిస్థితులు మితిమీరి లావా ప్రవహిస్తుంది. అలాంటి పర్వతాలు ఎప్పుడూ అంత ప్రమాదకరమైనవేమీ కావు. అందులోని లావా అప్పుడప్పుడు బయటికి ఉబుకుతూ ఉంటే అంతగా ప్రమాదం లేదు. అలాంటి పర్వతాలు పేలే అవకాశం తక్కువ. ఏదేమైనా అలాంటి పర్వతాల జోలికి పోకుండా కొంచెం దూరంగా ఉండటమే మంచిదని ప్రజలు అనుకుంటారు.

దీనికి భిన్నంగా ఇలాంటి పర్వతాలలో కొన్ని శతాబ్దాల పాటు నిశ్చలంగా ఉంటాయి. అసలు అందులోనుంచి ఒకప్పుడు లావా ప్రవహించిందని కూడా ఎవరికీ గుర్తుండదు. ఇది కూడా ఒక మామూలు పర్వతమే అని అంతా అనుకుంటారు. అందులోనుంచి ప్రవహించిన పాత లావా వల్ల ఆ కొండ మీద మట్టి సారవంతం అవుతుంది. కొండ వాలు మీద పచ్చని చెట్లు పెరిగి కొండంతా కళకళలాడుతుంది. అక్కడ పంటలు బాగా పండుతాయని కొండ వాలు మీద, దిగువ మీద ఇళ్ళు కట్టుకుని సాగు చేసుకోవడం మొదలుపెడతారు. త్వరలోనే ఆ చుట్టుపక్కల ఊళ్ళు వెలుస్తాయి.

1. ఎగజిమ్ముతున్న లావా

2. లావా తగ్గి, సముద్రపు నీళ్ళు చొచ్చుకు రావటం



3. కుప్పకూలిన దీవి

అయితే ఏదో రోజు కొండ మళ్ళీ వేడెక్కటం మొదలుపెడుతుంది. పర్వత గర్భంలో ఎవరో పొగ పెడుతున్నట్లు, శతాబ్దాల క్రితం చల్లబడ్డ రాళ్ళ ఒత్తిడికి లోపల వేడెక్కిన ఆవిర్లు బిగపట్టుకుని ఉన్నట్లు అనిపిస్తుంది. కాని ఆ ఒత్తిడి క్రమంగా, పెరిగి పెరిగి... బ్రహ్మాండమైన పేలుడు సంభవిస్తుంది. ఆ పర్వతం అంతకాలం అలా నిశ్చలంగా ఉండకపోతే, చల్లబడ్డ లావా గట్టిపడ్డ రాతిపొరగా మారకపోయి

ఉంటే, అలాంటి పేలుడు సంభవించేది కాదు.

క్రీ.పూ. 1500లో తీరా ద్వీపం మీది పర్వతం అలాగే పేలింది. ఆ పేలుడుకి ఇంతింత బండలు తుత్తునియలై, రాళ్ళు, ధూళి, బూడిద ఉవ్వెత్తున ఎగసి ఆకాశాన్ని నింపేశాయి. కొండ ఉన్న చోట పెద్ద అగాధం ఏర్పడింది. ఆ అగాధంలోకి సముద్ర జలాలు చొచ్చుకువచ్చాయి. నిండుగా, ఘనంగా ఉండే ద్వీపం, వికృతమైన వక్ర రేఖ ఆకారంలోకి వచ్చింది.

పెద్ద ఎత్తున ప్రాణనష్టం జరిగిందనటంలో సందేహం లేదు. దుమ్ము, ధూళి తూర్పు క్రీట్ మీద వర్షించాయి.

సాగర గర్భంలో సంచలనం బయలుదేరి ఒక పెద్ద కెరటం ఉవ్వెత్తున లేచింది. కాని ఇది మామూలు కెరటం కాదు. జపనీస్ భాషలో దీన్ని సునామీ అంటారు. ఆ భాషలో ఆ మాటకి "రేవు కెరటాలు" అని అర్థం. విశాల సముద్రపు ఉపరితలం మీద చాలా తక్కువ ఎత్తులో ఉండే ఆ కెరటాలు, రేవులో ఇరుకైన మార్గానికి పరిమితం కావటం వల్ల చాలా ఎత్తుకి లేస్తాయి. తీరం మీదకి దూకే సమయంలో ఆ కెరటం ఎత్తు యాభై అడుగుల దాకా ఉండొచ్చు. దాని ధాటికి వేల సంఖ్యలో ప్రాణనష్టం జరుగుతుంది.

క్రీట్, గ్రీస్ తీరాల మీద సునామీ విలయతాండవం చేసింది. క్రీట్ రాజధాని నోసస్ నగరం కూడా బాగా దెబ్బతిన్నది. మొత్తం మీద ఆ ద్వీపం మీద గొప్ప ఉపద్రవమే జరిగింది.

ఇంత ఘోరమైన ఎదురుదెబ్బ తరువాత క్రీట్ వాసులు తేరుకుని, తమ జీవితాలని పునర్నిర్మించుకోవాలని చూశారు. యాభై ఏళ్ళ తరువాత అంటే రమారమి క్రీ.పూ. 1450లో గ్రీకు నుండి వచ్చిన శత్రు సేనలు క్రీట్ ద్వీపం మీద దాడి చేశాయి. క్రీట్ నగరాలని దగ్ధం చేసి, క్రీట్ సంస్కృతిని నేలమట్టం చేశారు. క్రీట్ మీది పర్వత విస్ఫోటం జరక్కపోయి ఉంటే, ఇంత అనర్థం జరిగి ఉండేది కాదు.

తదనంతరం వచ్చిన గ్రీకు తరాలకి ఈ విస్ఫోటాన్ని గురించిన

జ్ఞాపకాలు లీలగా మాత్రమే ఉన్నాయి. వాళ్ళ భూమిని ముంచెత్తిన గొప్ప వరద గురించి పుక్కిటి పురాణాలే మిగిలాయి. ఆ వరద నుండి బయటపడి ఒకే ఒక జంట బతికి బట్టకట్టిందట. ఒకప్పుడు గ్రీక్ తీరాల మీద దాడి చేసిన సునామీ గురించిన కథ కావచ్చు ఇది.

రమారమి క్రీ.పూ. 370లో గొప్ప గ్రీకు తాత్వికుడు ప్లేటో, భూకంపాల వల్ల విధ్వంసమై సముద్ర గర్భంలో కలిసిపోయిన ఒక అతిసుందర నగరం గురించి రాశాడు. ఆ నగరం పడమటి దిశలో, స్పెయిన్‌ని అంటుకుని ఉన్న సముద్రం మధ్యలో ఉందన్నాడు. అట్లాంటిక్ సముద్రంలో ఉంది కాబట్టి దానికి అట్లాంటిస్ అని పేరు పెట్టాడు.

ప్లేటో

రెండు వేల ఏళ్ళ పాటు ఈ గాథలో ఏమైనా నిజం ఉందా అని మనుషులు ఆలోచించారు. అట్లాంటిక్ మహాసముద్రంలో గతంలో ఒక ఖండం మునిగిపోయిందని, ఆ ఖండం మీద ఒక గొప్ప, నాగరిక దేశం ఉండేదని చాలా మంది నమ్ముతారు.

తను ఉన్నచోటికి దగ్గర్లో జరగిన వృత్తాంతాన్నే ప్లేటో ఈ గాథలో వర్ణించి ఉండొచ్చు. గొప్ప నాగరికత కలిగి, సాగరమట్టం అయిన తీరా ద్వీపపు విషాద గాథే ప్లేటో చెప్పిన కథ అయ్యుండొచ్చు.

2. అగ్నిపర్వతాల గురించి ప్రాచీన భావాలు

పొగ, లావా వెలువడే పర్వతాలు ఒక్క తీరా మీదే కాదు, ఇతర ప్రాంతాలలో కూడా ఉన్నాయి.

మధ్యధరా సముద్రంలో ఒక పెద్ద ద్వీపం అయిన సిసిలీకి ఉత్తరంగా కొన్ని చిన్న చిన్న ద్వీపాలు ఉన్నాయి. వాటిని లిపరీ దీవులు అంటారు. తీరాలో లాగానే, సముద్ర గర్భంలో నుంచి తన్నుకొచ్చి చల్లబడ్డ లావా వల్ల ఏర్పడ్డ కొండలే ఈ దీవులు.

లిపరీ దీవులలో స్ట్రాంబోలి అగ్నిపర్వతం

లిపరీ దీవులలో దక్షిణతమంగా ఉన్న దీవి పేరు ఉల్కానో. దాని మీద ఉండే కొండ ఎప్పుడూ నిప్పులు, పొగలు కక్కుతూ ఉంటుంది. అలాంటి ఇతర పర్వతాలకి మల్లె దీని శిఖరం మీద కూడా ఒక కుంభాకారపు గుల్ల లాంటి ప్రదేశం ఒకటి ఉంది. అలాంటి గుల్లని crater అంటారు. లాటిన్‌లో ఈ మాటకి cup అని అర్థం. కొన్ని సార్లు ఆ క్రేటర్ నిండా నిండిన లావా అంచులు దాటి కొండ వాలు మీద జాలువారుతుంది. ఆఖరుసారి ఉల్కానో పర్వతం మీద అలాంటి ప్రస్ఫోటం 1890లో జరిగింది.

ఎందువల్లనో ప్రాచీన ఇటాలియన్లనే కాక, మొట్టమొదటి రోమన్ తెగలని కూడా ఈ ద్వీపం ఆకట్టుకుంది. ఎన్నో సంస్కృతుల పూర్వగాథల్లో

అగ్నిదేవతకి ఉన్నత స్థానం ఉంది. ప్రాచీన ఇటాలియన్లు అగ్నిదేవతని వల్కన్ అని పిలుచుకునేవారు. అగ్నిపర్వతం ఉన్న దీవి పేరు దేవతకి వచ్చిందో, దేవత పేరు దీవికి వచ్చిందో ఎవరికీ తెలియదు.

తదనంతర రోమన్ల కాలంలో ఈ అగ్నిదేవత వల్కన్, గ్రీకుల దేవత హెఫెస్టస్ ఇద్దరూ ఒక్కరే అని నిర్ణయించారు. ఈ హెఫెస్టస్ కంసాలి వృత్తికి అధిదేవత. వేడెక్కిన లోహంతో వివిధ వస్తువులు చేస్తుంటాడు. కంసాలి దేవత అయిన ఈ హెఫెస్టస్ లేదా వల్కన్ దేవత, బంగారంతో, వెండితో, రాగితో, కంచుతో, ఇనుముతో అందమైన ఆభరణాలు చేస్తూ చిత్రీకరించబడతాడు.

మరి అంత గొప్ప దేవత వాడే కొలిమి ఏ పర్వతంలోనో ఉందని అనుకోవడం సమంజసంగా అనిపించింది. ఆ పర్వతం బహుశ వల్కనో దీవి మీద ఉన్నదేనేమో. పర్వతంలో నుంచి బయటికి వచ్చే వేడి, పొగ అంతా చూసి లోపల వల్కన్ కొలిమి మీద పని చేస్తున్నాడని అనుకునేవారు. పని మరీ ముమ్మరంగా సాగే సమయంలో, ఇక వల్కన్ ఉత్సాహం పట్టలేని పరిస్థితిలో ఉన్నప్పుడు, కొలిమిలో అగ్నిశిఖలు ఎగసి పడి పర్వతాగ్రం నుండి పైకి తన్నుకొస్తాయి. రాయి కరిగి నిప్పు నదులు ప్రవహిస్తాయి. లావా వరదై పారుతుంది.

కాలక్రమంగా వల్కన్ పేరు అలాంటి పర్వతాలన్నిటికీ అంటుకుంది. అందుకే నేడు మనం అలాంటి పర్వతాలని ఇంగ్లీషులో వాల్కనోలు (అగ్నిపర్వతాలు) అంటున్నాం.

ఈ అగ్నిపర్వతాలలో దేవతలు ఉండేవారని ప్రాచీనులు అనుకున్నారంటే మనం ఆశ్చర్యపోనక్కర్లేదు. నిప్పులు చెరిగే శిఖరాగ్రం, భరించరాని ప్రచండ తాపం, వీటితో బాటు అగ్నిపర్వతం పేలినప్పుడు వచ్చే ప్రళయభీకర భూకంపాలు – ఇవన్నీ ఏదో మానవేతర శక్తికి నిదర్శనాలు అనుకునేవారు.

అగ్నిపర్వతాలు అంటే యూదులకి కూడా భయం, సంభ్రమం ఉండేవి. బైబిల్‌లో ఒక చోట యూదులు ఈజిప్ట్ నుండి సీనాయ్ పర్వతం వద్దకి వస్తారు. అక్కడే మోసెస్‌కి దేవుడు దివ్య ఆదేశాలు ప్రసాదిస్తాడు. దాన్ని వర్ణిస్తూ బైబిల్ అంటుంది: "ఇక మూడవ నాటి ఉదయం... ఉరుములు, మెరుపులు మిన్నంటాయి. పర్వతం మీద ఒక దట్టమైన మేఘం నిలిచింది... సీనాయ్ పర్వతం అంతా పొగ కమ్ముకుంది... కొండంతా బ్రహ్మాండంగా కంపించింది."

బైబిల్ వర్ణన బట్టి ఈ సీనాయ్ పర్వతం కచ్చితంగా ఎక్కడుందో చెప్పటం కష్టం. అది బహుశ అగ్నిపర్వతమే అయ్యుంటుంది. అందులో నుంచి వచ్చే తాపాన్ని, తేజాన్ని చూసి అందులో దేవుడు కొలువై ఉన్నాడని భ్రమపడి ఉంటారు ప్రాచీన యూదులు.

అయితే ప్రాచీనుల ఊహలలో అగ్నిపర్వతాలకి సంబంధించిన మానవేతర శక్తులు కేవలం దేవతలు, దిక్పాలకులు మాత్రమే కారు. కొన్ని భయంకర దుష్టశక్తులు కూడా కథలోకి దిగాయి.

ప్రాచీనులకి తెలిసిన అతి పెద్ద, అత్యంత సక్రియమైన అగ్నిపర్వతం ఎట్నా పర్వతం. ఇది సిసిలీలో ఈశాన్య ప్రాంతంలో ఉంది. ఇది వల్కనో పర్వతానికి దక్షిణాన నలభై ఐదు మైళ్ళ దూరంలో ఉంది. దీని ఎత్తు రెండు మైళ్ళు ఉంటుంది. ప్రాచీన గ్రీకుల కాలం నుండి ఎట్నా పర్వతం 140 సార్లు ప్రస్ఫోటం చెందింది. ఇటీవల కాలంలో 1971లో ప్రస్ఫోటం అయ్యింది.

ఎట్నా పర్వతం చేష్టలకి వివరణగా ప్రాచీనులు రాక్షసుల కథలు చెప్పుకునే వారు. ఈ రాక్షసులకి జూస్, మొదలైన దేవతలతో వైరం. ఆ రాక్షసులలో ఒకడి పేరు ఎంసిలడస్. వాళ్ళందరిలోకి వీడు అతి భయంకరుడు. ఎతీనా దేవత వీడి మీదకి ఒక పెద్ద బండ విసిరి పడగొట్టింది. ఆ రాతికింద వాడు భూమిలో పాతుకుపోయాడు. ఆ రాయి అంతా చదునయ్యి

సిసిలీ ద్వీపంగా మారింది. దీవి భారం కింద ఎంసిలడస్ శాశ్వత నిర్బంధంలో ఉండిపోయాడు. వాడు పాతుకుపోయిన ప్రదేశం సరిగ్గా ఎట్నా పర్వతం ఉన్న చోటే. అయితే వాడికి మరణం లేదు కాబట్టి కింద వాడు మూలిగినప్పుడల్లా లావా కట్టలు తెంచుకునేది. భూకంపాలు పుట్టి నేల దద్దరిల్లేది.

అయితే ప్రాచీన గ్రీకులలో కాస్త శాస్త్రీయ దృక్పథం ఉన్న వాళ్ళు అగ్నిపర్వతాలలో దేవతలు, రాక్షసులు కాపురం ఉన్నారంటే నమ్మేవారు కారు. మరింత హేతుబద్ధమైన కారణాల కోసం అన్వేషించ సాగారు.

అరిస్టాటిల్ (క్రీ.పూ. 384– 322) అనే తాత్వికుడు భూమి అడుగున అక్కడక్కడ గాలి చిక్కుకున్న ప్రాంతాలు ఉన్నాయని భావించాడు. ఇవి వేడి గాలులు కావడంతో తప్పించుకుని బయటికి రావడానికి ప్రయత్నిసుంటాయి. కొన్ని సార్లు ఆ వాయువులు ఒక భూగర్భ మందిరం నుండి మరో భూగర్భ మందిరానికి పెల్లుబికినప్పుడు కంపనలు పుట్టి అవే పైన భూకంపాలుగా పరిణమిస్తాయి. వాటిలోని వేడి లావా రూపంలో అగ్నిపర్వతాలలో నుంచి బయటికి ప్రవహిస్తుంది.

గ్రీకు భౌగోళికుడు స్ట్రాబో (క్రీ.పూ. 62 – క్రీ.శ. 19) ఈ విషయంలో అరిస్టాటిల్‌తో ఏకీభవించాడు. భూమిలోని వేడి బయటికి తప్పించుకోవటం కోసం ఏర్పాటు చేసిన రక్షణ కవాటాలుగా (safety valves) అగ్నిపర్వతాలను భావించాడు. అలా తప్పించుకోవటం వల్లనే లోపల మిగిలి ఉన్న గాలి స్థిమిత పడుతుంది. తప్పించుకునే అవకాశం లేకపోతే ఆ వేడెక్కిన వాయువులు భూగర్భంలో కల్లోలం సృష్టించే ప్రమాదం ఉంది.

భూగర్భంలో వేడెక్కిన వాయు ప్రాంతాలు ఉన్నాయో లేదో గాని, భూమి లోపల బోలెడంత వేడి ఉందనడంలో సందేహం లేదు. వేడి లేకపోతే అగ్నిపర్వతాల చేష్టలని అర్థం చేసుకోవడం వీలు కాదు.

అసలు అగ్నిపర్వతాలని చూడగానే భూమిలో ఎక్కడో అతితాపమాన

ప్రాంతాలు ఉండి ఉండాలని అనుకునేవారు మనుషులు. కాబట్టి భూమిలోపల ఎక్కడో అగ్నిమయమైన ఒక ప్రాంతం ఉందన్న నమ్మకం ఒకటి బయలుదేరింది. దేవతలకి ఎదురు తిరిగిన వారిని అక్కడ బంధించి శిక్షిస్తారని అనుకునేవారు.

పడమటి కొసలో, అట్లాంటిక్ మహాసముద్రం మధ్య హేడ్స్ అనే ఒక చీకటి లోకంలో విగతాత్మలు జీవిస్తూ ఉంటాయని ప్రాచీన గ్రీకులు నమ్మేవాళ్ళు. అక్కడ ప్రత్యేకించి శిక్షలు లేకపోయినా దౌర్భాగ్యమైన బతుకు బతుకుతూ ఉండేవారు. కాని భూగర్భంలో మాత్రం, టార్టరస్ అనే ప్రాంతంలో మహాపాతకాలు చేసిన వాళ్ళంతా చిత్ర విచిత్ర రీతుల్లో శాశ్వతంగా చిత్రహింసలు పడుతుంటారని గ్రీకులు ఊహించుకున్నారు.

మరణించిన వారి ఆత్మలు పాతాళంలో షియోల్ అన్న ప్రాంతంలో ఉంటాయని ప్రాచీన యూదులు అనుకునేవారు. ఇది కూడా గ్రీకుల హేడ్స్ వంటి ప్రాంతమే. కాలక్రమంలో గ్రీకు చింతనతో యూదులకి పరిచయం పెరిగింది. దాంతో షియోల్‌కి టార్టరస్‌కి మధ్య పోలిక పెరిగింది. అదే ప్రస్తుతం మనం చెప్పుకునే నరకం (Hell)గా మారింది.

మౌంట్ ఎట్నా

నరకం అంటే ఒక పెద్ద అగ్నిపర్వతంలో అంతర్భాగంలా ఉంటుందని

కొత్త నిబంధన వర్ణిస్తుంది.

అగ్నిపర్వతాల నుండి ఎగజిమ్మే లావా సెలయేళ్ళు అగ్నిలా రగిలిపోతూ ఉండేవి. ఎక్కడో ప్రగాఢ లోతుల్లో పుట్టుకొచ్చే వాయువుల మేఘాలు కూడా ఈ అగ్నిపర్వతాల నుండి జనించేవి. అందులో పెద్ద మొత్తంలో ఆవిరి, కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌లు ఉండేవి. కాని వాటికి ప్రత్యేకమైన వాసన ఉండేది కాదు. అందుకే గుర్తుపట్టటం కష్టమయ్యేది. భూగర్భంలో గంధకం కూడా ఉంటుంది. అది మండినప్పుడు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ అనే వాయువు పుడుతుంది. దాని ఘాటైన వాసన మనిషిని ఉక్కిరి బిక్కిరి చేస్తుంది.

ఈ గంధకానికి ప్రాచీన నామం బ్రింస్టోన్. అందుకే సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్‌ని కొన్ని సార్లు బ్రింస్టోన్ వాయువు అని పిలుస్తారు.

బ్రింస్టోన్‌కి అగ్నిపర్వతాలకి మధ్య సంబంధం ఉందని అనుకునేవారు. సోడోమ్, గొమోరా అనే దుష్ట నగరాల విధ్వంసాన్ని వర్ణిస్తూ బైబిల్ ఇలా అంటుంది: “సోడోమ్, గొమోరాల మీద ప్రభువు నిప్పులని, బ్రింస్టోన్‌ని కురిపించాడు.”

ఈ సోడోం, గొమోరాల గాథ అగ్నిపర్వత విస్ఫోటంలో ధ్వంసం అయిన నగరాల లీలామాత్ర జ్ఞాపకాలు కావచ్చు.

ఇక నరకం అంటే అగ్నిపర్వతంలో లాగా ఉంటుందని వర్ణించారు కాబట్టి, నరకంలో నిప్పులు, బ్రింస్టోన్ ఉంటాయని ఊహించి ఉంటారు.

ఈ కథలన్నిటికీ నేపథ్యంలో అగ్నిపర్వతాలే ఉన్నాయి.

3. గొప్ప అగ్నిపర్వత ప్రస్ఫోటాలు

ప్రాచీన గ్రీకులకి, రోమన్లకి అగ్నిపర్వతాలు ఎంత ప్రమాదకరమైనవో నిజంగా తెలియదు. ఎట్నా పర్వతం, వల్కనే పర్వతం మొదలైనవి ఎప్పుడూ పొగలు కక్కుతూ, నిప్పులు కక్కుతూ ఉంటాయని, వాటినొక కంట కనిపెడుతూ ఉండాలని మాత్రం వాళ్ళకి తెలుసు. అభం శుభం తెలియనట్టు కనిపించే పర్వతం ఏదైనా అకస్మాత్తుగా విస్ఫోటం చెంది క్షణంలో ఊళ్ళకి ఊళ్ళు తుడిచిపెట్టేస్తుందని వాళ్ళకి తెలియదు.

తీరా ద్వీప గాథ ఉన్నా దాన్ని అంతా ఎప్పుడో మరచిపోయారు. అట్లాంటిస్ గాథ కూడా ఉంది గాని ఆ కథలో భూకంపాల ప్రస్తావన వస్తుంది గాని అగ్నిపర్వతాల ప్రసక్తి రాదు.

రోమన్ సామ్రాజ్యపు తొలిదశలలో మాత్రం అగ్నిపర్వతాల ప్రస్ఫోటాల వల్ల ఎలాంటి పర్యవసానాలు ఉంటాయో తెలిపే దారుణమైన సంఘటన ఒకటి జరిగింది.

దక్షిణ ఇటలీలో ముఖ్య నగరమైన నేపుల్స్ తూర్పు దిశలో పదిహేను మైళ్ళ దూరంలో వెసూవియస్ అని ఒక పర్వతం ఉంది. దాని ఎత్తు మైలు కన్నా తక్కువే ఉంటుంది. ప్రాచీన రోములు అది మామూలు కొండ అనుకునేవారు.

గతంలో ఈ పర్వతం పొగలు, బూడిదలు వెళ్ళగక్కినట్లుగా చరిత్రలో దాఖలాలేవీ రోమన్లకి దొరకలేదు. అక్కడి నేల చాలా సారవంతంగా ఉంటుంది. చుట్టుపక్కల చక్కని పంటలు పండుతాయి. కొండకి దక్షిణ వాలు మీద రెండు ఊళ్ళు ఉన్నాయి – ఒకటి పొంపేయి, రెండోది హెర్క్యులేనియం.

పొంపేయి నగరం క్రీ.పూ. 500లో స్థాపించబడింది. ఒక ఆరు వందల ఏళ్ళ పాటు అది ఘనంగా వర్ధిల్లింది. మొట్టమొదటి రోమన్

చక్రవర్తుల కాలంలో ధనికులైన రోమన్లకి అక్కడ విలాస నివాసాలు (వీటినే 'విల్లాలు' అంటార్లెండి) ఉండేవి.

ఈ వెసూవియస్ దరిదాపుల్లో అప్పుడప్పుడు భూకంపాలు వచ్చేవి. అయితే మధ్యధరా సముద్ర తీర ప్రాంతాల్లో అంతటా అప్పుడప్పుడు భూకంపాలు వస్తూనే ఉండేవి. క్రీ.శ. 63లో నీరో చక్రవర్తి కాలంలో ఒక పెద్ద భూకంపం వచ్చింది. దీని వల్ల రోమన్ నగరాలకి పెద్ద దెబ్బే తగిలింది. అయినా రోమన్లు తమ నగరాలని పునర్నిర్మించుకుని ఎప్పట్లాగే జీవితం వెళ్ళబుచ్చసాగారు.

క్రీ.శ. 79లో మరిన్ని చిన్న భూకంపాలు వచ్చాయి. ఆ తరువాత అదే సంవత్సరం ఆగస్టు 24న వెసూవియస్ విస్ఫోటం చెందింది. ఉవ్వెత్తున బూడిద, పొగ, ఆవిరి, ఊపిరాడనీయని వాయువులు ఎగసి పడి పర్వతాన్ని కమ్మేశాయి. లావా ఉప్పొంగి పొంపేయి, హెర్క్యులేనియం నగరాల మీద విరుచుకు పడింది. పొంచి ఉన్న ప్రమాదాన్ని గుర్తించని ఊరి జనం ప్రస్ఫోటం జరిగిన మొదటి దశలలో ఊళ్ళోనే ఉండిపోయారు. ప్రమాదం గురించి తెలిసే సరికి సమయం మించిపోయింది. ఇరవై వేల మంది దాకా ఆ

లావా విరజిమ్ముతున్న మౌంట్ వెసూవియస్

ప్రమాదంలో మరణించి ఉంటారు.

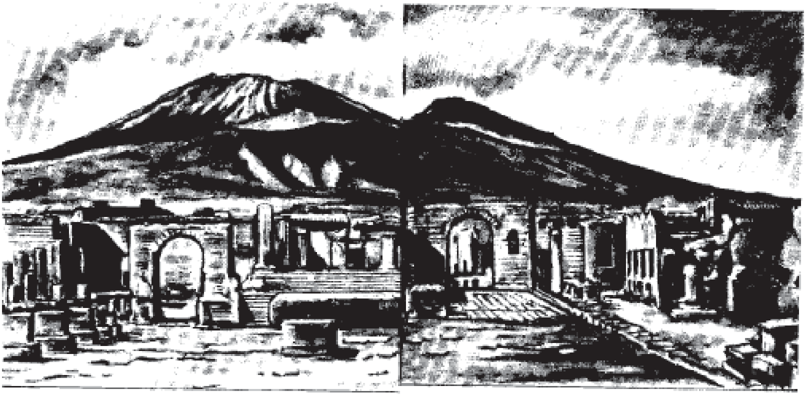
మృతులలో ప్రఖ్యాత రోమన్ రచయిత ప్లైనీ (క్రీ.శ. 23-79) కూడా ఉన్నాడు. ఆ సమయంలో అతడు పక్కనే ఉన్న సముద్రం మీద ఒక ఓడలో ఉన్నాడట. ఏం జరుగుతోందో దగ్గరినుంచి చూడాలని తీరం మీదకి వచ్చాడట. అతడు మంటల బారిన పడి ప్రాణాలు విడిచాడు. ఈ వృత్తాంతం గురించి ప్లైనీ మేనల్లుడు ఒక నివేదికలో వర్ణించాడు.

ఆ సంఘటన తరువాత వెసూవియస్ ఎప్పుడూ పూర్తిగా స్థిమిత పడలేదనే చెప్పాలి. కొన్నిసార్లు రెండు శతాబ్దాల పాటు నిశ్చలంగా ఉంటుంది. తరువాత మళ్ళీ విస్ఫోటం చెందుతుంది. 1631లో నిజంగా చాలా ఘోరమైన విస్ఫోటం జరిగింది. క్రీ.శ. 79 తరువాత అంత పెద్ద విస్ఫోటం జరగడం ఇదే. ఈసారి నాలుగు వేల మంది చనిపోయారు. అప్పటినుంచి పర్వతం నిష్క్రియంగా ఉన్న కాలాలు పదేళ్ళకి మించి ఉండవేమో.

1709లో వెసూవియస్ చుట్టుపక్కల పొంపేయి శిథిలాల కోసం జనం తవ్వకాలు మొదలుపెట్టారు. గట్టిపడ్డ లావా పొర అడుగున హెర్క్యులేనియం కూరుకుపోయింది కాబట్టి అక్కడ తవ్వకాలు కష్టమయ్యాయి. పొంపేయి తవ్వకాల వల్ల ప్రప్రథమ రోమన్ సామ్రాజ్య కాలంలోని జనజీవన సరళి గురించి చరిత్రకారులు ఎన్నో విషయాలు కనుక్కున్నారు. అలాంటి సమాచారం మరే ఇతర మార్గంలో వచ్చి ఉండేది కాదేమో.

పర్యాటకులని పొంపేయి శిథిలాలు బాగా ఆకట్టుకున్నాయి. వెసూవియస్ విస్ఫోటం జరిగిన పంతొమ్మిది వందల వార్షికోత్సవం సందర్భంగా న్యూయార్క్ నగరంలో తవ్వకాలలో బయట పడ్డ కొన్ని వస్తువులని 1979లో ప్రదర్శనకి పెట్టారు.

యూరప్ ఖండం అంతట్లోకి సక్రియంగా ఉన్న పర్వతం వెసూవియస్ ఒక్కటే. అయితే సిసిలీ ద్వీపం మీద ఉన్న ఎట్నా పర్వతం మరింత ప్రమాదకరమైనది. ఎట్నా తరచుగా విస్ఫోటం చెందుతూ ఉంటుంది.



పాంపేయి శిథిలాలు

1669లో జరిగిన ఒక ఘోరమైన విస్ఫోటం వల్ల పద్నాలుగు ఊళ్ళు నాశనమయ్యాయి. ఇరవై వేల మంది చనిపోయారు.

ఎట్నాలో జరిగిన విస్ఫోటాలన్నిటిని తీసుకుంటే సుమారు పదిలక్షల మంది దాకా చనిపోయుంటారని అంచనా. అయితే ఎట్నా అగ్నిపర్వతం అని తెలిసిన విషయమే కాబట్టి ఏ క్షణాన ఏం జరుగుతుందో అని అందరూ దాని మీద ఒక కన్నేసి ఉంచుతారు. కాని వెసూవియస్ మాత్రం ఎవరూ ఎదురుచూడని రీతిలో దెబ్బకొట్టింది. అకస్మాత్తుగా జరిగింది కాబట్టే పొంపేయి, హెర్క్యులేనియంల విధ్వంసం అగ్నిపర్వత చరిత్రలోనే ఒక అనుపమాన సంఘటనగా నిలిచిపోయింది. శతాబ్దాలు గడిచిన కొద్దీ యూరప్‌లో తక్కిన ప్రపంచం గురించిన అవగాహన పెరిగింది. వాళ్ళ ఖండానికి బయట కూడా ప్రమాదకరమైన అగ్నిపర్వతాలు ఉన్నాయని తెలుసుకున్నారు.

ఉదాహరణకి ఐస్లాండ్‌నే తీసుకుందాం. ఇది స్కాట్లాండ్‌కి వాయవ్య దిశలో ఐదు వందల మైళ్ళ దూరంలో ఉంది. అయితే బాగా ఉత్తరంగా ఉంది కాబట్టి ఇదొక అతిశీతల ప్రదేశం. దాని ఉపరితలం అంతా ఎక్కువగా మంచుగడ్డలతో కప్పబడి ఉంటుంది. అలాంటి ప్రాంతంలో కూడా

అగ్నిపర్వతాలు సమృద్ధిగా ఉన్నాయి, ఆ ఉపరితలానికి అడుగున బోలెడంత వేడి దాగి ఉంది.

దక్షిణ మధ్య ఐస్లాండ్‌లో ఒక పెద్ద అగ్నిపర్వతం పేరు లాఖీ. 1783లో అది పేలటం మొదలుపెట్టింది. రెండేళ్ళపాటు కొండ నోటిలోనుంచి లావా స్రవించింది. కొన్ని సార్లు వేగంగా, కొన్ని సార్లు మెల్లగా ప్రవహిస్తూ చివరికి 200 చదరపు మైళ్ళ విస్తీర్ణాన్ని కప్పింది.

అసలు లావా వల్ల పెద్దగా విధ్వంసం జరగలేదు. ఎందుకంటే ఆ ప్రాంతాల్లో జనసాంద్రత తక్కువ. కాని లాఖీ నుండి బూడిద, సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ పొగలు పుట్టుకొస్తూనే ఉన్నాయి. దాని నుండి విస్తరిస్తున్న బూడిద చాలా దూరం వ్యాపించింది. కొంత స్కాట్లాండ్ వరకు కూడా వ్యాపించింది.

బూడిద వ్యాపించడం వల్ల ఆకాశం కూడా మసకబారింది. తగినంత ఎండ పడక పంటలు నాశనం అయ్యాయి. సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ పొగల వల్ల ద్వీపం మీద ఉండే పెంపుడు జంతువులలో ముప్పావు వంతు నాశనం అయ్యాయి. పంటలు పోయి, జంతువులు చనిపోయి, పది వేల మంది ఐస్లాండ్ వాసులు (మొత్తం జనాభాలో ఐదో వంతు మంది) ఆకలికి, వ్యాధికి గురై మరణించారు.

అంతకన్నా ఘోరమైన అగ్నిపర్వత ప్రస్ఫోటాలు ఆగ్నేయ ఆసియాలోని ద్వీపమాలిక అయిన ఇండోనేషియాలో సంభవించాయి. జావా ద్వీపానికి తూర్పున ఉండే సుంబావా అనే ఒక చిన్న దీవి మీద తంబోరా అనే అగ్నిపర్వతం ఉంది. పదమూడు వేల అడుగుల ఎత్తున్న ఈ అగ్నిపర్వతం 1815లో ఏప్రిల్ 7న విస్ఫోటం చెందింది. తీరా దీవి విస్ఫోటం తరువాత ఇంత ఘోరమైన విస్ఫోటం భూమి మీద ఎప్పుడూ జరగలేదు.

పర్వతాగ్రంలో ఒక నాలుగు వేల అడుగుల ఎత్తున్న పర్వత భాగం ఫెడేలుమని పేలిపోయింది. రాతి శకలాలు, దుమ్ము జివ్వున ఆకాశంలోకి ఎగశాయి. ఆ ధూళి, రాళ్ళ వర్షానికి పన్నెండువేల మంది మరణించారు.

ఐస్‌లాండ్‌లోని అగ్నిపర్వతం

దాని వల్ల జరిగిన పంట, పశు నష్టానికి మరో ఎనభై వేలమంది సుంబావాలో, దానికి పడమరలో ఉండే లోంబోక్ దీవిలో ఆకలికి గురై మరణించారు.

పర్వతం నుండి ఎగజిమ్మిన రాతి, ధూళి పదార్థం అంతా కొన్ని మైళ్ళ ఎత్తుకి చేరి అక్కడ వాతావరణపు పై పొరల్లో కొన్ని నెలల పాటు నిశ్చలంగా ఉంది. దాని ప్రభావం వల్ల భూమి మీద ఒక ఏడాది పాటు ఉష్ణోగ్రత తగ్గింది.

ఉదాహరణకి అమెరికాలో న్యూ ఇంగ్లండ్ రాష్ట్రంలో 1816లో విపరీతంగా చలి పెరిగింది. జూలై, ఆగస్టు నెలలలో కూడా కొన్ని సందర్భాలలో ఎముకలు కొరికే చలి అనుభవమయ్యింది. వారి సమస్యలకి కారణం భూమికి అవతలి పక్క ఒక అగ్నిపర్వతం పేలటమేనన్న విషయం పాపం న్యూ ఇంగ్లండ్ మనుషులకి అప్పుడు తెలియదు.

అరవై ఎనిమిది ఏళ్ళ తరువాత ఇండోనేషియాలోని క్రకటోవాలో ఇంకా ఘోరమైన విస్ఫోటం జరిగింది. జావా సుమత్రా ద్వీపాల మధ్య ఉన్న ఒక చిన్న దీవి ఈ క్రకటోవా.

తీరా దీవి లాగానే ఈ దీవి మొత్తం ఒక అగ్నిపర్వతమే. కాని ఈ

క్రకటోవా పర్వతం ప్రత్యేకించి ప్రమాదకరంగా ఏమీ అనిపించలేదు. 1680లో ఒక చిన్న విస్ఫోటం జరిగిందంతే. ఆ తరువాత రెండు శతాబ్దాల పాటు కొండ కిమ్మనలేదు.

ఇలా ఉండగా 1883లో ఆగస్టు 27న, ఉదయం పది గంటలకి, పర్వత గర్భంలోని వేడి, ఒత్తిడి పెరిగి, గడ్డ కట్టుకున్న లావా ఆ ఒత్తిడిని ఇక భరించలేక, పర్వతం ఫెడేలుమని పేలింది!

తంబోరా పర్వతం ఎగజిమ్మినంత రాయి, ధూళి క్రకటోవా పర్వతం ఎగజిమ్మలేదు. కాని తంబోరాతో పోలిస్తే క్రకటోవా విస్ఫోటంలో ప్రచండమైన శక్తి ఉంది. దాని నుండి వచ్చిన శబ్దం వేల మైళ్ళ వరకు నలుదిశలలో వినిపించింది.

అగ్నిపర్వతం నుండి చిందిన రాయి, దుమ్ము 300,000 చదరపు మైళ్ళ విస్తీర్ణం గల ప్రాంతంలో విస్తరించింది.

ఆ విస్ఫోటం వల్ల ద్వీపం చుట్టూ ఒక కంపన బయలుదేరింది. అది సునామీగా మారి, జావా, సుమత్రా ద్వీపాల తీరాల మీద 120 అడుగుల ఎత్తున్న కెరటాలు విరుచుకుపడ్డాయి. 163 గ్రామాలు నాశనం అయ్యాయి. నలభై వేల మంది చనిపోయారు.

ఈసారి వాతావరణపు ఉపరి పొరలలో చేరిన బూడిద మోతాదు తంబోరా విస్ఫోటంలో పుట్టిన బూడిద కన్నా తక్కువే. అందువల్ల భూమి మీద ఉష్ణోగ్రత మరీ అంతగా తగ్గకపోయినా, వాతావరణంలోని బూడిద పూర్తిగా చెల్లాచెదురు కావటానికి మూడేళ్ళు పట్టింది. ఆ మూడేళ్ళూ లోకం అంతటా సూర్యాస్తమయాలు మరింత ఎర్రబడ్డాయి.

పాశ్చాత్య భూభాగంలో ఆధునిక కాలంలో జరిగిన అతిపెద్ద అగ్నిపర్వత విస్ఫోటం కెరిబియన్ సముద్రంలో మార్టినీక్ ద్వీపం మీద జరిగింది.

దీవి వాయవ్య కొసలో పీలే అనే అగ్నిపర్వతం ఉంది. దాని వల్ల గతంలో పెద్దగా సమస్య లేకపోయినా, 1902 ఏప్రిల్ నెలలో పొగలు

కక్కటం మొదలుపెట్టింది.

పరిస్థితి మరీ విషమంగా లేదు కదా అని ఆ దీవికి రాజధాని నగరం అయిన సాం పియర్ నగరంలో మనుషులు అక్కడే ఉండిపోయారు. ఈ నగరం పీలే పర్వతం దిగువనే ఉంది.

పీలే పర్వతం నుండి ఒకవేళ లావా పొంగినా పర్వతం ఆకృతిని బట్టి అది సాం పియర్ నగరం దిక్కుగా ప్రవహించదని ఎందుకో జనానికి ఒక నమ్మకం. ఆ కారణం వల్ల పల్లె ప్రాంతాల్లో ఉండే జనం కూడా నగరంలో తలదాచుకోవటానికి వచ్చారు.

మే 7న ఒక విస్ఫోటం జరిగింది. కాని అది పీలే పర్వతం మీద కాదు. సూఫ్రీయార్ పర్వతం మీద. ఈ అగ్నిపర్వతం మార్టినిక్‌కి దక్షిణాన నూరు మైళ్ళ దూరంలో ఉండే సెయింట్ విన్సెంట్ అనే ద్వీపం మీద ఉంది. ఈ ప్రస్ఫోటంలో రెండు వేల మంది మరణించారు.

లావా ఎగజిమ్ముతున్న మౌంట్ పీలే

దాంతో మార్టినిక్ వాసుల మనసు కొంచెం తేలికపడింది. పీలే పర్వతంలో పెరుగుతున్న పీడనం కొంత వరకు సూఫ్రీయర్ పర్వత విస్ఫోటం వల్ల సన్నగిల్లింది అనుకున్నారు. పీలే పర్వతం సద్దుమణిగింది అనుకుని జనం సాం పియర్ ద్వీపానికి వచ్చారు.

కాని పీలే పర్వతం వాళ్ళ కళ్ళల్లో దుమ్ము కొట్టింది.

1902, మే 8వ

తారీఖున, ఉదయం 7.50కి, సరిగ్గా సూఫ్రీయర్ పర్వత విస్ఫోటం జరిగిన ఇరవై నాలుగు గంటలు తిరిగేలోగా పీలే పర్వతం కూడా విస్ఫోటం చెందింది. కొండ వాలు వెంట లావా ప్రవాహం దిగువ ప్రాంతాలలోకి ప్రవహిస్తూ సూటిగా సాం పియర్ నగరం మీదకి దాడిచేసింది. మూడు నిముషాలు తిరిగేలోగా ముప్పై ఎనిమిది వేల మంది ఆ మంటలకి, విషవాయువులకి ఆహుతి అయ్యారు.

భూగర్భ కారాగారంలో బంధీ అయిన ఒక నేరస్థుడు తప్ప నగరంలో అందరూ మరణించారు. అసలు ఆ నేరస్థుణ్ణి ఆ రోజు ఉరి తీయాల్సిన రోజట! అతనొక్కడూ బతికాడు, తక్కిన అందరూ మరణించారు.

అమెరికాలో హవాయిలోను, అలాస్కాలోను అగ్నిపర్వతాలు ఉన్నాయి.

హవాయి ద్వీపం అంతా ఒక పెద్ద కొండ. ప్రపంచంలో కెల్లా ఇదే పెద్ద కొండ: ఎత్తులో కాదు, వైశాల్యంలో. ఈ పర్వతంలో అత్యున్నత శిఖరం పేరు మాన లోవా. దీని ఎత్తు రెండున్నర మైళ్ళు. ప్రపంచంలో కెల్లా ఇదే అన్నిటికన్నా ఎత్తైన, సక్రియమైన అగ్నిపర్వతం.

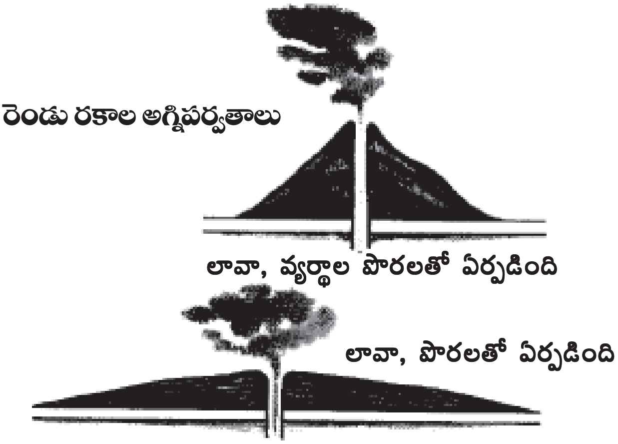
ఈ మాన లోవా తూర్పు వాలుమీద కీలయేమో అనే అగ్నిబిలం (crater) ఉంది. దాని వెడల్పు రెండు మైళ్ళు. ప్రపపంచంలో అన్నిటికన్నా పెద్ద సక్రియమైన అగ్నిబిలం ఇదే. ఇది దాదాపు ఎప్పుడూ కుతకుతలాడుతూనే ఉంటుంది. అప్పుడప్పుడు పై నుండి లావా కారుతూ ఉంటుంది కాని ఎప్పుడూ పేలదు.

ఆధునిక కాలంలో అమెరికా భూభాగం మీద జరిగిన అతి పెద్ద విస్ఫోటం 1912లో దక్షిణ అలాస్కాలోని కట్మాయ్ పర్వత విస్ఫోటం. అగ్నిపర్వతం చుట్టుపక్కల ఐదు వేల చదరపు మైళ్ళ ప్రాంతం అంతా బూడిద, ధూళిమయం అయ్యింది. తూర్పు దిశలో వంద మైళ్ళ దూరంలో ఉన్న కోడియాక్ నగరం వరకూ కూడ ఈ బూడిద వ్యాపించింది. సకాలంలో నగరం అంతా ఖాళీ చెయ్యించారు.

మౌంటె పీలే అగ్నిపర్వతం పేలిన తరువాత సాం పియర్ నగరం

ఆ రోజుల్లో అలాస్కాలో జనావాసం చాలా తక్కువగా ఉండేది. కాబట్టి ఎక్కువ నష్టం జరగలేదు.

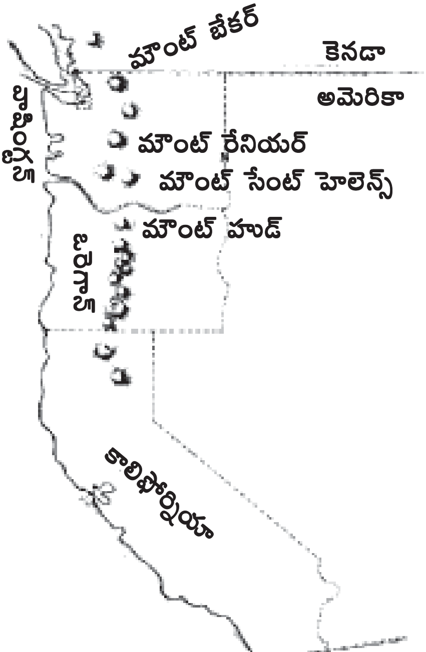
హవాయీ, అలాస్కాలు తప్పితే అమెరికాలోని తక్కిన నలభై ఎనిమిది



రాష్ట్రాలలో అగ్నిపర్వతాలు పెద్దగా లేవనే చెప్పాలి. ఓరెగాన్, వాషింగ్టన్ రాష్ట్రాలలో ఉత్తర, దక్షిణ దిశలలో విస్తరించి ఉన్న కాస్కేడ్ పర్వత శ్రేణిలో మాత్రమే సక్రియమైన అగ్నిపర్వతాలు ఉన్నాయి.

ఈ కాస్కేడ్ శ్రేణిలో అత్యున్నత శిఖరం రనీర్ పర్వతం. ఇది వాషింగ్టన్ రాష్ట్రంలో, టకోమా నగరానికి ఆగ్నేయ దిశలో యాభై మైళ్ళ దూరంలో ఉంది. దీని ఎత్తు 2.75 మైళ్ళు. అది అగ్నిపర్వతమే అయినా కనీసం రెండు వేల ఏళ్ళల్లో అది విస్ఫోటం చెందలేదు.

రనీర్ పర్వతానికి దక్షిణంగా వంద మైళ్ళ దూరంలో హుడ్ పర్వతం



కాస్కేడ్ ప్రాంతంలో అగ్నిపర్వతాలు

ఉంది. దీని ఎత్తు 2.125 మైళ్ళు. ఓరెగాన్ రాష్ట్రంలో ఇదే అన్నిటికన్నా పెద్ద పర్వత శిఖరం. ఇది కూడా అగ్నిపర్వతమే. కాని చాలా కాలంగా ఇందులో ఎలాంటి సంచలనమూ జరగలేదు. 1975 నాటికి గత అరవై

ఏళ్ళల్లో కాస్కేడ్ పర్వత శ్రేణిలో ఏ విధమైన అగ్నిపర్వత కదలికలు కనిపించలేదు.

రనీర్ పర్వతానికి ఉత్తర దిశలో 135 మైళ్ళ దూరంలో బేకర్ పర్వతం ఉంది. కెనడా సరిహద్దు వద్ద ఉన్న ఈ శిఖరం ఎత్తు రెండు మైళ్ళే. 1975 మార్చ్ నెలలో పర్వతాగ్రంలో నుంచి తెల్లని పొగ బయటికి రావటం కనిపించింది. జనం ముందు అదేదో కార్చిచ్చు అనుకున్నారు. కాని జాగ్రత్తగా పరిశీలిస్తే అది పర్వత ముఖం నుండి వస్తున్న బూడిద, పొగ అని తేలింది.

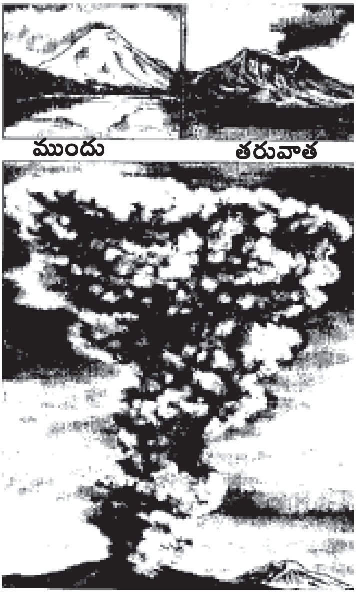
ఆ తరువాత ఎప్పుడూ బేకర్ పర్వతంలో పెద్దగా ఏమీ జరగలేదు. కాని ఆ తరువాత వాషింగ్టన్ రాష్ట్రంలో నైరుతి ప్రాంతంలో, సెయింట్ హెలెన్స్ పర్వతంలో అలాంటి సంచలనమే కనిపించింది. ఈ పర్వతం ఓరెగాన్‌లోని పోర్ట్‌లాండ్ నగరానికి ఈశాన్య దిశలో నలభై ఐదు మైళ్ళ దూరంలో ఉంది.

రెండు మైళ్ళ ఎత్తు కూడా లేని సెయింట్ హెలెన్స్ పర్వతం, 1831, 1854 నడిమికాలంలో ఎంతో సంచలనాన్ని కనబరిచింది. ఆ రోజుల్లో దాని దరిదాపుల్లో ఎక్కువ జనం ఉండేవారు కారు. కాబట్టి ఏం జరిగిందో వివరాలు పెద్దగా లేవు. పెద్దగా విధ్వంసం జరగలేదని మాత్రం నమ్మకంగా తెలుస్తోంది.

సెయింట్ హెల్‌న్స్ పర్వతం 1854 తరువాత ఒకటింపావు శతాబ్దాల కాలం ప్రశాంతంగానే ఉంది. మంచుతో కప్పబడి అందంగా కనిపించేది. అది ప్రమాదకరమైనదని ఎవరూ అనుకునేవారు కారు.

కాని 1980 మార్చ్ నెలలో సెయింట్ హెలెన్స్ చుట్టూ ఉన్న ప్రాంతం కంపించడం ఆరంభించింది. పదే పదే భూకంపాలు రాసాగాయి. మార్చ్ 27న కొంత ఆవిరిని, బూడిదని పర్వతం వెళ్ళగక్కింది.

మరో ఆరు వారాల పాటు పెద్దగా ఏమీ జరగలేదు. కాబట్టి 1975లో బేకర్ పర్వతం మీద జరిగినట్టుగానే అంతా సద్దుమణిగి పోతుందని



1980 మే 18న పేలిన సేంట్ హెలెన్స్

అనుకున్నారు. కాని 1980, మే 18న మరింత పెద్ద భూకంపాలు రెండు వచ్చాక, పర్వతం పేలింది. ఇది క్రకటోవా అంత బ్రహ్మాండమైన విస్ఫోటం కాదు. కాని యావత్ అమెరికన్ చరిత్రలో అతి పెద్ద విస్ఫోటం ఇదే. కోట్ల టన్నుల కొద్దీ బూడిద, రాయి గాల్లోకి పన్నెండు మైళ్ళ ఎత్తు వరకు వెదజల్ల బడ్డాయి. అలా ఎగసిన దుమ్ము తూర్పున ఐదు వందల మైళ్ళ దూరం వరకు కూడా వ్యాపించి నేల మీద పొరలాగా పేరుకుంది. కొన్ని చోట్ల ఆ పొర మూడు నాలుగు అడుగుల మందంలో ఏర్పడింది.

సెయింట్ హెలెన్స్ పర్వత శిఖరాల మీద ఉండే మంచు కరిగి, మట్టితో కలిసి, ఏర్పడ్డ బురద కెరటాలు కిందకి ఉరకగా ఇళ్ళు, బళ్ళు, వంతెనలు నేలమట్టం అయ్యాయి. అదృష్టవశాత్తు పర్వతం కంపనలు ఆరంభమైన రెండు నెలల ప్రాంతంలో జనం చాలా మటుకు ఆ ప్రాంతాన్ని ఖాళీ చేశారు. అయినా కూడా ఇరవై మందికి పైగా మరణించారు. నూరు మంది దాకా కనిపించకుండా పోయారు.

అంతేకాక సెయింట్ హెలెన్స్‌లో ప్రస్ఫోటాలు కొనసాగుతూనే ఉన్నాయి. ఈ సంచలనం కొన్నేళ్ళపాటు కొనసాగేలా ఉంది.

అయితే అసలు పర్వతమే లేని చోట కూడా అగ్నిపర్వత విస్ఫోటాలు జరిగే అవకాశం కూడా ఉంది.

మెక్సికో నగరానికి పశ్చిమ దిశలో రెండు వందల మైళ్ళ దూరంలో

పారిక్యుటిన్ అనే ఒక గ్రామం ఉండేది. 1943లో ఫిబ్రవరి 20న గ్రామానికి మూడు మైళ్ళ దూరంలో ఉన్న జొన్న చేలలో రైతులు పనిచేస్తున్నారు. ఆ చేను పూర్తిగా చదునుగా ఉంది. సాయంకాలం 4 గంటల ప్రాంతంలో నేలలో ఒక పెద్ద బీట చూశారు రైతులు. ఆ బీట పెరిగి పెద్దది కాసాగింది. కాళ్ళ కింద నేల కంపించడం మొదలుపెట్టింది. బీటలోనుంచి మంటలు, పొగ పైకి ఎగజిమ్మడం మొదలుపెట్టాయి.

కంగారుగా రైతులు చేలు ఖాళీ చేసి ఊళ్ళోకి వెళ్ళిపోయారు. మర్నాడు ఉదయం లేచి చూస్తే పంట చేలు ఉన్నచోట నూరు అడుగుల బూడిద గుట్టలు కనిపించాయి. ఆ గుట్టలో నుంచి ఇంకా బూడిద, పొగ వస్తోంది. అలా ఆ గుట్ట పెరిగి పెరిగి తదనంతరం పారిక్యుటిన్ పర్వతం అని పేరు తెచ్చుకుంది.

మొదటి సంవత్సరం చివరికల్లా పదిహేను వందల ఎత్తున్న అగ్నిపర్వతమే వెలిసింది అక్కడ. అది పారిక్యుటిన్ గ్రామాన్ని కూడా కప్పేసింది. పొంపేయి నగరంలాగానే ఈ గ్రామం కొండ కింద పూడుకుపోయింది. అయితే ఈ పరిణామం చాలా మెల్లగా జరగడం వల్ల

పగలు

రాత్రి

పారిక్యుటిన్ పేలిన కొన్ని నెలల తరువాత

పెద్దగా ప్రాణనష్టం జరగలేదు. రెండవ సంవత్సరం చివరి కల్లా పారిక్యుటిన్ పర్వతం రెండవ, మరింత పెద్ద గ్రామాన్ని ఆక్రమించుకుంది. ఈ పరిణామం కూడా మెల్లగా జరిగింది కాబట్టి ప్రజలు తప్పించుకోగలిగారు.

1952లో మొదలైన విస్ఫోటం చివరికి తొమ్మిది ఏళ్ళకి ఆగింది.

పారిక్యుటిన్ లావాతో మునిగిన నగరం

అప్పటికే పారిక్యుటిన్ పర్వతం 1.25 మైళ్ళ ఎత్తుకి లేచింది. నలుదిశలా ఏడు మైళ్ళ దూరం వరకు వృక్ష సంపద అంతా ధ్వంసం అయ్యింది.

4. పాదాల కింద తాపం

అగ్ని పర్వతాల గురించి ఇంత అనుభవాన్ని పొందాం. కాని వాటి విస్ఫోటాలకి కారణాలేమిటి?

భూమి పై పొర అడుగున ఎంతో ఉష్ణం దాగి ఉందన్న పాత సిద్ధాంతం తోనే అగ్నిపర్వతాల చర్యను కూడా వివరించవచ్చు. పైగా నేలలో ఉష్ణం ఉందన్న సంగతి మనమిప్పుడు ప్రత్యక్షంగా తెలుసుకోగలుగుతున్నాం.

భూమి మీద పలు చోట్ల బంగారం కోసం, వజ్రాల కోసం, విలువైన మణుల కోసం, లోహాల కోసం గనులు తవ్వుతున్నారు. భూమి మీద ఎక్కడ తవ్వినా గని ఎంత లోతుగా ఉంటే వేడి అంత ఎక్కువ అవుతుంది. ప్రపంచంలో అత్యంత లోతైన గని దక్షిణ ఆఫ్రికాలో ఉంది. దాని లోతు రెండు మైళ్ళు. ఆ లోతు వద్ద గనిలో రాతి గోడల ఉష్ణోగ్రత 52 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడు. అలాంటి గనులలో పైనుండి చల్లగాలి ప్రసరింపచేస్తే తప్ప మనుషులు పని చెయ్యలేరు.

లోతు పెరుగుతున్న కొద్దీ వేడి పెరుగుతుందని శాస్త్రవేత్తలకి ఇప్పుడు రూఢిగా తెలుసు. ఇక వంద మైళ్ళ లోతులో రాతి ఉష్ణోగ్రత 1100 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడు వరకు ఉంటుంది. భూమి ఉపరితలం మీద అంత వేడిగా ఉంటే రాయి కరిగి లావా అవుతుంది. కాని అంత లోతులో పైన మైళ్ళకొద్దీ రాతి పొర పీడనం వల్ల రాయి కరగకుండా ఘనంగా ఉంటుంది.

భూమి పై పొర కింద ఎర్రగా వేడెక్కిన రాతి పొరనే మాంటెల్ (mantle) అంటారు.

భూమి పై పొరకి అడుగున దాదాపు 2900 కిలోమీటర్లు లోతుకి వెళ్తే మాంటెల్ పొర అంచుకి వస్తాం. దాని అడుగున ఉండేదే 'కేంద్ర పొర' (core). ఈ భాగంలో ఎక్కువగా ఇనుము ఉంటుంది. వేడి వల్ల ఇక్కడ పదార్థం వేడెక్కిన తెల్లని ద్రవ రూపంలో ఉంటుంది.

ఇక భూమి కేంద్రానికి పోతే ఉష్ణోగ్రత 2760-3315 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడు వరకు ఉండొచ్చు. అంటే ఇంచుమించు సూర్యుడి ఉపరితల ఉష్ణోగ్రతకి సమానం అన్నమాట.

అగ్నిపర్వతాల చర్యను వివరించడానికి భూమి లోపల నిజంగానే బోలెడంత వేడిమి ఉంది. కాని ఆ వేడిమి ఎక్కడినుంచి వస్తోంది?

దానికి సమాధానం చెప్పాలంటే మొదట భూమి ఎలా పుట్టిందో చెప్పుకోవాలి. భూమి ఆదిలో సూర్యుడిలో భాగంగా ఉండేదని యాభై ఏళ్ళ క్రితం ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు అనుకునేవారు. సూర్యుడి దరిదాపుల్లో ప్రయాణిస్తున్న మరో తార గురుత్వాకర్షణ వల్ల భూమి, తదితర గ్రహాలన్నీ సూర్యుడిలో నుంచి బయటకి ఊడిపడ్డాయనుకున్నారు.

ఆ కారణం వల్ల భూమి కేంద్రం సూర్యుడి ఉపరితలం అంత వేడిగా ఉందంటే ఆశ్చర్యం లేదు. అదృష్టవశాత్తు భూమి ఉపరితలం బాగా చల్లబడడంతో జీవరాశుల మనుగడకి వీలు ఏర్పడింది.

కాని విషయాన్ని ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు ఇంకా నిశితంగా పరీక్షించినప్పుడు భూమి ఒకప్పుడు సూర్యుడిలో భాగమేనన్న సిద్ధాంతంలో దోషాలు కనిపించాయి. చివరికి భూమి సూర్యుడిలో ఎప్పుడూ భాగంగా లేదని నిర్ణయించారు ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు.

ఇలా ఉండగా 1944లో జర్మన్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త కార్ల్ ఫ్రెడ్రిక్ ఫన్ వైట్సకర్ (1912-2007) తప్పని విస్మరించిన ఒక పాత సిద్ధాంతాన్ని మళ్ళీ పైకి తెచ్చాడు. అందులో కొన్ని వివరాలని సరిదిద్ది, సిద్ధాంతానికి మెరుగులు దిద్ది శాస్త్రవేత్తలు ఒప్పుకునేలా చేశాడు.

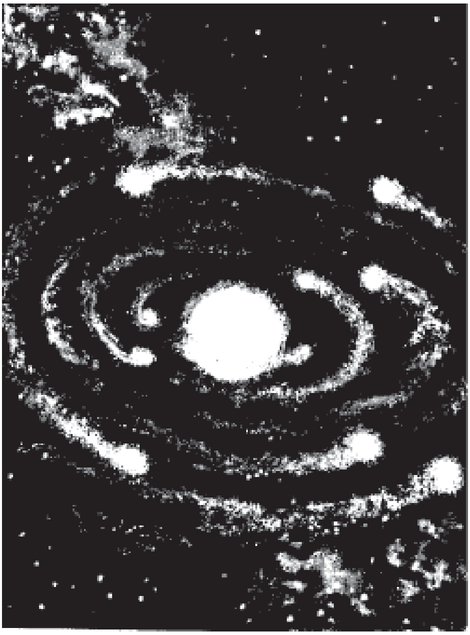
ఈ కొత్త సిద్ధాంతం ప్రకారం సూర్యుడు, ఇతర గ్రహాలు కూడా, ఒక పెద్ద ధూళి, వాయువుల మేఘంలో నుంచి ఉద్భవించాయి. ఆ ధూళి, వాయు రేణువులు, ఒక దగ్గర చేరి ఇంకా పెద్ద రేణువులుగా, అంశాలుగా, శకలాలుగా మారాయి. ఆ శకలాలు ఇంకా సమీకృతం అవుతూ గ్రహాలుగా

రూపుదిద్దుకున్నాయి.

మేఘానికి కేంద్రంలో ఉండిపోయిన పదార్థం అంతా సూర్యుడిగా మారింది. సూర్యుడి పరిమాణం గ్రహాలన్నీ కలిపిన పరిమాణం కన్నా ఎక్కువ. గ్రహాలని రూపొందించడానికి మేఘం అంచుల వద్ద ఉన్న పదార్థం సరిపోయింది.

కాని అలా దగ్గరైన అంశాలు చల్లగా ఉన్నాయి. మరి భూమి మాత్రం ఎలా వేడెక్కింది?

రెండు వస్తువులు గురుత్వాకర్షణ చేత ఒకదాన్ని ఒకటి ఢీ కొన్నప్పుడు వాటి గతి శక్తి ఉష్ణ శక్తిగా మారుతుంది. అలా ఇంకా ఇంకా వస్తువులు ఏకమై మరింత పెద్ద వస్తువు తయారైనప్పుడు మరింత ఎక్కువ ఉష్ణం ఉత్పన్నం అవుతుంది. చివరికి అలా ఎన్నో అంశాలు ఒకటై భూమి అంత పెద్ద వస్తువు రూపొందినప్పుడు పుట్టే వేడికి భూమి తెల్లగా వేడెక్కుతుంది. ఎన్ని ఎక్కువ వస్తువులు పోగైతే అంత వేడి పుడుతుంది. భూమి కన్నా చాలా పెద్దదైన జూపిటర్ అంతరంగం ఇంకా వేడిగా ఉంటుంది. వీటన్నిటి కన్నా పెద్దదైన సూర్యుడి ఉష్ణోగ్రత కూడా అన్నిటి ఉష్ణోగ్రత కన్నా ఎక్కువే.



సౌర వ్యవస్థ ఏర్పడటం

మరి భూమి ఉపరితలం చల్లబడటానికి కావలసినంత కాలం గడిచింది

కాబట్టి, ఉపరితలం లాగానే అంతరభాగాలు ఎందుకు చల్లబడలేదు? లోపలా బయటా కూడా భూమి ఎందుకు చల్లగా లేదు?

రాతి పొరని దాటుకుని భూమి లోపలి వేడి ఉపరితలానికి రావటానికి ఎంతో కాలం పడుతుంది. లోపలి వేడి తప్పించుకు పోకుండా రాతి పొర ఉష్ణనిరోధక పొరగా పనిచేస్తుంది. భూమి ఉపరితలం మీది చల్లని రాతి పొర అంతర్భాగాలని వెచ్చగా ఉంచే కంబళి లాంటిది.

భూమిలోని వేడి రాళ్ళలో నుంచి తప్పించుకుంటుంది గాని, చాలా మెల్లగా తప్పించుకుంటుంది. చాలా కాలం పోయాక భూమి మొత్తం చల్లబడుతుంది.

1900 కాలంలో భూమి వయసు సుమారు 20 కోట్ల సంవత్సరాలు ఉంటుందని అనుకునేవారు. భూమి నిలువెల్లా చల్లబడటానికి ఆ కాస్త సమయం సరిపోదు.

కాని 1905లో బెర్ట్రామ్ బి. బోల్ట్‌ఉడ్ (1870–1927) అనే అమెరికన్ శాస్త్రవేత్త రాళ్ళ వయసు కొలిచే ఒక కొత్త పద్ధతి కనిపెట్టాడు.

రాళ్ళలో ఉండే యురేనియం మూలకం మెల్లగా సీసంగా మారే ప్రక్రియ మీద ఈ కొలమానం ఆధారపడుతుంది. ఈ మార్పునే రేడియో ధార్మికత అంటారు.

ఒక రాయిలో కొద్దిపాటి యురేనియం, కొద్దిపాటి సీసం ఉన్నట్లయితే రెండింటినీ కొలవ వచ్చు. అంత యురేనియం, అంత సీసంగా మారటానికి ఎంత కాలం పడుతుందో శాస్త్రవేత్తలు అంచనా వేస్తారు.

ఈ పద్ధతిని ఉపయోగించి భూమి వయసు కొన్ని వందల కోట్ల సంవత్సరాలని అంచనా వేశారు. చివరికి భూమి వయసు 400 కోట్ల సంవత్సరాలని శాస్త్రవేత్తలు అంచనా వేశారు. మొదట ఊహించిన దానికి ఈ విలువ ఇరవై రెట్లు ఎక్కువ. భూమి అంత పురాతనమైనది కాబట్టి దాని అంతరంగం అంతా ఈ పాటికే బాగా చల్లబడి ఉండాలి. కాని అగ్నిపర్వతాలు

ఇప్పటికీ పేలుతూనే ఉన్నాయి.

దీనికి సమాధానం మళ్ళీ యురేనియంలోనే ఉంది. యురేనియం అంశాలు సీసంగా మారినప్పుడు కొద్దిపాటి ఉష్ణం పుడుతుంది. అయితే యురేనియం సీసంగా ఎంత మెల్లగా మారుతుంది అంటే అర కిలో యురేనియం నుండి పుట్టిన ఉష్ణాన్ని కూడా మనం గుర్తించం. కాని భూమి మొత్తం మీద వందల కోట్ల టన్నుల యురేనియం సీసంగా మారినప్పుడు పుట్టిన వేడిని తీసుకుంటే చాలా పెద్ద విలువే అవుతుంది.

పైగా యురేనియం కాకుండా ఇతర రేడియోధార్మిక పదార్థాలు కూడా ఉన్నాయి. ఈ రేడియోధార్మిక పదార్థాలు అన్నిటినుండి పుట్టిన వేడిమిని తీసుకుంటే, రేడియోధార్మికత వల్ల భూమి మాంటెల్‌లోకి ప్రవేశించే వేడి భూమి పైపొర నుండి తప్పించుకుని అంతరిక్షంలోకి ప్రవేశించే వేడితో సమానం.

అంటే అసలు భూమి చల్లబడటం లేదని అర్థం. రేడియోధార్మికత వల్ల భూమి అంతరంగం వేడిగానే ఉంటోంది. యురేనియం, ఇతర రేడియోధార్మిక పదార్థాలు మెల్లగా సీసంగా, రేడియోధార్మికం కాని పదార్థాలుగా మారుతూ అంతరించిపోతున్నాయి. ఈ రేడియోధార్మిక పదార్థాల నుండి పుట్టే వేడి అప్రధానం అనే స్థాయి వరకు రావాలంటే మరి కొన్ని వందల కోట్ల సంవత్సరాలు పడుతుంది. భూమి మీద అగ్నిపర్వతం అన్నది లేకుండా ఉండాలంటే మరి కొన్ని వందల కోట్ల సంవత్సరాలు పడుతుంది.

మరి భూమి అంతరంగం మొత్తం వేడిగా ఉంటే అగ్నిపర్వతాలు కొన్ని ప్రత్యేక ప్రదేశాలలో మాత్రమే ఎందుకు ఉంటాయి?

బహుశ భూమి పైపొర ప్రతి చోటా ఘనరూపంలో లేదేమో. భూమి పైపొరలో కొన్ని చోట్ల కొన్ని బలహీన స్థానాలు ఉన్నాయేమో. కొన్ని బలహీన స్థలాల నుండి మాంటెల్‌లోని వేడి ఉపరితలానికి తన్నుకొస్తోంది.

కొన్ని ప్రదేశాలలో ఆ వేడి ఉపరితలానికి బాగా సన్నిహితంగా వచ్చి నీటిని కూడా వేడెక్కిస్తుంది. ఇవే వేడి నీటి బుగ్గలు అవుతాయి.

కొన్ని సందర్భాలలో ఆ నీరు మరిగి, అలా పుట్టిన ఆవిరి గాల్లోకి ఉవ్వెత్తున లేస్తుంది. అలాంటి నీటి ఊటలని గీజర్లు (geysers) అంటారు.

పైకి తన్నుకొచ్చే వేడి పెద్ద మొత్తాల్లో ఉంటే దానినే అగ్నిపర్వతం అంటారు.

భూమి పైపొరలో ఉండే ఈ బలహీన స్థానాలు ప్రతి చోటా లేవు. భూమి మీద ఉండే ఐదొందల సక్రియమైన అగ్నిపర్వతాలలో, ఇంచుమించు మూడొందల పర్వతాలు పసిఫిక్ సముద్రపు అంచుల చుట్టూ ఒక పొడవైన వక్రరేఖ వెంట ఉన్నాయి. మరో నలభై ఇండొనేషియన్ దీవుల వెంట ఉన్నాయి. ఈ అగ్నిపర్వతాల రేఖనే కొన్ని సార్లు అగ్నివలయం అంటారు.

ఈ సత్యాన్ని 1800 కాలంలోనే శాస్త్రవేత్తలు గుర్తించారు. బహుశ చంద్రుడు ఒకప్పుడు భూమిలో భాగంగా ఉండేదేమో అనుకున్నారు. భూమి నుండి చంద్రుడు విడివడినప్పుడు ఏర్పడ్డ గుంతే పసిఫిక్ సముద్రం అనుకున్నారు. ఆ సముద్రపు అంచుల వెంట భూమి, చంద్రుల చీలిక వల్ల ఏర్పడ్డ గాయాలే, ఆగ్నిపర్వతాలు ఉండే బలహీన స్థానాలు అనుకున్నారు కొందరు.

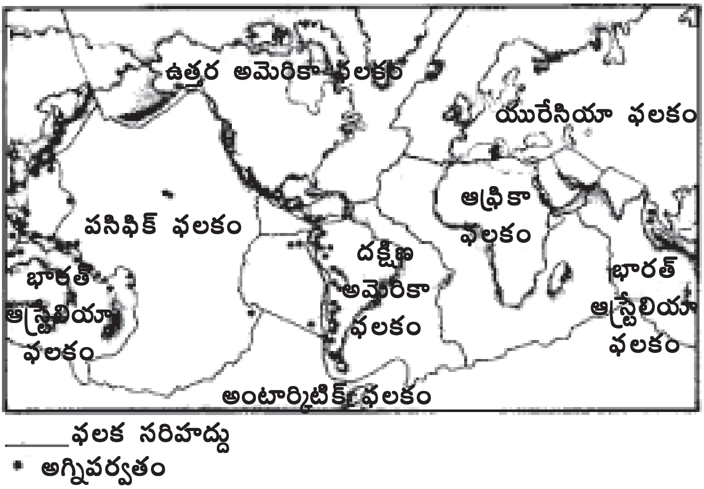
కాని అది కూడా తప్పని తరువాత తేలింది. చంద్రగ్రహం ఎప్పుడూ భూమిలో భాగంగా లేదని ఇప్పుడు శాస్త్రవేత్తలు అర్థం చేసుకున్నారు.

ప్రపంచ పటం మీద అగ్నిపర్వతాలు ఉన్నచోట్లన్నీ గుర్తులు పెట్టి, వాటన్నిటినీ ఒక గీతతో కలిపాం అనుకుందాం. ఆ గీతలో అగ్నివలయం ప్రస్ఫుటంగా కనిపిస్తుంది. కాని అది కాక మరిన్ని గీతలు కూడా కనిపిస్తాయి. ప్రపంచ పటం మొత్తం కొన్ని పెద్ద పెద్ద ఫలకాలుగా విభజించబడి ఉన్నట్లు కనిపిస్తుంది. ఆ ఫలకాలకి అంచుల వెంట అగ్నిపర్వతాలు, భూకంపాలు పుట్టే స్థానాలు ఉన్నట్లు కనిపిస్తుంది.

భూమి పైపొర అంతా ఒకదాంతో ఒకటి సరిపోయే ఫలకాల రూపంలో ఏర్పాటై ఉందన్న భావనకి 1950ల నుండి సాక్ష్యాధారాలు దొరకడం ఆరంభించాయి.

ఈ ఫలకాలు మెల్లగా కదులుతూ ఉంటాయి. భూమి మాంటెల్‌లోని రాయి ఘన రూపంలోనే ఉన్నా, అది ఎంత వేడిగా ఉంటుందంటే మెత్తని, వెచ్చని మైనంలా అది మెల్లగా కదులుతూ ఉంటుంది. ఈ మాంటెల్‌లో, చక్రికంగా సంచరించే రాతి ప్రవాహాలు ఉన్నాయని శాస్త్రవేత్తల అంచనా. పైపొర అడుగు సరిహద్దు వెంట ఈ తరంగాలు ప్రవహిస్తూ ఫలకాలని అటు ఇటు కదిలిస్తుంటాయి. కొన్ని ఫలకాలు దూరంగా జరుగుతుంటే, కొన్ని దగ్గర అవుతుంటాయి.

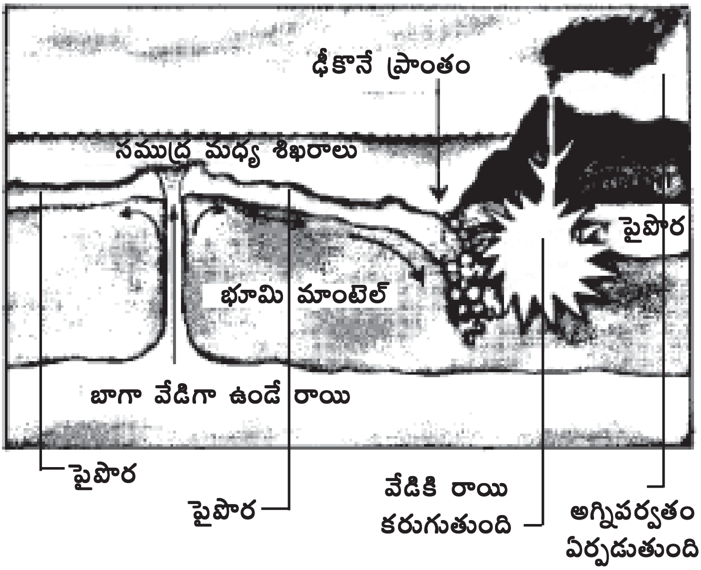
ఈ చలనాల వల్ల ఫలకాల కలయికల మధ్య కొన్ని బలహీన స్థానాలు



టెక్టోనిక్ ఫలకాలు, అగ్ని వలయం

ఏర్పడతాయి. వాటిలో నుంచి వేడి బయట పడి అగ్నిపర్వతాలని రూపొందిస్తోంది.

ఒక అగ్నిపర్వతం ఎప్పుడు సక్రియం అవుతుందో ముందే



సముద్రపు అడుగు విస్తరిస్తూ అగ్నిపర్వతాలు ఏర్పడటం

చెప్పగలమా?

ప్రస్తుతానికి అయితే చెప్పలేం. కాని ఫలకాల గురించి మన అవగాహన పెరుగుతూ ఉంటే భవిష్యత్తులో అలాంటివి చెప్పటానికి వీలవుతుంది.

పోనీ అగ్నిపర్వత ప్రస్ఫోటాలని అరికట్టటానికి వీలవుతుందా? పెద్ద ప్రస్ఫోటాన్ని అరికట్టేలా చిన్న చిన్న ప్రస్ఫోటాలని ప్రోత్సహిస్తే?

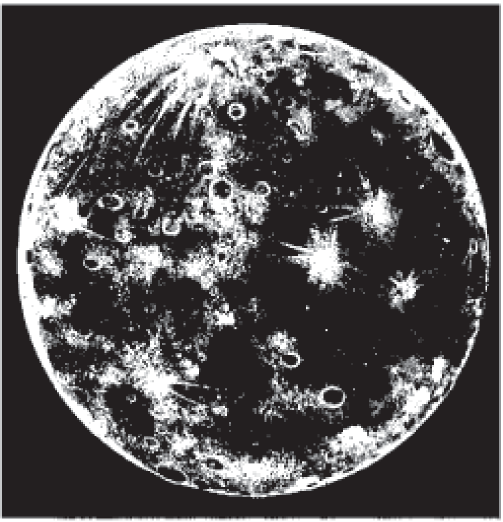
ఇది కూడా ప్రస్తుతానికి సాధ్యం కాదు. కాని భూమి పైపొర గురించిన మన పరిజ్ఞానం పెరుగుతుంటే అది కూడా ఏదో ఒకనాటికి సాధ్యం కావచ్చు.

5. ఇతర గ్రహాలలో అగ్నిపర్వతాలు

ఇతర గ్రహాల మీద అగ్నిపర్వతాలు ఉన్నాయనుకోవడం సహేతుకమే అవుతుంది. సౌరమండలం మొట్టమొదట రూపొందినప్పుడు అందులోని పెద్ద పెద్ద వస్తువులన్నీ మొదట్లో చాలా వేడిగా ఉండి ఉండొచ్చు. గ్రహం చల్లబడుతుంటే లోపల ఉండే వేడి అప్పుడప్పుడు పెద్ద పెద్ద అగ్నిపర్వతాలలో నుంచి, ఇంకా పూర్తిగా చల్లబడని, పలుచని పైపొర ద్వారా, బయటికి తన్నుకొస్తూ ఉండవచ్చు.

గ్రహం మరీ చిన్నదైతే అగ్నిపర్వత ప్రస్ఫోటాలు ఆగిపోయేటంత వరకు గ్రహం చల్లబడే అవకాశం ఉంది. లేదా గ్రహ అంతరంగం ఇంకా వేడిగానే ఉన్నా, దాని పైపొర మరీ దట్టంగా ఉండటంతో లోపల ఉన్న వేడి బయటికి తప్పించుకోవటానికి తగిన మార్గాలేవీ లేకపోవచ్చు.

వేల చదరపు మైళ్ళ విస్తీర్ణాన్ని కప్పుతూ లావా ప్రవాహాల దాఖలాలు చంద్రుడి ఉపరితలం మీద కనిపిస్తాయి. కాని అవి చంద్రుడి చరిత్రలో తొలిదశల్లో జరిగి ఉండొచ్చు. ప్రస్తుతం చంద్రుడి మీద అగ్నిపర్వత చలనాల ఛాయలేవీ ఉన్నట్లు లేవు.

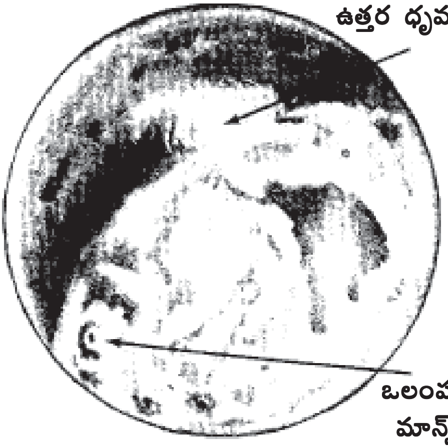


చందమామపై అగాథాలు

1971 చివర్లో మారినర్ 9 అనే రాకెట్ ప్రోబ్‌ని అంగారక గ్రహం చుట్టూ కక్ష్యలో పెట్టారు. అది అంగారక గ్రహ ఉపరితలాన్ని ఫోటోలు

తీసింది. ఆ ఫోటోల సహాయంతో అంగారక గ్రహాన్ని పూర్తిగా మ్యాప్ చెయ్యటం సాధ్యమయ్యింది.

అంగారకుని మీద కొండలు, ఉల్కాబిలాలు, చెరియలు, లోయలు మొదలైన విశేషాలు ఎన్నో ఉన్నాయి. ఒక ప్రాంతంలో పెద్ద పెద్ద బిలాలు ఉన్న పర్వతశ్రేణి ఉంది. అవన్నీ నిస్సందేహంగా అగ్ని పర్వతాలే. వాటిలో అతి పెద్ద పర్వతాన్ని మనం ఒలంపస్ మాన్స్ అంటున్నాం.

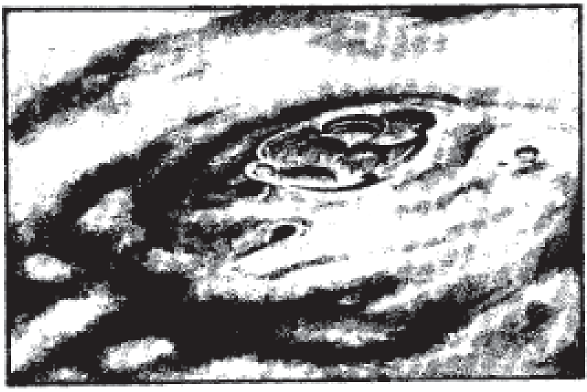


అంగారకుడు

ఈ ఒలంపస్ మాన్స్ భూమి మీద ఉండే అగ్నిపర్వతాల కన్నా చాలా చాలా పెద్దది. దాని శిఖరం అంగారక గ్రహ ఉపరితల సగటు మట్టం కన్నా 24 కిలోమీటర్ల ఎత్తులో ఉంది. దాని ఆధారం 400 కిలోమీటర్ల వెడల్పు ఉంటుంది. హవాయీ దీవిలోని పర్వతం కన్నా దీని ఎత్తు రెండు రెట్లు ఎక్కువ, వెడల్పు మూడు రెట్లు ఎక్కువ. అంతేకాక ఒలంపస్ మాన్స్ పర్వతాగ్రం మీద ఉండే బిలం వెడల్పు 64 కిలోమీటర్లు. భూమి మీద అతి పెద్ద అగ్నిపర్వత బిలం కన్నా ఇది చాలా పెద్దది.

మనకి కనిపించేటంత మేరకు ఒలంపస్ మాన్స్, మొదలైన మార్షియన్ అగ్నిపర్వతాలకి కాలం చెల్లినట్లే. చాలా కాలంగా అవి విస్ఫోటం చెందలేదు.

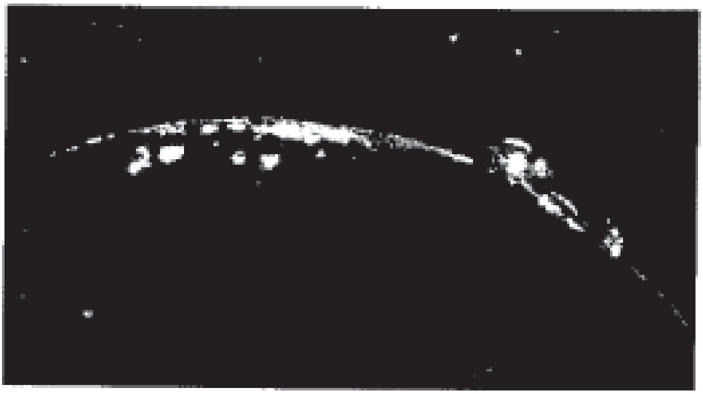
1978లో పయనీర్ వీనస్ అనే రాకెట్ ప్రోబ్‌ని శుక్ర గ్రహం (వీనస్) చుట్టు కక్ష్యలో ఉంటారు. శుక్ర గ్రహ వాతావరణంలో వేలాడే దట్టమైన మబ్బుల మాటున శుక్ర గ్రహ ఉపరితలం దాగి ఉంది. కాని రాడార్



అంగారకునిపై అంతరించిపోయిన ఒలంపస్ మాన్స్ అగ్నిపర్వతం

తరంగాలు మబ్బు తెరని ఛేదించి ఉపరితలం నుండి పరావర్తనం చెందాయి. రాడార్ తరంగాల సహాయంతో పయనీర్ వీనస్‌లోని ఉపకరణాలు శుక్ర గ్రహ ఉపరితలాన్ని దాదాపు పూర్తిగా మ్యాప్ చెయ్యగలిగాయి.

రాడార్‌లో కనిపించిన కొండలు కొన్ని అగ్నిపర్వతాలలా తోచాయి. అలాంటి పర్వతాలలో ఒకదానికి రియా మాన్స్ అని పేరు పెట్టారు. దీని అడుగుభాగం న్యూ మెక్సికో రాష్ట్రం అంత పెద్దది. అది నిజంగానే అగ్నిపర్వతం అయితే అంగారకుని మీద ఒలంపస్ మాన్స్ కన్నా ఇది పెద్దది.



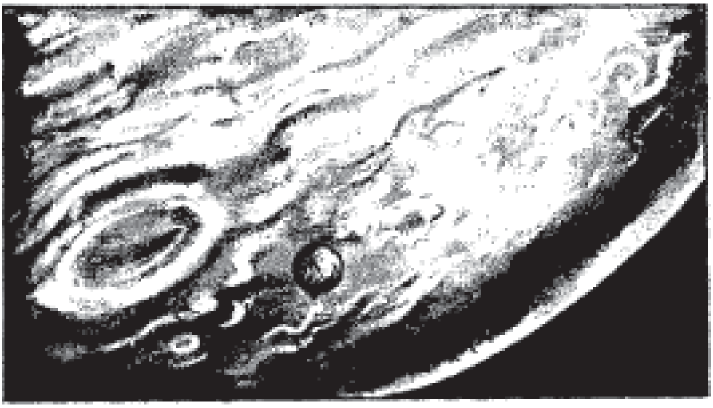
అయోపై అగ్నిపర్వతాలు

కాని శుక్ర గ్రహంలోని అగ్నిపర్వతాలు కూడా నిష్క్రియంగానే ఉన్నాయి.

సౌరమండలంలో భూమి మీద తప్ప మరెక్కడా సక్రియమైన అగ్నిపర్వతాలు ఉన్నట్లు లేవు. కాని 1979 మార్చ్ 5న వాయేజర్ 1 బృహస్పతిని దాటిపోతూ దాని ఉపగ్రహాలని పరిశీలించింది. బృహస్పతి ఉపగ్రహాలలో మన చంద్రుడిని పోలినవి, లేదా చంద్రుడి కన్నా పెద్దవైన ఉపగ్రహాలు నాలుగు ఉన్నాయి. బృహస్పతికి అతి దగ్గరలో ఉన్న ఉపగ్రహం పేరు అయో. దీని పరిమాణం చంద్రుడి పరిమాణం అంత ఉంటుంది. బృహస్పతి నుండి దాని దూరం కూడా భూమి నుండి చంద్రుడి దూరం అంత ఉంటుంది.

బృహస్పతి బలమైన గురుత్వాకర్షణ శక్తి దాని ఉపగ్రహాల పదార్థంలో తరంగాలు పుట్టిస్తుంది. ఈ తరంగాలు ఉపగ్రహాల అంతరంగంలో ఉండే రాతిని పిండి వాటిని వేడెక్కిస్తాయి. బృహస్పతికి అతి దగ్గరగా ఉన్న అయోలో ఈ వేడి అత్యధికంగా ఉంటుంది.

వాయేజర్ 1 బృహస్పతిని దాటటానికి కొన్ని రోజులకి ముందే, బృహస్పతి తరంగ ప్రభావం వల్ల అయో అంతరంగం తగినంతగా వేడెక్కగా, అగ్నిపర్వతాలు పుడతాయని కొందరు ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు సూచించారు.



బృహస్పతి చుట్టూ తిరుగుతున్న అయో

బృహస్పతిని దాటుతూ వాయేజర్ 1 ఫోటోలు తీసింది. అనుకున్నట్లే సరిగ్గా అదే సమయంలో పేలుతూ ఎనిమిది అగ్నిపర్వతాలు కనిపించాయి. నాలుగు నెలల తరువాత వాయేజర్ 2 అనే మరో ప్రోబ్ బృహస్పతి మీదుగా వెళ్ళినప్పుడు అయో మీద కనిపించిన ఎనిమిది అగ్నిపర్వతాలలో ఆరు ఇంకా పేలుతూనే ఉన్నాయి.

అయో మీద జరుగుతున్న అగ్నిపర్వత విస్ఫోటాలలో ఎక్కువగా బూడిద, గంధకపు ఆవిర్లు ఉన్నట్లు ఉన్నాయి. ఈ గంధకపు పై పూత ఫలితంగా అయో ఉపరితలం మొత్తం ఎరుపు, నారింజ, పసుపు రంగులలో కనిపిస్తుంది. ఆ ఉపగ్రహానికి సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌తో పలచని వాతావరణం కూడా ఉంది.

కాబట్టి మనకి తెలిసినంతలో అగ్నిపర్వతాలు పేలుతున్న రెండు గ్రహాలు ఉన్నాయి. ఒకటి భూమి, రెండవది అయో.

అయితే అయో కన్నా భూమి మీది అగ్నిపర్వతాల మీద మన దృష్టి ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఎందుకంటే విజ్ఞానం ఎంతగా పురోగమించినా ఇప్పటికీ అగ్నిపర్వతం బద్దలైనప్పుడు ఆ ప్రదేశం నుండి పరుగెత్తి పారిపోవటం తప్ప ఏమీ చెయ్యలేని నిస్సహాయ స్థితిలో ఉన్నాం.

ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 27

లేజర్

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం
డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

ఎలా తెలుసుకున్నాం - 27

లేజర్

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

How Did We Find Out About Lasers? by Isaac Asimov
ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 27

లేజర్

రచయిత : ఐజాక్ అసిమోవ్
అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి
ప్రచురణ : సెప్టెంబరు, 2009
ప్రతుల సంఖ్య : 2000
వెల : రూ. 18/-
ISBN : 978-93-80153-14-8

ప్రచురణ, ప్రతులకు :

జన విజ్ఞాన వేదిక
జి. మాల్యాద్రి, కన్వీనర్, ప్రచురణల విభాగం
162, విజయలక్ష్మీనగర్
నెల్లూరు - 524 004
ఫోన్ : 94405 03061

మంచి పుస్తకం
12-13-450, వీధి నెం.1
తార్నాక, సికింద్రాబాదు 500 017
ఫోన్ : 94907 46614.
email : info@manchipustakam.in
website : www.manchipustakam.in

కంపోజింగ్, లే అవుట్ : పద్మ
ముఖచిత్ర డిజైన్ : అంకుష్ గ్రాఫిక్స్ & డిజైనర్స్

ముద్రణ : డెక్కన్ ప్రెస్,
1-9-1126/బి,
అజామాబాద్, హైదరాబాదు,
ఫోన్: 27678411.

విషయ సూచిక

1.	తరంగాలు	. . .	05
2.	కిరణాలు - శక్తి	. . .	11
3.	మేసర్	. . .	17
4.	లేజర్లు	. . .	26
5.	లేజర్ల ప్రయోజనాలు	. . .	32

1. తరంగాలు

మనం చూసే కాంతి చిన్న చిన్న కాంతి తరంగాల సమ్మిళిత ధార. ఇలాంటి కాంతి తరంగాలని వరసగా పేరిస్తే ఒక అంగుళం పొడవు ఉంటాయి. అంటే ఒక్క తరంగం పొడవు అంగుళంలో 1/50,000 వంతు అన్నమాట. దీన్నే తరంగ దైర్ఘ్యం అంటారు.

తరంగ దైర్ఘ్యాన్ని అంగుళాలలో కన్నా మీటర్లలో కొలిస్తే అనువుగా ఉంటుంది. ప్రపంచంలో చాలా దేశాలలో వైజ్ఞానిక ప్రయోజనాల కోసం అంగుళాల కన్నా మీటర్లనే ఎక్కువగా వాడతారు.

ఒక మీటరు అంటే 39.37 అంగుళాలు, ఇంచుమించు 3.28 అడుగులు. అంటే చాలా పొడవే. కాని మీటర్లని ఇంకా చిన్న భాగాలుగా విభజించవచ్చు. మీటర్లో పదో వంతు, నూరో వంతు, వెయ్యో వంతు ఇలా విభజిస్తూ పోవచ్చు. అలాంటి కొలమానాన్నే మెట్రిక్ వ్యవస్థ అంటారు.

1 సెంటీమీటరు అంటే = 1/100 మీటరు

1 మిల్లీమీటరు అంటే = 1/1000 మీటరు

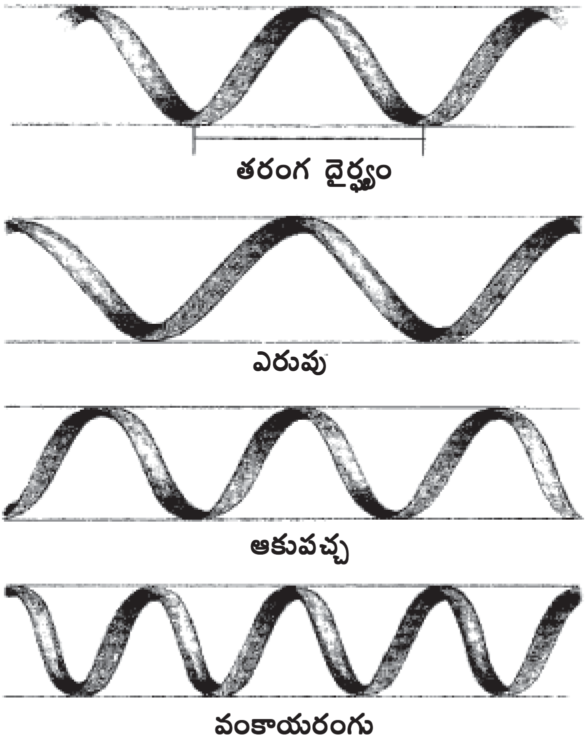
1 మైక్రోమీటరు అంటే = 1/1000 మిల్లీమీటరు

1 నానోమీటరు అంటే = 1/1000 మైక్రోమీటరు

కాంతి తరంగం పొడవు 500 నానోమీటర్ల దాకా ఉంటుంది. అంటే అంగుళంలో 1/50,000 ఉంటుంది.

ప్రపంచం అంతటా ఇలాంటి కొలతలకి శాస్త్రవేత్తలు నానోమీటర్లనే వాడుతున్నారు.

కాంతి తరంగాలు అన్నీ ఒకే పొడవులో ఉండవు. కొన్ని కాస్త పొడుగ్గాను, కొన్ని కాస్త పొట్టిగా కూడా ఉంటాయి. ఆ తేడా ఏమిటో చూస్తే తెలుస్తుంది. ఎందుకంటే వివిధ తరంగ దైర్ఘ్యాలు గల కాంతి తరంగాలు కంటికి వివిధ రంగుల్లో కనిపిస్తాయి.



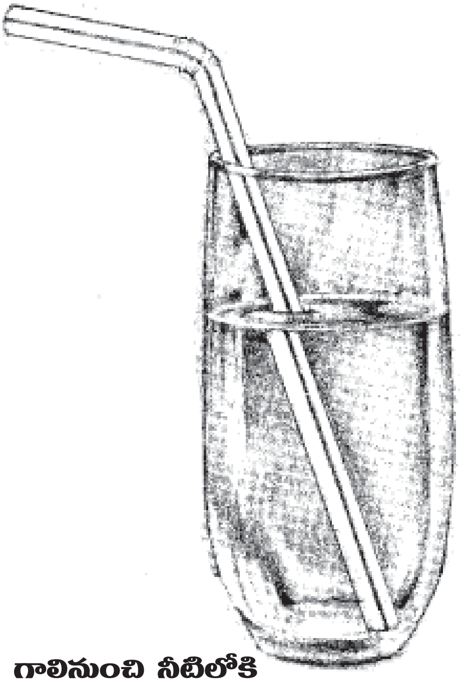
తరంగ దైర్ఘ్యాలలో తేడాలు

మనకి కనిపించే కాంతులలో అత్యధిక తరంగ దైర్ఘ్యం గల కాంతి మనకి ఎర్రగా కనిపిస్తుంది. దాని తరంగ దైర్ఘ్యం రమారమి 780 నానోమీటర్లు ఉంటుంది. అలాగే మనకి కనిపించే కాంతిలో అతితక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం గల కాంతి మనకి వంకాయ (వయొలెట్) రంగులో కనిపిస్తుంది. ఆ తరంగాల పొడవు 390 నానోమీటర్లు. ఈ రెండిటి మధ్య నారింజ, పసుపు పచ్చ, ఆకుపచ్చ, నీలం మొదలైన రంగులు ఉన్నాయి.

ప్రతి రంగుకి కొన్ని తరంగ దైర్ఘ్యాల విస్తృతి ఉంటుంది. తరంగ దైర్ఘ్యం మారుతుంటే క్రమంగా ఒక రంగు మరో రంగుగా మారిపోతుంది. కాబట్టి రంగుకి రంగుకి మధ్య కచ్చితమైన సరిహద్దులు ఏమీ లేవు. వివిధ రంగుల సగటు తరంగ దైర్ఘ్యాలని ఒక పట్టికలా వేసుకుంటే ఇలా ఉంటుంది–

ఎరుపు	700	నానోమీటర్లు
నారింజ	600	నానోమీటర్లు
పసుపు పచ్చ	580	నానోమీటర్లు
ఆకుపచ్చ	520	నానోమీటర్లు
నీలం	450	నానోమీటర్లు
వంకాయరంగు	410	నానోమీటర్లు

గాల్లోంచి నీటిలోకి గాని, గాజులోకి గాని కాంతి ప్రవేశిస్తున్నప్పుడు కాంతి వంగుతుంది. తరంగ దైర్ఘ్యం ఎంత తక్కువగా ఉంటే కాంతి అంత ఎక్కువగా వంగుతుంది. సూర్యకాంతి ఒక నీటి బిందువులోనుంచి ప్రవేశిస్తున్నప్పుడు వివిధ రంగుల కాంతులు వివిధ స్థాయిలలో వంగుతాయి. అందువల్ల తెల్లని కాంతిలో ఉన్న రంగులు అన్నీ విడిపోతాయి. ఆకాశంలో మనం ఇంద్రధనుస్సుని చూస్తున్నప్పుడు సరిగ్గా ఇదే జరుగుతోంది. నీటి బిందువులు కాంతిలోని వివిధ తరంగ దైర్ఘ్యాలని వేరు చేస్తాయి. అలా విడిపోయిన కాంతిలో ఒక రంగు మరో రంగుగా క్రమంగా మారటం చూస్తాం.



గాలినుంచి నీటిలోకి కాంతి పయనిస్తున్నప్పుడు వస్తువు వంగినట్లు భ్రమపడటం

అయితే ఇవన్నీ కేవలం మన కంటికి

కనిపించే కాంతులు.

780 నానోమీటర్లు కన్నా పొడవైన కాంతులు కూడా ఉన్నాయి. కాని ఆ కాంతిని చూడగల సామర్థ్యం మన కళ్ళకి లేదు.

అదే విధంగా 390 నానోమీటర్లు కన్నా తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం ఉన్న కాంతి కూడా కంటికి కనిపించదు. అతిదీర్ఘమైన, అతిహ్రస్వమైన తరంగ దైర్ఘ్యాలు ఉన్న కాంతులు కూడా ఉన్నాయి.

జర్మనీలో పుట్టిన, బ్రిటిష్ శాస్త్రవేత్త విలియం హెర్షెల్ (1738–1822) 1800లో అతిదీర్ఘమైన తరంగాలని కనుక్కున్నాడు. ఈ అతిదీర్ఘ కాంతులని పరారుణ (infrared) కాంతి అంటారు. ఈ పరారుణ కిరణాల తరంగ దైర్ఘ్యం 780 నానోమీటర్లని దాటి, కోటి నానోమీటర్లు, అంటే ఒక సెంటీమీటరు పొడవు వరకు ఉండవచ్చు.

1801లో అతిహ్రస్వ కాంతులని జర్మన్ శాస్త్రవేత్త యోహాన్ విల్హెల్మ్ రిట్టర్ (1776–1810) కనుక్కున్నాడు. ఈ అతిహ్రస్వ తరంగాలని అతి నీలలోహిత (ultraviolet) తరంగాలు అంటారు (అంటే నీలలోహితానికి ఆవల అని అర్థం). ఈ అతినీలలోహిత కిరణాల పొడవు 390 నానోమీటర్ల వద్ద నుండి 10 నానోమీటర్ల వరకు ఉండవచ్చు.

కాని అలా ఎంత వరకు పోవచ్చు? అత్యధిక తరంగ దైర్ఘ్యం ఎంత పెద్దది? అతి చిన్న తరంగ దైర్ఘ్యం ఎంత చిన్నది?

1873లో జేమ్స్ క్లార్క్ మాక్స్వెల్ (1831–1879) అనే బ్రిటిష్ శాస్త్రవేత్త విద్యుత్తు, అయస్కాంతతలు రెండూ ఒకే తత్త్వపు రెండు ముఖాలు అని నిరూపించాడు. ఈ రెండిటి కలయికకే విద్యుదయస్కాంతత (electro-magnetism) అని పేరు.

విద్యుత్తు ప్రవహిస్తున్న వస్తువుల చుట్టూ గాని, అయస్కాంతత గల వస్తువుల చుట్టూ గాని విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రం ఒకటి విస్తరించి ఉంటుంది. ఈ విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రంలో పుట్టిన తరంగాలే విద్యుదయస్కాంత

కిరణాలు. మన కంటికి కనిపించే కాంతి, కంటికి కనిపించని పరారుణ, అతినీలలోహిత కాంతి, మొదలైనవన్నీ విద్యుదయస్కాంత కిరణాలకి ఉదాహరణలే.

అలాంటి కిరణాల తరంగ దైర్ఘ్యాలు ఎంతయినా ఉండొచ్చు - వేల మీటర్ల దగ్గర నుండి, నానోమీటర్‌లో భాగం దాకా, ఎంతయినా ఉండొచ్చని వాదించాడు మాక్స్వెల్.

1888లో హైన్రిక్ రుడోల్ఫ్ హెర్జ్ (1857- 1894) అనే జర్మన్ శాస్త్రవేత్త అతి దీర్ఘ తరంగాలని కనుక్కున్నాడు. వీటినే రేడియో తరంగాలు అంటారు. వీటిలో కొన్నిటి తరంగదైర్ఘ్యం నిజంగానే వేల మీటర్లు ఉంటుంది. అంటే వాటి తరంగదైర్ఘ్యం కిలోమీటర్ల పొడవు కూడా ఉంటుంది.

రేడియో తరంగాలలో అతి చిన్నవి, పరారుణ తరంగాల కన్నా కాస్తే పెద్దవి మైక్రోతరంగాలు (microwaves). ఈ మైక్రోతరంగాల తరంగదైర్ఘ్యం 1 మిల్లీమీటరు నుండి 150 మిల్లీమీటర్ల దాకా ఉండొచ్చు.

1895లో విల్హెల్మ్ కొన్రాడ్ రోయింట్జెన్ (1845- 1923) అనే మరో జర్మన్ శాస్త్రవేత్త అతి చిన్న విద్యుదయస్కాంత కిరణాలని కనుక్కున్నాడు. వాటికి ఎక్స్-కిరణాలు అని పేరు పెట్టాడు. వీటి తరంగ దైర్ఘ్యం ఒక నానోమీటర్ దగ్గర నుండి, 1/1000 నానోమీటర్ దాకా ఉండొచ్చు.

ఆ తరవాత సంవత్సరంలోనే ఆంట్వాన్ హెన్రీ బెక్రెల్ (1852-1908) అనే ఫ్రెంచ్ శాస్త్రవేత్త యురేనియం వంటి ప్రత్యేక మూలకాలలో నుంచి నిరంతరం ఏవో కిరణాలు వెలువడుతున్నాయని నిరూపించాడు. పాల్ ఉల్రిక్ వియార్డ్ (1960- 1934) అనే మరో ఫ్రెంచ్ శాస్త్రవేత్త యురేనియంలో నుంచి వచ్చే కిరణాలలో కొన్ని ఎక్స్-కిరణాల కన్నా పొట్టివి అని కనుక్కున్నాడు. వీటికి గామా కిరణాలు అని పేరు పెట్టాడు. వీటి తరంగదైర్ఘ్యం 1/100,000 నానోమీటర్ మాత్రమే ఉంటుంది.

అతిదీర్ఘమైన తరంగాల నుండి అతిచిన్న తరంగాల వరకు

విద్యుదయస్కాంత తరంగాల జాబితా:

రేడియో తరంగాలు

మైక్రోతరంగాలు

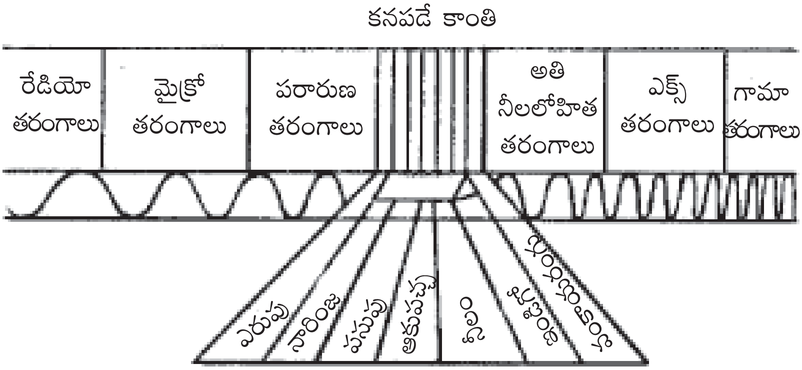
పరారుణ తరంగాలు

కనపడే కాంతి

అతినీలలోహిత తరంగాలు

ఎక్స్-తరంగాలు

గామా తరంగాలు



అతి చిన్న నుంచి పెద్ద వరకు తరంగ దైర్ఘ్యాలు ఉన్న వివిధ విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు

2. కిరణాలు - శక్తి

కాంతి ఒక విధమైన శక్తి రూపం. శక్తి ఏ రూపంలో ఉన్నా పని చెయ్యగలదు కాబట్టి కాంతి కూడా పని చెయ్యగలదు.

నీటి ధారలలో శక్తి ప్రవహిస్తున్నట్లు కాంతి పుంజంలో కూడా శక్తి ప్రవహిస్తుంటుంది. ఆ శక్తి ఇంకా ఇంకా చిన్న అంశాలుగా విభాజనీయంగా అనిపిస్తుంది. నీటి ప్రవాహం కూడా మనకి అలాగే అనిపిస్తుంది. కాని నీటిని విభజిస్తూ పోతే అందులో కంటికి కనిపించనంత చిన్న పరమాణువులు ఉంటాయని మనకి తెలుసు.

సమమైన ప్రవాహంలా కనిపించే నీటిని విభజిస్తే అందులో అతిసూక్ష్మమైన పరమాణువులు ఉన్నట్లు, శక్తిలో కూడా ఒక స్థాయి కన్నా విభజింప శక్యంకానంత చిన్న అంశాలు ఉన్నాయా?

ఈ ప్రశ్నకి వివరణ కోసం 1900లో మాక్స్ కార్ల్ ఎర్నెస్ట్ లుడ్విగ్ ప్లాంక్ (1858–1947), ఇంకా చాలా మంది శాస్త్రవేత్తలు ప్రయత్నిస్తున్నారు. వేడెక్కిన వస్తువుల నుండి వెలువడే తరంగ దైర్ఘ్యాల విస్తరణని తెలుసుకోవాలని వాళ్ళ ప్రయత్నం. కాని ఎంత ప్రయత్నించినా వాళ్ళ సిద్ధాంతాలు చెప్పిన అంచనాలు, ప్రయోగ ఫలితాలతో సరిపోవటం లేదు. ప్రయోగంతో సరిపోని సిద్ధాంతం నిష్ప్రయోజకం.

శక్తి సంతత ధారగా, అవిచ్ఛిన్నంగా ప్రవహిస్తోందని మిగతా శాస్త్రవేత్తలు అందరూ అనుకున్నారు. అంటే కాంతిలో చిన్న చిన్న అంశాలు లేవని నమ్మారు. కాని నిజంగా కాంతిలో అలాంటి చిన్న చిన్న అంశాలు ఉంటేనో? అని ప్లాంక్ తనని తాను ప్రశ్నించుకున్నాడు.

ఆ సాధ్యతని సిద్ధాంతంలోకి చొప్పించి, వేడెక్కిన వస్తువుల నుండి వెలువడే కిరణాల తరంగ దైర్ఘ్యాల విస్తరణని అంచనా వేశాడు. ఈ కొత్త అంచనా ప్రయోగ ఫలితాలతో సరిగ్గా సరిపోయింది.

అయితే ఆ శక్తి అంశాలలో ఒక్కొక్క దాంట్లో ఎంత శక్తి ఉండివుంటుందని ప్లాంక్ ఆలోచించాడు. ఆ శక్తి విలువని అంచనా వెయ్యగా దాని విలువ చాలా చాలా చిన్నదని తెలిసింది. ఆ అత్యంత స్వల్పమైన శక్తి అంశానికి క్వాంటం అని పేరు పెట్టాడు (క్వాంటం అంటే లాటిన్‌లో "ఎంత?" అని అర్థం). ఈ క్వాంటంల గురించి అతడు రూపొందించిన సిద్ధాంతానికి క్వాంటం సిద్ధాంతం అని పేరు వచ్చింది. వాటి విలువ అంత చిన్నది కాబట్టే వాటిని గుర్తించడానికి శాస్త్రవేత్తలకి అంత కాలం పట్టింది.

ఈ కృషికి ఫలితంగా 1918లో ప్లాంక్‌కి నోబెల్ బహుమతి వచ్చింది.

తన అధ్యయన గదిలో మాక్స్ ప్లాంక్

కాంతిలో అతి స్వల్పమైన ఈ అంశానికి చివరకి ఫోటాన్ అని పేరు వచ్చింది. ఒక ఫోటాన్‌లోని శక్తి విద్యుదయస్కాంత కిరణాల తరంగ దైర్ఘ్యం మీద ఆధారపడి ఉంటుందని ప్లాంక్ కనుక్కున్నాడు. తరంగ దైర్ఘ్యం ఎంత తక్కువ అయితే ఫోటాన్‌లోని శక్తి అంత ఎక్కువ అవుతుంది.

ఉదాహరణకి వంకాయ రంగు కాంతి తరంగ దైర్ఘ్యం ఎర్ర కాంతి తరంగ దైర్ఘ్యంలో సగం ఉంటుంది. అంటే వయొలెట్ కాంతికి చెందిన ఫోటాన్‌లోని శక్తి ఎర్ర కాంతి ఫోటాన్‌లోని శక్తికి రెండు రెట్లు ఉంటుంది.

ఒక ఎర్ర కాంతిపుంజాన్ని, ఒక వయొలెట్ కాంతిపుంజాన్ని తీసుకుంటే

రెండింటిలో ఒకే శక్తి ఉన్నా వయొలెట్ కాంతి పుంజంలో ఫోటాన్ల శక్తి హెచ్చుగా ఉంటుంది. ఇది చాలా ముఖ్యమైన విషయం.

ఉదాహరణకి ఎవరైనా మీ మీద ఒక కిలో పిండి గుమ్మరించారని అనుకోండి. మీకు పెద్దగా ఏమి అనిపించదు. అలా కాకుండా ఒక కిలో గులకరాళ్ళు మీ మీద విసిరారు అనుకోండి. కొంచెం నొప్పి పెడుతుంది. అదే ఒక కిలో బరువున్న రాయి పెట్టి కొట్టారనుకోండి. చాలా నొప్పి పెడుతుంది.

ఫోటో ఫిల్మ్ మీద ఉండే రసాయనంతో కాంతి చర్య జరిపి దాన్ని నల్లబరుస్తుంది. ఆ విధంగానే మనం తీసే ఫోటోలు తయారవుతాయి. ఎర్ర కాంతి ఫోటాన్లు ఎంత బలహీనమైనవి అంటే మామూలు ఫిల్మ్ మీద వాటికి పెద్దగా ప్రభావమే ఉండదు. అందుకే తరచు ఫిల్మ్‌లని కడిగే గదిలో ఎర్రని నేపథ్య కాంతిని వాడతారు. మనం ఏం చేస్తున్నామో మనకి కనిపిస్తుంది, ఫిల్మ్ కూడా పాడవ్వదు. అదే తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం ఉన్న కాంతితో అయితే ఫిల్మ్ వెంటనే నల్లబడిపోతుంది.

ఇక ఎర్ర కాంతి కన్నా పొడవైన తరంగాలు ఉన్న కాంతికి మరింత తక్కువ శక్తి ఉంటుంది. దృశ్య కాంతి కన్నా పరారుణ కాంతి శక్తి తక్కువగా ఉంటుంది. మైక్రోతరంగాలలో ఇంకా తక్కువ శక్తి ఉంటుంది.

వర్ణపటానికి ఇవతలి కొసలో కూడా ఈ సూత్రమే వర్తిస్తుంది. అతినీలలోహిత కిరణాలకి దృశ్య కాంతి కన్నా తరంగ దైర్ఘ్యం తక్కువగా ఉంటుంది కాబట్టి, శక్తి ఎక్కువగా ఉంటుంది. అలాగే ఎక్స్-కిరణాలలో మరింత శక్తి, గామా కిరణాలలో ఇంకా ఎక్కువ శక్తి ఉంటుంది.

తరంగ దైర్ఘ్యం తగ్గుతున్న కొద్దీ కిరణాలలోని శక్తి మనకి అనుభవం అవుతుంది కూడా. రేడియో, టీవీ కేంద్రాల నుండి ప్రసారం అయ్యే రేడియో తరంగాలు మన చుట్టూ ఎప్పుడూ ఉన్నా, వాటి శక్తి తక్కువ కాబట్టి అవి మనకి హాని చెయ్యవు. కాని సూర్యకాంతి మన చర్మాన్ని నల్లబరుస్తుంది.

చర్మం మరీ తెల్లగా ఉంటే సూర్యకాంతి వల్ల మాడిపోవచ్చు కూడా.

సూర్యకిరణాలు, ముఖ్యంగా తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం గల కిరణాలు, చర్మం మీద ఎక్కువ కాలం పడ్డాయంటే చర్మసంబంధ క్యాన్సరు రావచ్చు. సూర్యకాంతిలో ఉండే అతినీలలోహిత కిరణాల వల్లే ఇలాంటి హాని కలుగుతుంది.

ఇక ఎక్స్-కిరణాలు, గామా-కిరణాలు మరింత హానికరమైనవి. ఎక్స్-కిరణాలు వాడి శరీరంలో అంతరంగ నిర్మాణాన్ని డాక్టర్లు, డెంటిస్టులు పరిశీలిస్తారు. కాని అలాంటి సందర్భాలలో ఎక్స్-కిరణాలతో సంపర్కం చాల క్లుప్తంగానే ఉంటుంది. గామా కిరణాలు మరింత ప్రమాదకరమైనవి.

ఒక వస్తువు చుట్టూ దాని కన్నా చల్లని పదార్థం ఉన్నప్పుడు, ఆ వస్తువు విద్యుదయస్కాంత కిరణాలని వెలువరించి చల్లబడుతుంది. ఒక వస్తువు చుట్టూ దాని కన్నా వెచ్చని పదార్థం ఉన్నప్పుడు, ఆ వస్తువు చుట్టూ ఉన్న పదార్థం నుండి విద్యుదయస్కాంత రూపంలో వేడిని గ్రహించి వేడెక్కుతుంది. అంటే విద్యుదయస్కాంత కిరణాలు ఎప్పుడూ వేడి వస్తువు నుండి చల్లని వస్తువులోకి ప్రవహించి, రెండింటి ఉష్ణోగ్రతలని సమం చేస్తాయి.

కాబట్టి విశ్వంలో ప్రతి చోటా ఫోటాన్లు ఒక వస్తువు నుండి మరో వస్తువు మీదకి ఎగురుతున్నాయి. కొన్ని వస్తువుల నుండి ఫోటాన్లు ఎప్పుడూ వెలువడుతూనే ఉంటాయి. దీన్నే కిరణ ఉద్గారం (emission of radiation) అంటారు.

ఫోటాన్లని వెలువరించే వస్తువులు రకరకాల తరంగ దైర్ఘ్యాల వద్ద వాటిని వెలువరిస్తాయి. కొన్ని ప్రత్యేక తరంగ దైర్ఘ్యాలు, ఇతర తరంగ దైర్ఘ్యాల కన్నా ఎక్కువగా వెలువడతాయి. సాధారణంగా కొన్ని మధ్యంతర తరంగ దైర్ఘ్యాలు ఎక్కువగా వెలువడతాయి. తరంగ దైర్ఘ్యం అంతకన్నా ఎక్కువైనా, తక్కువైనా వెలువడే శక్తి తక్కువగా ఉంటుంది. మరీ ఎక్కువ

తరంగ దైర్ఘ్యం, మరీ తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం గల తరంగాలు తక్కువగా వెలువడతాయి. క్వాంటం సిద్ధాంతం వీటన్నిటినీ చక్కగా వివరిస్తుంది.

ఒక వస్తువు ఇంకా ఇంకా వేడెక్కుతోంది అనుకుందాం. అలా వేడెక్కుతున్న వస్తువు ఇంకా ఇంకా ఎక్కువ ఫోటాన్లు వెలువరిస్తుంది. అంతే కాకుండా ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతున్నకొద్దీ వెలువడే ఫోటాన్ల శక్తి కూడా సగటున ఎక్కువ అవుతూ ఉంటుంది. అంటే వేడి వస్తువుల నుండి వెలువడే కిరణాల సగటు తరంగ దైర్ఘ్యం చల్లని వస్తువుల నుండి వెలువడే కిరణాల సగటు తరంగ దైర్ఘ్యం కన్నా తక్కువగా ఉంటుంది.

అంటే బాగా చల్లని వస్తువుల నుండి రేడియో తరంగాల, మైక్రో తరంగాలకి చెందిన ఫోటాన్లే వెలువడతాయి. మానవ శరీరం అంత వెచ్చగా ఉన్న వస్తువు నుండి ఎక్కువగా పరారుణ తరంగాలే వెలువడతాయి.

మరుగుతున్న నీళ్ళున్న పాత్ర నుండి ఎక్కువగా పరారుణ కిరణాలే వెలువడతాయి. పాత్రకి దగ్గరగా (పాత్రని తాకకుండా!) చెయ్యి పెడితే ఆ కిరణాల వేడి అనుభవమవుతుంది. మీ చెయ్యి పాత్ర కన్నా చల్లగా ఉంటుంది కాబట్టి పాత్ర నుండి వచ్చే పరారుణ కిరణాలని అది లోనికి గ్రహించి వెచ్చబడుతుంది.

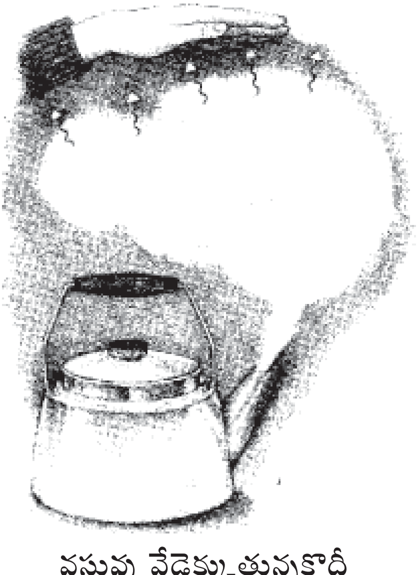
ఒక వస్తువుని వేడిచేస్తూ పోతే ఏదో ఒక దశలో దాని నుండి కనపడే కాంతికి చెందిన కిరణాలు వెలువడతాయి. తరంగ దైర్ఘ్యం ఎక్కువగా ఉన్న కిరణాలే ఎక్కువగా వెలువడతాయి. అందుకే వేడెక్కిన వస్తువు ఎర్రగా మెరుస్తూ కనిపిస్తుంది. ఆ వస్తువుని ఇంకా అలాగే వేడెక్కిస్తూ పోతే ఇంకా ఇంకా తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యాల వద్ద కిరణాలు వెలువడే వస్తువు తెల్లగా వెలుగుతూ కనిపిస్తుంది.

అందుకే సూర్యుని ఉపరితలానికి తెల్లని ప్రకాశం ఉంటుంది. మనం చలి మంట రాజేసుకున్నప్పుడు అందులోని మంట సూర్యుడి ఉపరితలం అంత వేడిగా ఉండదు. అందుకే దాని జ్వాలలు నారింజ రంగులోను,

పసుపు పచ్చగాను కనిపిస్తాయి.

ఏ వస్తువులోనైనా అందులో ఉండే పరమాణువుల, అణువుల సముదాయాలకి కొంత శక్తి ఉంటుంది. పైగా ఆ రేణువులు నిరంతరం సంచలనంగా కదులుతూ ఉంటాయి. ఆ కదలిక వల్ల పరమాణువుల మధ్య ఫోటాన్ల మార్పిడి జరుగుతూ ఉంటుంది. కొన్ని ఫోటాన్లు బయటికి కూడా వెలువడతాయి.

ఫోటాన్లు వెలువడే తీరు ఈ విధంగా ఉంటుంది: ఒక పరమాణువు నుండి ఒక తరంగ దైర్ఘ్యం వద్ద వెలువడే ఫోటాన్ ఒక ప్రత్యేక దిశలో ప్రసారం అవుతుంది. మరో పరమాణువు మరో తరంగ దైర్ఘ్యం వద్ద మరో ఫోటాన్‌ని వెలువరిస్తుంది.



వస్తువు వేడెక్కుతున్నకొద్దీ
వెలువడుతున్న ఫోటాన్లు

అంటే ఆ వస్తువు నుండి వివిధ తరంగ దైర్ఘ్యాల వద్ద ఫోటాన్లు నలుదిశలలో చెల్లాచెదురుగా ప్రయాణిస్తుంటాయి అన్నమాట. సూర్యుడు, చలిమంట, కొవ్వొత్తి, విద్యుద్దీపాలు, వేణ్ణీళ్ళ పాత్ర – ఒక్కటేమిటి వేడెక్కిన సమస్త వస్తువులకీ ఈ సూత్రం వర్తిస్తుంది. ఫోటాన్లు మరో విధంగా వెలువడే అవకాశమే లేదని అనుకుంటాం.

3. మేసర్

1917లో ఆల్బర్ట్ ఐన్‌స్టయిన్ (1879– 1955) అన్న జర్మన్ శాస్త్రవేత్త ఫోటాన్లు వెలువడే తీరు గురించి ఆలోచించాడు. ఒక పరమాణువు గాని, కొన్ని పరమాణువుల సమూహం గాని, దాని అంతరంగ విన్యాసానికి సరిపోయినంత శక్తి గల ఫోటాన్‌ని మాత్రమే లోనికి తీసుకుని, మరింత ఉన్నత శక్తి స్థాయికి ఎదుగుతాయి అని అతడికి అనిపించింది. ఆ సందర్భంలో ఆ పరమాణువుగాని, పరమాణు సముదాయం గాని ఉత్తేజితం (excited) అవుతుంది అన్నమాట. కాసేపటి తరువాత అది అంతే శక్తి గల ఫోటాన్‌ని వెలువరించి తిరిగి మునుపటి శక్తి స్థాయికి దిగివస్తుంది. వివిధ పరమాణువులు వివిధ కాలాలలో, వివిధ దశలలో ఈ ఫోటాన్లని వెలువరిస్తాయి.

ఇప్పుడు ఒక పదార్థంలోని పరమాణువులను అన్నిటిని ఉత్తేజితం చెయ్యగలిగాం అనుకుందాం. వాటన్నిటికి ఈ అదనపు శక్తి వస్తుంది. ఇప్పుడు సరిగ్గా ఆ పరమాణువుని ఉత్తేజితం చెయ్యగలిగేటంత శక్తి గల ఫోటాన్ వచ్చిందని అనుకుందాం. అది పరమాణువుని ఢీకొంటుంది గాని, ఆ పరమాణువు అప్పటికే ఉన్నత శక్తి స్థాయిలో ఉంది కాబట్టి ఇంకా ఉత్తేజితం కాలేదు. ఉత్తేజితం కాకపోగా అది తిరిగి మునుపటి కింది శక్తి స్థాయికి దిగి వచ్చి, ఒక ఫోటాన్‌ని వెలువరిస్తుంది. పరమాణువుని ఢీకొన్న ఫోటాన్‌కి ఎంత శక్తి ఉందో, అందులో నుంచి వెలువడ్డ ఫోటాన్‌కి కూడా అంతే శక్తి ఉంటుంది. అంతే కాకుండా ఇప్పుడు కొత్తగా పుట్టిన ఫోటాన్, ఢీకొన్న ఫోటాన్ దిశలోనే ప్రయాణిస్తుంది.

ఇప్పుడు సరైన శక్తి గల రెండు ఫోటాన్లు పుడతాయి. ఈ రెండు ఫోటాన్లని ఉద్గారించేట్లు చేస్తాయి. ఈ నాలుగూ మరి నాలుగు పరమాణువులని ఢీకొని మరో నాలుగు ఫోటాన్లు పుడతాయి. ఇదంతా

ఎంత వేగంగా జరిగిపోతుందంటే కన్ను మూసి తెరిచేంతలో కోటానుకోట్ల ఫోటాన్లు ఉద్గారమై, అన్నీ ఒకే శక్తి గలిగి ఒకే దిశలో ప్రయాణిస్తుంటాయి.

మామూలుగా సూర్యుడి నుండి, చలిమంట నుండి చిందరవందరగా నానా తరంగ దైర్ఘ్యాల వద్ద వెలువడే కిరణ ఉద్గారం లాంటిది కాదిది. ఈ రకమైన ఉద్గారం కేవలం ఉత్తేజిత స్థితిలో ఉన్న పరమాణువులు సరైన శక్తి గల కిరణాల చేత ఢీకొనబడ్డప్పుడే జరుగుతుంది.

ఈ ప్రక్రియలో పరమాణువులు ఫోటాన్ల చేత ఉత్తేజితమవుతున్నాయి కాబట్టి, ఈ రకమైన ఉద్గారాన్ని ఉత్తేజిత కిరణ ఉద్గారం (stimulated emission) అంటారు.

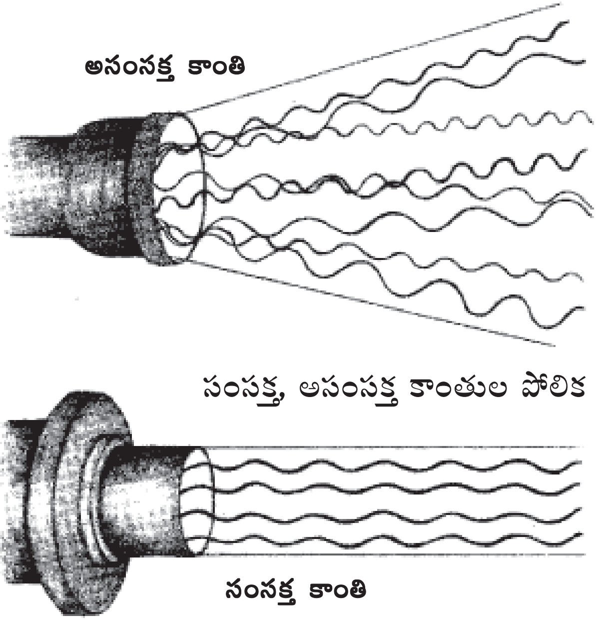
ఈ ప్రక్రియ ఆరంభంలో ఒక్క ఫోటాన్ ఉన్నా చిటికెలో అసంఖ్యాకమైన ఫోటాన్లు పుట్టుకొస్తాయి. ఆదిలో ఒక్క ఫోటాన్ ఉన్నప్పుడు గుర్తించడం సాధ్యం కాకపోవచ్చు. కాని అసంఖ్యాకమైన ఫోటాన్లు జనించాక తేలికగా గుర్తుపట్టవచ్చు. అంటే మొదట్లో ఉన్న ఒక్క ఫోటాన్ సవర్ధనమై (amplify) తేలికగా కనిపించేటంత శక్తిని పుంజుకుంది అన్నమాట. దీన్నే మనం ఉత్తేజిత కిరణ ఉద్గారంతో సంవర్ధనం (amplification by stimulated emission of radiation) అంటాం.

ఒక్కొక్క కిరణం ఒక్కొక్క దిశలో తరంగ దైర్ఘ్యం వద్ద ప్రసారం అయ్యే సామాన్య కాంతిలో, కిరణాలు కలిసికట్టుగా, పొందిగ్గా, సంసక్తంగా (coherent) ఉండవు. అన్నీ చెల్లా చెదురుగా పోతుంటాయి. అందుకే కాంతిపుంజం తేలికగా విస్తరించిపోతుంది. కిరణాలు సమాంతరంగా ప్రసరించేట్లుగా కాంతిని మళ్ళించే పుటాకార దర్పణంలో (concave mirror) (టార్చిలో, వాహనాల హెడ్‌లైట్లలో ఉండేలాంటివాటితో) కూడా కాంతి వేగంగా విస్తరిస్తుంది. అలాంటి కాంతిని అసంసక్త (incoherent) కాంతి అంటారు. అంతేకాక అది బహుళ వర్ణ (polychromatic) కాంతి.

ఉత్తేజిత కిరణ ఉద్గారంలో మాత్రం కిరణాలన్నీ ఒకే తరంగ దైర్ఘ్యం

వద్ద ఉంటాయి. అందుకే అది ఏకవర్ణ (monochromatic) కాంతి అవుతుంది. అంతేకాక ఫోటాన్లన్నీ ఒకే దిశలో ప్రయాణించటం వల్ల ఆ కాంతి విస్తరించదు. అలాంటి కాంతి సంసక్తంగా ఉంటుంది.

ఐన్‌స్టయిన్ ఒక సైద్ధాంతిక భౌతిక శాస్త్రవేత్త. ప్లాంక్ ప్రతిపాదించిన క్వాంటం సిద్ధాంతం నిజమే అయితే దాని పర్యవసానాలు ఏమై ఉంటాయి అన్న విషయం మీద అతడు కలం కాగితం తీసుకుని ఎన్నో అంచనాలు వేశాడు. పోనీ ప్లాంక్ సిద్ధాంతం పూర్తిగా నిజం కాదని అనుకుందాం. ప్రయోగం చేసి ఉత్తేజిత కిరణ ఉద్గారం నిజంగా జరుగుతుందో లేదో చూడవచ్చు. సిద్ధాంతంతో యదార్థం ఏకీభవిస్తుందో లేదో చూడవచ్చు.



సంసక్త, అసంసక్త కాంతుల పోలిక

1924లో జరిగిన ప్రయోగాలలో ఉత్తేజిత కిరణ ఉద్గారం నిజంగానే జరుగుతుందని తేలింది. అలాంటి స్థితిలో ఉత్పన్నమైన కాంతి నిజంగానే సంసక్తంగా, ఏకవర్ణంగా ఉంది. కాని సంసక్త కిరణ రాశిని పెద్ద మొత్తంలో ఉత్పన్నం చెయ్యటం ఎలా? అదంతా తేలికైన వ్యవహారంలా కనిపించటం

లేదు. మన చుట్టూ ఉన్న విశ్వంలో ఎంతో కాంతి ఉంది గాని అదంతా అసంసక్తంగానే ఉంది. అంటే సామాన్య ఉద్గారాన్ని సాధించటం తేలికే కాని ఉత్తేజిత ఉద్గారాన్ని సాధించటం కష్టమని తెలుస్తోంది.

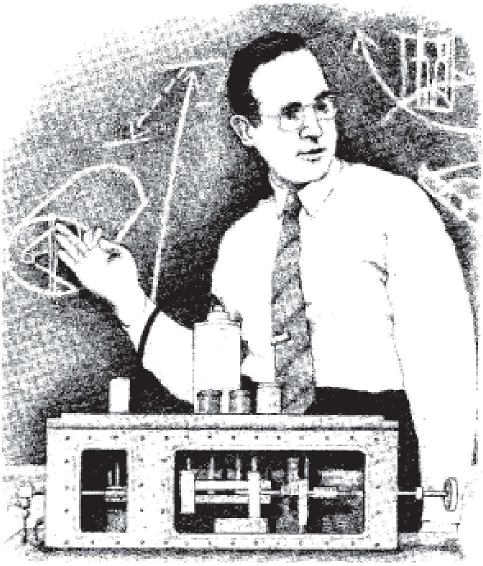
ఉత్తేజిత ఉద్గారాన్ని సాధించటం కష్టం కావటానికి ఒక కారణం ఉంది. ఉత్తేజితమైన పరమాణువుల నుండి వెలువడే ఫోటాన్లు అక్కడే ఉండిపోవు. ఉత్తేజితమైన పరమాణువులు మళ్ళీ తక్కువ శక్తి స్థితికి దిగి వచ్చాక వాటిని పదే పదే ఉత్తేజితం చేస్తూ ఉండాలి.

ఉత్తేజిత కిరణ ఉద్గారం సాధ్యమని తెలిసినా చాలా కాలం వరకు కూడా దాన్ని పెద్ద ఎత్తులో చేసే ప్రయత్నాలు ఏవీ పెద్దగా జరగలేదనే చెప్పాలి.

1951లో చార్లెస్ హార్డ్ టౌన్స్ (1915–) అనే అమెరికన్ శాస్త్రవేత్త ఒక శక్తివంతమైన మైక్రో తరంగ పుంజాన్ని తయారు చేసే విధానం కోసం అన్వేషిస్తున్నాడు. అమ్మోనియా వాయువులోని అణువులు తనకి కావలసిన మైక్రోతరంగాలలోని ఫోటాన్లని సరిగ్గా గ్రహిస్తాయని తెలుసుకున్నాడు. తగినన్ని అమ్మోనియా అణువులని ఉత్తేజితం చెయ్యగలిగితే తనకి కావలసిన శక్తివంతమైన మైక్రోతరంగాల పుంజాన్ని తయారుచెయ్యవచ్చు.

1953 డిసెంబరు నెలలో టౌన్స్, అతడి శిష్య బృందం కలిసి మైక్రోతరంగాలని వెలువరించే పరికరం నిర్మాణం పూర్తిచేశారు. ఆ పరికరంలో ఉత్తేజితమైన అమ్మోనియా అణువులు తగిన శక్తిగల ఫోటాన్లు ఢీకొనగానే అప్పటివరకు పట్టుకుని ఉన్న అదనపు ఫోటాన్లని ఒక్కసారిగా వెలువరిస్తాయి. ఇది ఉత్తేజిత కిరణ ఉద్గారం చేత సంవర్ధనం, ఇక్కడ వెలువడేది మైక్రోతరంగాలు కాబట్టి ఇది ఉత్తేజిత కిరణ ఉద్గారం చేత మైక్రోతరంగ సంవర్ధనం (microwave amplification by stimulated emission of radiation).

ఈ పరికరం ప్రస్తావన వచ్చినప్పుడల్లా చాంతాడంత ఆ పేరుని తలచు



అమోనియా మేసర్‌ని వివరిస్తున్న
చార్లెస్ హెచ్ టౌన్స్

కోవటం శాస్త్రవేత్తలకి కూడా ఇష్టం ఉండదు. అందుకే టౌన్స్ ఆ పేరులోని మొదటి అక్షరాలని మాత్రం కుదించి క్లుప్తంగా MASER (మేసర్) అని పేరు పెట్టాడు.

అదే సమయంలో సోవియట్ యూనియన్‌లో కూడా ఇలాంటి పరికరం నిర్మాణానికి పథకాలు వేస్తున్నారు. వాళ్ళలో ఒకరు అలెగ్జాండర్ ఎం. ఫొఖొరోవ్ (1916–2002). రెండవ వ్యక్తి పేరు నికొలాయ్ జి. బాసోవ్ (1922–2001). 1964లో ఈ ముగ్గురూ మేసర్ గురించి తమ కృషికి గుర్తింపుగా నోబెల్ బహుమానాన్ని పంచుకున్నారు.

మొట్టమొదటి మేసర్లు మాత్రం క్లుప్తమైన మైక్రోతరంగ స్ఫోటాలని మాత్రమే వెలువరించేవి. ఒకసారి అందులోని అణువులు గాని, పరమాణువులు గాని ఉత్తేజితమై, వాటిలో ఉన్న అదనపు ఫోటాన్లని లిప్తలో వెలువరించాక, ఇక వెలువరించటానికి ఫోటాన్లు ఉండవు. మళ్ళీ కిరణాలని సృష్టించాలంటే పదార్థాన్ని మళ్ళీ ఉత్తేజితం చెయ్యాలి.

ఇదిలా ఉండగా 1956లో నికొలాస్ బ్లూమ్‌బెర్గెన్ (1920–) అనే డచ్–అమెరికన్ శాస్త్రవేత్తకి మూడు శక్తి స్థాయిలు ఉన్న అణువును వాడాలన్న ఆలోచన వచ్చింది. అన్నిటికన్నా కింది స్థితి సామాన్య స్థితి, దాని మీద ఒక ఉత్తేజిత స్థితి, ఇంకా దాని మీద మరో ఉత్తేజిత స్థితి ఉన్నాయన్నమాట.

ఇలా మూడు శక్తి స్థాయిలు ఉన్న మేసర్‌లో అట్టడుగు స్థితిలో ఉన్న అణువులని మూడవ స్థితికి చేరేలా పంపు చెయ్యవచ్చు. తగు పరిమాణం ఉన్న ఫోటాన్ ఆ అణువుని ఢీకొన్నప్పుడు, ఆ అణువు మూడవ స్థితినుండి రెండవ స్థితికి పడుతూ ఒక మైక్రోతరంగ ఫోటాన్‌ని వెలువరిస్తుంది. అప్పుడా అణువులు రెండవ స్థాయి నుండి అట్టడుగున ఉన్న మొదటి స్థాయికి పడతాయి. వెంటనే వాటిని మళ్ళీ మూడవ స్థాయికి పంపు చేయవచ్చు.

ఒక రకమైన ఫోటాన్ వల్ల అణువు పంప్ చెయ్యబడుతుంటే, మరో రకమైన ఫోటాన్ వల్ల ఉత్తేజితం అవుతుంటుంది. ఈ రెండు ప్రక్రియలు ఒకదానితో ఒకటి సంబంధం లేకుండా, సామరస్యంగా పనిచేస్తుంటాయి. కాబట్టి ఈ మేసర్ ఉత్తేజిత స్థితిలోనే ఉంటూ నిరాఘాటంగా మైక్రోతరంగ కిరణాలని వెలువరిస్తూ ఉంటుంది.

ఆ విధంగా "నిరంతరాయ మేసర్" (continuous maser)ని నిర్మించిన ఘనత, తదనంతరం 1981లో నోబెల్ బహుమానంలో వంతు, బ్లూమ్‌బెర్గ్‌కి దక్కింది.

ఫోటాన్లని మేసర్లు సంవర్ధనం చేస్తాయని మరచిపోకూడదు. తగిన శక్తి గల ఫోటాన్లు మేసర్ మీద ప్రసరించినప్పుడు, ఆ మేసర్ నుండి మైక్రోతరంగ పుంజం వెలువడుతుంది. కాబట్టి మొదట్లో ఉన్న ఫోటాన్ కన్నా చివర్లో వచ్చిన మైక్రోతరంగ పుంజాన్ని కనుక్కోవటం శాస్త్రవేత్తలకి తేలిక. ఆ విధంగా ఈ మేసర్ ఒక సునిశితమైన డిటెక్టర్‌గా పనిచేస్తుంది. దీని సహాయంతో అంతరిక్షంలో జరిగే వ్యవహారాలని గమనించడానికి శాస్త్రవేత్తలకి వీలవుతుంది.

అయితే ఒక ప్రత్యేక మేసర్ ఒక ప్రత్యేక శక్తి గల ఫోటాన్లనే గుర్తుపట్టగలదు. అయితే రకరకాల మేసర్లని త్వరలోనే నిర్మాణం చేశారు. కొన్నిట్లో వాయువులు వాడారు. మరి కొన్నిట్లో ఘనపదార్థాలని వాడారు. ఆ విధంగా వివిధ మేసర్లని ఉపయోగించి రకరకాల తరంగదైర్ఘ్యాలు గల

మైక్రోతరంగాలని గుర్తించటానికి వీలయ్యింది.

మరో విషయం ఏమిటంటే మేసర్ నుండి వెలువడే మైక్రోతరంగ పుంజాలు సంఘటితంగా ఉంటాయి. ఎంతో దూరాలు ప్రయాణించినా వ్యాపించవు. అలాంటి మైక్రోతరంగ పుంజాన్ని సరైన దిశలో సారిస్తే శుక్ర గ్రహం వరకు కూడా పెద్దగా వ్యాపించకుండా ప్రయాణించగలదు. శుక్రగ్రహం నుండి పరావర్తనం చెంది భూమికి తిరిగి వచ్చిన ఆ మైక్రోతరంగ ప్రతిధ్వనిని తేలికగా గుర్తించవచ్చు.

మైక్రోతరంగాలు కాంతివేగంతో ప్రయాణిస్తాయి. మనకి కాంతి వేగం ఎంతో కచ్చితంగా తెలుసు. పుంజం వెలువడ్డ తరుణం నుంచి, ప్రతిధ్వని భూమిని చేరిన తరుణానికి మధ్య శుక్రగ్రహాన్ని చేరి తిరిగొచ్చిన కాలం అన్నమాట (నిముషాలలో తిరిగొస్తుంది). ఆ కాలవ్యవధిని బట్టి మైక్రోతరంగాలు శుక్రగ్రహాన్ని ఢీకొన్న తరుణంలో భూమి నుండి శుక్రగ్రహం ఎంత దూరంలో ఉందో చెప్పవచ్చు.

నిజానికి అంతరిక్షంలో దూరాలని అంచనా వెయ్యటానికి ఈ మైక్రోతరంగ పుంజాలు శ్రేష్ఠమైన సాధనాలు. వీటి సహాయంతో శాస్త్రవేత్తలు గ్రహకక్ష్యల గురించి చాలా కచ్చితమైన సమాచారాన్ని పొందారు.

శుక్రగ్రహం మీద దట్టమైన మేఘపు పొర గ్రహపు ఉపరితలాన్ని ఎల్లవేళల కప్పి ఉంచుతుంది. ఎంత శ్రేష్ఠమైన దూరదర్శినులని వాడినా ఆ మేఘపు పొరని చొచ్చుకొని అవతల ఏముందో చూడటానికి సాధ్యం కాదు. అందువల్ల ఆ మబ్బుల మాటున శుక్రగ్రహ ఘన ఉపరితలం ఎలా ఉంటుందో ఇటీవల కాలం వరకు మనకి తెలియదు. అసలు శుక్రగ్రహం ఏ దిశలో ఎంత వేగంతో పరిభ్రమిస్తోందో కూడా చెప్పలేకపోయేవాళ్ళం.

శుక్రగ్రహం మబ్బు తెరని ఛేదించుకుని మైక్రోతరంగాలు రాతి నేలను చేరతాయి. అక్కడి నుండి పరావర్తనం చెంది తిరిగి మబ్బు తెరని దాటి భూమిని చేరతాయి.

మేసర్ నుండి వెలువడ్డ పుంజం ఏకవర్ణకం, అంటే అందులో ఫోటాన్లన్నీ ఒకే తరంగ దైర్ఘ్యం గలవన్నమాట. శుక్రగ్రహ ఉపరితలం నునుపుగా, నిశ్చలంగా ఉంటే పరావర్తనం చెంది తిరిగొచ్చిన ప్రతిధ్వనిలో తరంగ దైర్ఘ్యంలో ఏ మార్పూ ఉండదు. అలా కాకుండా, గ్రహం పరిభ్రమిస్తున్నా, ఉపరితలం కదులుతున్నా, తిరిగొచ్చిన పుంజం తరంగ దైర్ఘ్యంలో మార్పు ఉంటుంది. వేగం ఎంత ఎక్కువగా ఉంటే మార్పు అంత ఎక్కువగా ఉంటుంది.

1962లో మైక్రోతరంగ ప్రతిధ్వనులని పరిశీలించి, శుక్రగ్రహ పరిభ్రమణం తీరు గురించి, వేగం గురించి శాస్త్రవేత్తలు కచ్చితమైన సమాచారాన్ని పొందగలిగారు. అలాంటి సమాచారం అంతవరకు ఎవరికీ తెలియదు.

అలాగే శుక్రగ్రహ ఉపరితలం అంతా మిట్టపల్లాలుగా కొండలతో, అగాధాలతో నిండి ఉంటే మైక్రోతరంగ ప్రతిధ్వనిలో ఆ మార్పులు వ్యక్తం అవుతాయి. అలాంటి మైక్రోతరంగ ప్రతిధ్వనులతో శుక్రగ్రహం ఉపరితల రూపురేఖల గురించి ఎంతో సమాచారాన్ని శాస్త్రవేత్తలు తెలుసుకోగలిగారు.

1978లో ఒక ప్రోబ్‌ని శుక్రగ్రహం కక్ష్యలోకి పంపించారు. ఆ ప్రోబ్ మైక్రోతరంగ ప్రతిధ్వనుల సహాయంతో శుక్రగ్రహ ఉపరితలాన్ని క్షుణ్ణంగా మ్యాప్ చేసింది. మైక్రోతరంగాలని శుక్రగ్రహం కన్నా దూరాలకి పంపిన సందర్భాలు ఉన్నాయి. బుధుడు, అంగారకుడు, సూర్యుడు, బృహస్పతి – ఇలా ఎన్నో లక్ష్యాల వద్దకి మైక్రోతరంగాలని పంపించారు. 1989లో టైటన్ ఉపగ్రహం నుండి పరావర్తనం చెంది తిరిగొచ్చిన మైక్రోతరంగ ప్రతిధ్వనులని కనుక్కోగలిగారు. ఈ టైటన్ శనిగ్రహానికి చెందిన ఒక పెద్ద ఉపగ్రహం. భూమి నుండి శుక్రగ్రహం (అతి దగ్గరగా ఉన్న దశలో) దూరం కన్నా, భూమి నుండి టైటన్ దూరం ముప్పై ఐదు రెట్లు ఎక్కువ.

వాతావరణం ఉన్న ఏకైక ఉపగ్రహం టైటన్. దాని వాతావరణం

దట్టంగా, ఆగమ్యగోచరంగా ఉండి ప్రోబ్ కూడా పెద్దగా సమాచారాన్ని పొందలేకపోయింది.

టైటన్‌ని చేరి తిరిగి రావటానికి రమారమి 2 గంటలు తీసుకున్న మైక్రోతరంగ పుంజం, మబ్బుతెరని ఛేదించుకుని ఉపరితలం గురించి విలువైన సమాచారాన్ని అందించగలిగింది. మూడు వేరు వేరు రోజులలో ఆ పుంజాలని ప్రసారం చేశారు. ఉపగ్రహం పరిభ్రమిస్తూ ఉంటుంది కాబట్టి, ఒక్కొక్క రోజు శుక్రగ్రహ ఉపరితలం మీద వేరు వేరు ప్రాంతాలని ఆ పుంజాలు తాకాయి. మొదటి రోజు, మూడో రోజుల్లో వచ్చిన ప్రతిధ్వని ద్రవ మాధ్యమం నుండి వచ్చిన ప్రతిధ్వనిలా బలహీనంగా ఉంది. రెండవ రోజు ప్రతిధ్వని మాత్రం బలంగా ఉంది. పుంజం ఘనపదార్థాలని ఢీకొని ఉంటుంది.

బహుశ భూమి మీద ఉన్నట్లే టైటన్ మీద కూడా సముద్రాలు, ఖండాలు ఉండవచ్చు. అయితే ఆ సముద్రాలలో, ఖండాలలో ఉండే పదార్థానికి, భూమి మీద ఉండే పదార్థాలకి మధ్య చాలా తేడా ఉంది. అది వేరే విషయం.

4. లేజర్లు

రకరకాల తరంగదైర్ఘ్యాల వద్ద మైక్రోతరంగాలని సృష్టించగలిగినప్పుడు, రకరకాల తరంగదైర్ఘ్యాల వద్ద ఇతర విద్యుదయస్కాంత కిరణాలని కూడా ఎందుకు సృష్టించకూడదు? మనం వాడే పదార్థాలని జాగ్రత్తగా ఎంచుకుంటే, శక్తి స్థాయిల మధ్య బాగా ఎడం ఉండేట్లుగా ఎంచుకుంటే, శక్తివంతమైన కిరణాలు వెలువడతాయి. అలాంటి కిరణాల తరంగ దైర్ఘ్యం తక్కువగా ఉంటుంది. ఆ విధంగా శక్తివంతమైన పరారుణ కిరణ పుంజాన్నో, ఇంకా మాట్లాడితే కనపడే కాంతి పుంజాన్నో కూడా సృష్టించవచ్చునేమో!

1958 నాటికే ఈ విషయం మీదకి టౌన్స్ తన ధ్యాస మళ్ళించాడు. మైక్రోతరంగాలు బదులుగా కనపడే కాంతిని సృష్టించాలంటే మేసర్‌లో ఎలాంటి పదార్థాన్ని వాడాలో ఆలోచించసాగాడు. ఆ విధంగా కనపడేకాంతిని వెలువరించే మేసర్‌ని కనపడే మేసర్ అంటారు.

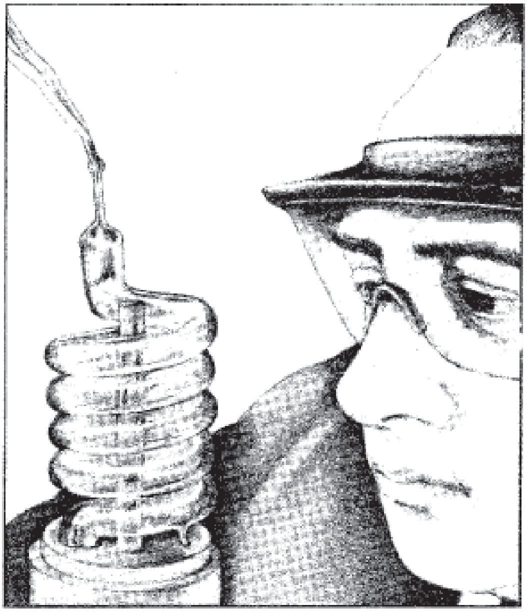
కాని శాస్త్రవేత్తలు దాన్ని ఆ పేరు పెట్టి పిలవదలచుకోలేదు. కాంతి పుంజం వెలువడినప్పుడే అది ఉత్తేజిత కిరణ ఉద్గారం వల్ల కాంతి సంవర్ధనం (light amplification by stimulated emission of radiation (LASER)) అవుతుంది. కాబట్టి దాన్ని లేసర్ అనాల్సి ఉంటుంది.

మొదటి అక్షరాన్ని బట్టి మేసర్‌కి, లేజర్‌కి తేడా ఏమిటో చెప్పవచ్చు. సంసక్త, ఏకవర్ణ మైక్రోతరంగ పుంజాన్ని మేసర్ ఉత్పన్నం చేస్తుంది. లేజర్ నుండి సంసక్త, ఏకవర్ణ కాంతి పుంజం పుడుతుంది.

మొట్టమొదటి లేజర్ నిర్మాణం 1960లో జరిగింది. దాన్ని నిర్మించినవాడు అమెరికన్ శాస్త్రవేత్త థియొడోర్ హారోల్డ్ మేమాన్ (1927–2007). అతడు కృత్రిమంగా తయారుచేసిన రూబీ కడ్డీని తీసుకున్నాడు. అందులో కాస్త క్రోమియం ఆక్సైడ్ కలిపిన అమ్మోనియం ఆక్సైడ్ ఉంటుంది. ఈ క్రోమియం పరమాణువులే పదార్థానికి ఎర్రని రంగుని

ఆపాదిస్తాయి. అందుకే అది రూబీలా ఎర్రగా ధగధగలాడుతుంది.

క్రోమియం పరమాణువులని ఉత్తేజిత స్థితికి పంప్ చెయ్యవచ్చు. అవి ఆ స్థితి నుండి కిందికి పడుతున్న ఫోటాన్లు తగినంత శక్తివంతం కావటంతో ఆ కాంతి ఎర్రగా ఉంటుంది. ఉత్తేజితమైన రూబీ కడ్డీలోకి సరైన తరంగ దైర్ఘ్యం వద్ద ఒక ఫోటాన్‌ని పంపిస్తారు. ఈ ఫోటాన్ వల్ల మరిన్ని ఫోటాన్లు అదే తరంగ దైర్ఘ్యం వద్ద వెలువడతాయి. ఈ ఫోటాన్లన్నీ కలిసి రూబీ కడ్డీలో నుంచి సన్నని సంసక్త, ఏకవర్ణ అరుణారుణ కాంతి ధారగా వెలువడుతుంది.



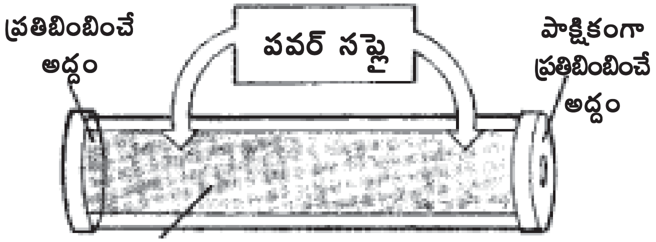
మొదటి ర్యూబి లేజర్‌ని చూస్తున్న థియొడోర్ మేమాన్

మొట్టమొదటి లేజర్ నుండి కాంతి ఆగాగి వచ్చేది. ఒకసారి అందులో నుంచి కాంతి తళుక్కుమన్నాక మళ్ళీ కాంతిని పుట్టించటానికి లేజర్ పదార్థాన్ని ఉత్తేజితం చెయ్యాలి. కాని 1960 తిరిగేలోగా ఆలీ జవాన్ (1926-) అనే శాస్త్రవేత్త నియాన్, హీలియంల వాయు మిశ్రమాన్ని వాడి నిరంతరాయ లేజర్‌ని తయారుచేశాడు.

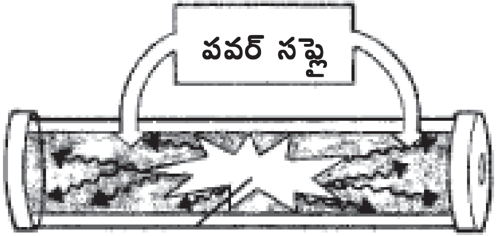
1960 ముందరి వరకు శాస్త్రవేత్తలు ఎప్పుడూ సంసక్త, ఏకవర్ణ కాంతిని చూడలేదు. సామాన్య సహజ మూలాల నుండి కాంతి ఎప్పుడూ

అనేక వర్ణాలు కలిగి, అసంసక్తంగా ఉంటుంది.

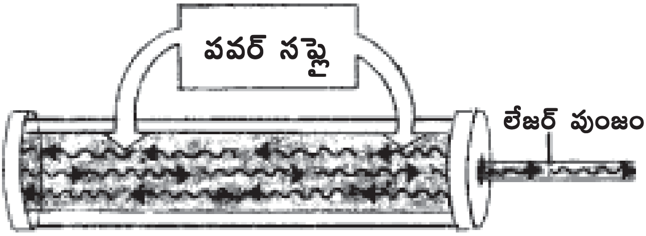
1960కి తరువాత మాత్రం కొన్ని అంతరిక్ష వస్తువుల నుండి కూడా సంసక్త కాంతి వెలువడుతోందని తెలిసింది. ఇవి తారల మధ్య ఉండే శూన్య ప్రదేశంలో వ్యాపించి ఉండే తారాంతర మేఘాలు (IN-ter-STEL-er). ఈ



లేజర్ పుంజాన్ని పుట్టించే పదార్థం (ఘనపదార్థం, ద్రవం, వాయువు)



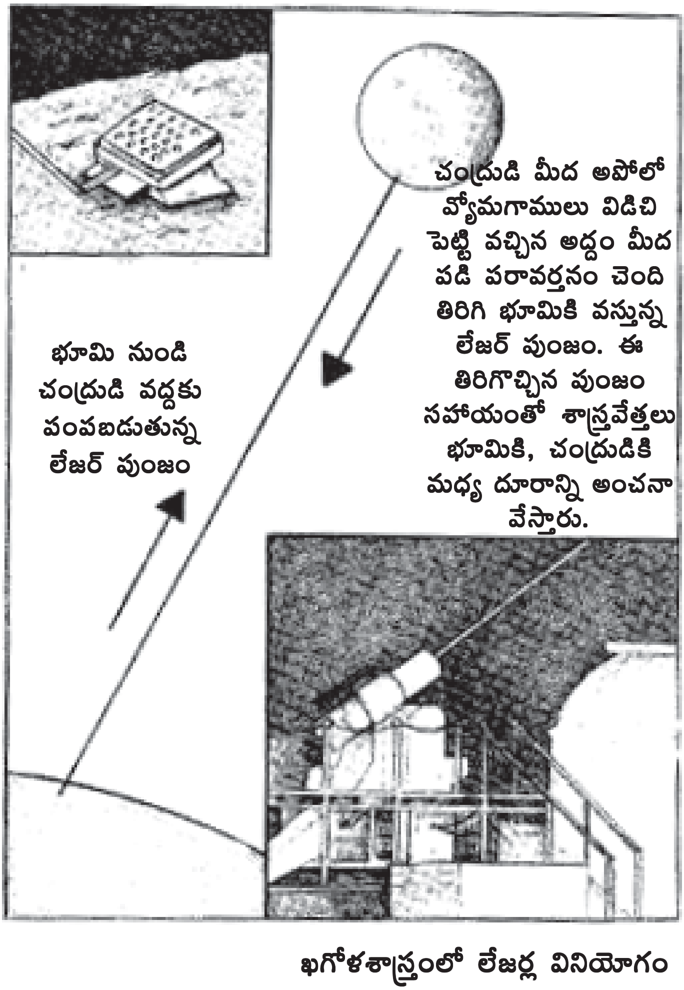
మొట్టమొదటి కాంతి స్ఫోటం నాళంలోని పరమాణువులని ఉత్తేజితం చేస్తుంది. ఫోటాన్లు నలుదిశలా ఎగిరి వెళ్తాయి.



ఉత్తేజిత ఫోటాన్లు రెండు అద్దాల నుండి పదే పదే పరావర్తనం చెందుతూ తగినంత శక్తిని పుంజుకున్నాక పాక్షిక అద్దం ద్వారా బయటికి వచ్చి కాంతి పుంజంగా మారతాయి.

మేఘాలలో ఉండే పరమాణువులు చుట్టుపక్కల ఉండే తారల నుండి వచ్చే కాంతి వల్ల ఉత్తేజితమై, అప్పుడప్పుడు సంసక్త మైక్రోతరంగాలని వెలువరిస్తాయి. అలాంటి మేఘాలని విశ్వ మేసర్లు అంటారు.

అంగారక, శుక్ర గ్రహాల వాతావరణాలలో కూడా ఇలాంటిదే ఏదో జరుగుతుంది. ఈ గ్రహాల వాతావరణంలో ఎక్కువగా కార్బన్ డై ఆక్సైడే ఉంటుంది. వాతావరణం పైపొరలలో ఉండే కార్బడైఆక్సైడ్‌పై సూర్యకాంతి



ఖగోళశాస్త్రంలో లేజర్ల వినియోగం

పడి ఉత్తేజితమై పరారుణ కిరణాల సంసక్త పుంజాలని వెలువరిస్తుంది. నిజానికి అంగారక, శుక్ర గ్రహాల వాతావరణాల పై తలాలలో సహజంగా పుట్టే కిరణాలలాంటవాటినే ఇక్కడ భూమి మీద కృత్రిమంగా నిర్మించిన కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ లేజర్లు వెలువరిస్తాయి.

విశ్వ మేసర్లు గాని, లేజర్లు గాని భూమి మీద మనం నిర్మించే లేజర్ల అంత సమర్థవంతంగా పనిచెయ్యవు. అంతరిక్ష వస్తువుల నుండి వెలువడ్డ లేజర్ పుంజాలు అనేక దిశలలో ప్రయాణిస్తాయి. అందుకే వాటిని పట్టుకోవటం శాస్త్రవేత్తలకి కష్టం అయ్యింది. వాటి లక్షణం గురించి తెలిశాకనే వాటిని గుర్తించటానికి వీలయ్యింది.

భూమి మీద రూపొందించిన కృత్రిమ లేజర్లలో ఒకే దిశలో ప్రయాణించే సంసక్త పుంజాల తత్వాన్ని బలపరుస్తూ అద్దాలని వాడతారు. అలాంటి అద్దాలు అంతరిక్షంలో ఉండే అవకాశం లేదు కదా! లేజర్ ఉత్పన్నం అయ్యే నాళానికి రెండు కొసలలోని ఉపరితలాలని బాగా రుద్ది అద్దంలా తీర్చిదిద్దుతారు. లేజర్ పుంజంలోని ఫోటాన్లు ఈ రెండు అద్దాల మధ్య కొట్టుమిట్టాడుతుంటాయి. సరళరేఖలో కదులుతూ రెండు అద్దాల మధ్య ప్రయాణించిన ప్రతిసారి అదనపు శక్తిని పుంజుకుంటాయి.

తక్కిన ఫోటాన్ల కన్నా కాస్త భిన్న దిశలో కదిలే ఏ ఫోటానయినా దారి తప్పి నాళం పక్కగోడలలో నుంచి బయటికిపోయి నష్టం అయిపోతుంది.

బయటి నుండి వచ్చి తప్పుడు దిశలో ప్రయాణించే ఏ ఫోటానయినా మరో పక్క నుండి బయటికి పోతుంది.

ఆ విధంగా లేజర్ ఏకదిశలో ప్రయాణించే ఫోటాన్ల కేంద్రీకృత పుంజంగా రూపొందుతుంది. అద్దాలలో ఒకటి పాక్షికంగా పారదర్శకంగా ఉంటుంది కాబట్టి శక్తిని పుంజుకున్న లేజర్ పుంజం (ఇది లిప్తలో జరిగిపోతుంది) జివ్వున ఆ పక్క నుండి బయటికి పోతుంది.

ఈ లేజర్ పుంజం ఎంత కేంద్రీకృతంగా ఉంటుందంటే అది కోట్ల

మీటర్ల దూరంలో ఉన్న కాఫీ గిన్నెమీద పడి అందులోని కాఫీని వేడెక్కించగలదు! 1962లో ఒక లేజర్ పుంజాన్ని చంద్రుడి మీదకి గురిపెట్టారు. చంద్రుడు మనకి 38.3 కోట్ల మీటర్ల దూరంలో ఉన్నాడు. అంత దూరం ప్రయాణించినా పుంజం కేవలం కొన్ని మైళ్ళు మాత్రమే వ్యాపించింది. ప్రస్తుతం మనం ఇంకా మంచి ఫలితాలు సాధించే స్థితిలో ఉన్నాం. 1969లో కొందరు వ్యోమగాములు చంద్రుడి మీద ఒక అద్దాన్ని విడిచిపెట్టి వచ్చారు. దాని మీదకి గురిపెట్టిన లేజర్ పుంజాలు చెక్కుచెదరకుండా భూమికి తిరిగొచ్చాయి. వాటి సహాయంతో శాస్త్రవేత్తలు చంద్రుడికి, భూమికి మధ్య దూరాన్ని కచ్చితంగా అంచనా వెయ్యగలిగారు.

5. లేజర్ల ప్రయోజనాలు

లేజర్లు, మేసర్లను మొట్టమొదట రూపొందించినప్పుడు అవి శాస్త్రవేత్తలకి పరిశోధనలలో పనికొస్తాయేమోగాని, సామాన్య దైనిక జీవనంలో వీటికి ఏం ప్రయోజనం ఉంటుందిలే అని చాలా మంది అనుకున్నారు. కాని లేజర్లకి దైనిక జీవనంలో ఎన్నో ప్రయోజనాలు ఉన్నాయని తరవాత తెలిసింది.

మొదటి విషయం ఏమిటంటే లేజర్ల నుండి సంసక్త కాంతిని రకరకాల మోతాదుల్లో ఉత్పన్నం చెయ్యవచ్చు. వాటన్నిటికీ ప్రత్యేక ప్రయోజనాలు ఉన్నాయి.

సెమీకండక్టర్ చిప్స్ నుండి వెలువడే అల్ప శక్తి గల లేజర్లని సూపర్ మార్కెట్‌లో కొనుక్కునే వస్తువుల మీది బార్ కోడ్‌ని చదవటానికి వాడవచ్చు. కాని అందులో వాడే కాంతి పుంజం ఎంత బలహీనంగా ఉంటుందంటే దాన్ని గుర్తించటం కూడా కష్టమే. ఒక వాట్‌లో వెయ్యోవంతు పవర్‌ని ఈ లేజర్ వినియోగిస్తుంది. మనం రాత్రిపూట వాడే జీరో వాట్ బల్బు శక్తి కన్నా దీని శక్తి వేల రెట్లు చిన్నది.

ఒక పెద్ద లేజర్‌ని తయారుచేసి అందులో ఎంతో శక్తి పోగయ్యేలా తయారుచెయ్యవచ్చు. ఇలాంటి సందర్భాలలో అత్యధిక శక్తిని పుట్టించవచ్చు. కాని ఆ శక్తంతా అతి తక్కువ కాలంలో లేజర్ రూపంలో వెలువడుతుంది.

ఆ విధంగా 20 కోట్ల వాట్ల బలాన్ని పోగుచేసి ఒక్కసారిగా ప్రచండ శక్తి గల సంసక్త కాంతి స్ఫోటాన్ని వెలువరించగల లేజర్లు కూడా ఉన్నాయి. అంతేకాదు. లక్ష కోట్ల వాట్ల బలాన్ని పోగుచెయ్యగల లేజర్లు కూడా ఉన్నాయి. అంటే అతి పెద్ద న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ ఉత్పన్నం చెయ్యగల శక్తి కన్నా లక్ష రెట్లు ఎక్కువ. అయితే అలా పుట్టిన కాంతి స్ఫోటం సెకనులో వంద కోట్ల వంతు మాత్రమే ఉంటుంది. ఈ బృహత్ లేజర్లని శాస్త్రీయ పరిశోధనలలో

గాని, ఆయుధాల నిర్మాణంలో గాని వాడుతున్నారు. ఇవి మనకి సూపర్ మార్కెట్లలో కనిపించవు.

లేజర్లు ఉత్పన్నం చేసే (కాంతి) శక్తి కన్నా, వాడే శక్తి చాలా ఎక్కువ. అణువులని ఉత్తేజితం చెయ్యటానికి వాడిన శక్తిలో ఒక చిన్న భాగం (మహా అయితే ఇరవై శాతం ఉంటుందేమో) మాత్రమే కాంతి శక్తిగా వెలువడుతుంది. తక్కినదంతా ఉష్ణంగా మారి వృధాగా పోతుంది.

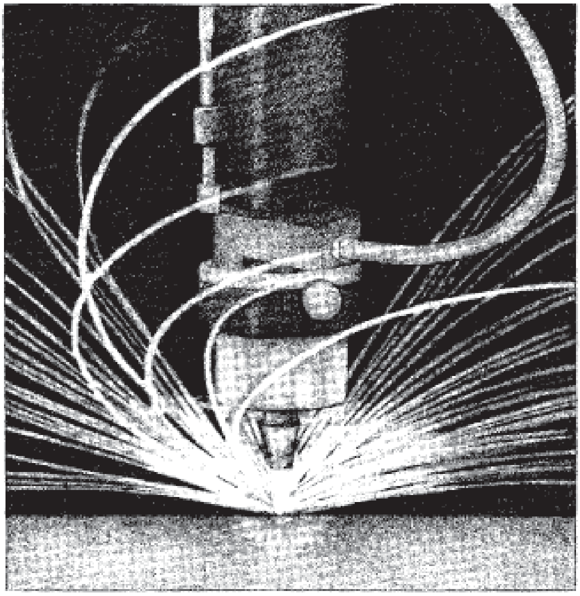
ఎనభై శాతం శక్తి వృధా అయ్యేట్లయితే ఇక అంత కష్టపడి లేజర్లని తయారుచేసి ఏం ప్రయోజనం అంటారేమో! దానికో కారణం ఉంది. ఇతర శక్తి రూపాల వల్ల సాధ్యం కాని ఎన్నో విషయాలు లేజర్ శక్తి వల్లనే సాధ్యం అవుతాయి. ఆ సత్ప్రయోజనాల దృష్ట్యా కాస్తంత శక్తి వృధాగా పోయినా ఫరవాలేదు అనిపిస్తుంది.

ఉదాహరణకి లేజర్ పుంజం సంసక్తంగా ఉంటుంది కాబట్టి దాన్ని ఒక సన్నని బిందువుగా కేంద్రీకరించవచ్చు. సామాన్య కాంతితో ఇది సాధ్యం కాదు. ఎందుకంటే అందులోని కిరణాలు నానా దిశలలో చెల్లాచెదురుగా ప్రయాణిస్తుంటాయి. కేవలం వెయ్యి నానోమీటర్ల పరిమాణం ఉన్న బిందువు మీదకి ఒక లేజర్‌ని కేంద్రీకరించవచ్చు. అంత లేజర్ శక్తిని ఒక బిందువు మీద కేంద్రీకరిస్తే ఆ బిందువు వద్ద ఉష్ణోగ్రత తారస్థాయిని చేరుతుంది.

బలహీనమైన లేజర్లని పేపరు, రబ్బరు మొదలైన మెత్తని పదార్థాలని కోయటానికి వాడవచ్చు. మరి కాస్త శక్తివంతమైన లేజర్‌తో ప్లాస్టిక్, కలప మొదలైన పదార్థాలని కోయటానికి గాని, అందులో రంధ్రాలు చెయ్యటానికి గాని వినియోగించవచ్చు. లేజర్ పుంజాన్ని బాగా సన్నగా కేంద్రీకరించగలిగితే దాంతో లోహాన్ని కరిగించి రంధ్రం చేసుకుంటూ లోహంలోకి చొచ్చుకుపోవచ్చు.

సన్నని లేజర్ పుంజంతో లోహాన్ని వెల్డింగ్ టార్చితో కన్నా, రంపంతో కన్నా కచ్చితంగా, వేగంగా కోయవచ్చు. ఎనభై శాతం శక్తి వృధా అవుతున్నా

కూడా, లేజర్‌తో మరింత తక్కువ శక్తిని ఉపయోగించి ఈ పనులన్నీ చేయవచ్చు.



లోహ తునకలు రవ్వలుగా వెలువడు తున్నాయి

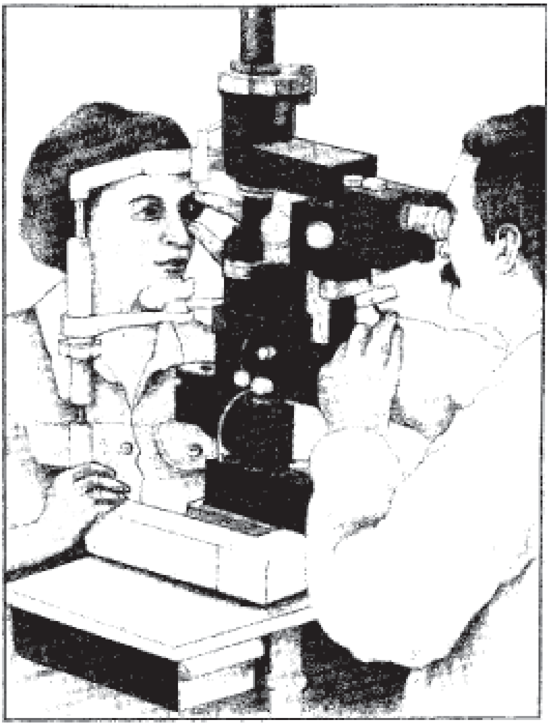
లోహాన్ని కోస్తున్న కార్బన్ డయాక్సైడ్ లేజర్

లేజర్ కాంతి లిప్తలో వచ్చిపోయేలా చేసినప్పుడు, లేజర్‌ని చాలా సున్నితమైన ప్రయోజనాల కోసం కూడా వాడవచ్చు. లేజర్ పడుతున్నంతసేపు, పడిన బిందువు వద్ద ఉష్ణోగ్రత చాలా ఎక్కువగా ఉంటుంది. కాని ఆ వేడి చుట్టుపక్కల ప్రాంతాలకి వ్యాపించే లోపలే లేజర్ ప్రసారం నిలిపేయబడుతుంది.

లేజర్‌తో ఇంకుని తుడిచే పరికరం ఒకదాన్ని తయారుచేశారు. దాని పేరు లేజర్ ఎరేజర్. దీన్ని కాగితం మీద ముద్రించిన అక్షరాల మీద ప్రసరించినప్పుడు ఇంకు ముందు ఆవిరై పోతుంది. కాని కాగితం కాలే లోపలే లేజర్ పుంజం ఆ చోటి నుండి పక్కకి జరిగిపోతుంది. అంటే కాగితం కాలటానికి ఇక అవకాశం, వ్యవధి ఉండవన్నమాట. కేవలం ఒక

రబ్బరుతోనో, లేదా ఇంకుని తెల్లబరిచే ద్రవంతోనో సమస్య తేలిపోయేదానికి ఇంత జటిలమైన పద్ధతి ఎందుకు? అని మీరు అడగవచ్చు. లేజర్ వల్ల ఎలాంటి పనులు సాధ్యమో ఈ ఉదాహరణ వల్ల మనకి అర్థమవుతుంది.

ఈ విధంగా లేజర్లని మానవ శరీరం మీద కూడా ప్రయోగించవచ్చు. ఉదాహరణకి మన కంటిలో ఉండే రెటీనా ఊడిపోతే అంధత్వం వచ్చే ప్రమాదం ఉంది. అలాంటప్పుడు కంట్లో కాంతికి ప్రవేశాన్నిచ్చే ప్యూపిల్ అనే రంధ్రంలో నుంచి క్లుప్తంగా లేజర్ని ప్రసరిస్తారు. అది వెనుక ఉన్న రెటీనా మీద పడి ఊడకుండా అతికిస్తుంది. లేజర్ పడిన బిందువు ఎంత సూక్ష్మంగా ఉంటుందంటే దాని వల్ల దృష్టికి భంగం వాటిల్లదు. ఈ వ్యవహారం అంతా ఎంత వేగంగా జరిగిపోతుందంటే లేజర్ పడ్డ బిందువు వద్ద తప్ప ఇక చుట్టుపక్కల ఏ ప్రభావమూ ఉండదు, ఏ హానీ కలగదు. కురుపులని, మొటిమలని, పచ్చబొట్లని మొదలైన వాటిని తొలగించటానికి లేజర్లని వాడతారు. చిన్న చిన్న శస్త్రచికిత్సలు కూడా లేజర్తో చేస్తున్నారు.



కంటి శస్త్రచికిత్సలో లేజర్ వినియోగం

లేజర్లని ముద్రణలో కూడా వాడవచ్చు. మొట్టమొదటి వర్డ్ ప్రాసెసర్లు పేపరు మీద ఉంచిన ఇంకు రిబ్బను మీద అచ్చు వేసేవి. దీని వల్ల ఎంతో రొద పుట్టేది. కాని లేజర్ ప్రింటర్లలో కాగితం మీద లేజర్ వేగంగా, నిశ్శబ్దంగా అక్షరాలని ముద్రిస్తుంది.

లేజర్ సర్వ సామాన్య ప్రయోజనాలలో ఒకటి ధ్వనిని పునరుత్పత్తి చెయ్యటం. ఇటీవల కాలం వరకు ధ్వనిని చదునైన ప్లాస్టిక్ పళ్ళేల మీద రికార్డు చేసేవారు.

కంపించే సూది వల్ల ఆ పళ్ళెం మీద గాడి పడుతుంది. సంక్లిష్టమైన సంగీతానికి, భాషకి సంబంధించిన ప్రకంపనలకి ఆ సూది కంపిస్తుంది. తరువాత అలా పడ్డ గాడి స్థిరపడిపోయేట్లు చేస్తారు. ఇప్పుడు మరో సూది అదే గాడి వెంట కదులుతూ కచ్చితంగా మొదటి సూది కంపించినట్లే కంపిస్తుంది. అంటే మొదట్లో ఉండే శబ్ద తరంగాలని మళ్ళీ సృష్టించవచ్చు అన్నమాట.

ఈ సున్నితమైన ప్రకంపనలని సంవర్ధనం చేస్తే మనకి స్పీకర్లలో చక్కని సంగీతం వినిపిస్తుంది.

ఈ పద్ధతి వల్ల సూది కాలక్రమేణా అరిగిపోతుంది. అరిగిపోయిన సూదిని మార్చాల్సి ఉంటుంది.

కాని ప్రస్తుతం మరో కొత్తరకమైన రికార్డులు వస్తున్నాయి. వీటిలో ఒక మెరిసే ఉపరితలం మీద శబ్దాలని అతిసూక్ష్మమైన నల్లని చుక్కల విన్యాసంగా అచ్చు వేస్తారు. ఈ చుక్కలు కంటికి కనిపించవు. ఒక చిన్న సెమీకండక్టర్ లేజర్ నుండి వెలువడే ఒక పరారుణ లేజర్ కిరణం ఆ ఉపరితలాన్ని శోధించి నల్ల చుక్కల విన్యాసాన్ని శబ్ద తరంగాలుగా మార్చుతుంది.

ఈ పద్ధతిలో ఎక్కడా పళ్ళాన్ని లోహం తాకదు. కాబట్టి ఎక్కడా బరబరా గీకుతున్న శబ్దం రాదు. అలా పుట్టే శబ్దం కూడా కాస్తంత కూడా

రొదలేకుండా, శుద్ధంగా ఉంటుంది. అంతేకాక శబ్దాన్ని మిట్టపల్లాల గాడి రూపంలో కాక, నల్లని చుక్కల విన్యాసాల రూపంలో రికార్డు చేస్తారు. ఇలాంటి పళ్ళాలనే కాంపాక్ట్ డిస్కులు (సిడిలు) అంటారు.

లేజర్‌లని సందేశాలు పంపటానికి కూడా వాడతారు. ఎన్నో ఏళ్ళుగా మనుషులు రేడియో తరంగాలని సమాచార ప్రసార మాధ్యమాలలో వినియోగిస్తూ వచ్చారు. వివిధ రేడియో కేంద్రాలు గాని, టీవీ కేంద్రాలు గాని ఒకే సమయంలో కార్యక్రమాలని ప్రసారం చెయ్యగలవు. ఎందుకంటే అవి వేరు వేరు పౌనఃపున్యాల (frequencies) వద్ద ప్రసారం చేస్తాయి. అప్పుడు మీ రేడియోలో గాని, టీవీలో గాని మీట తిప్పుతూ లోనికి గ్రహించే సందశాలకి చెందిన పౌనఃపున్యాన్ని సరిచేసుకోవచ్చు.

కాని రేడియో, టీవీ కేంద్రాలు వాళ్ళ పౌనఃపున్యాల మధ్య తగినంత ఎడం లేకపోతే రెండు కేంద్రాల కార్యక్రమాలు కలిసిపోయే ప్రమాదం ఉంది. ఆ కారణం వల్ల మనకి వచ్చే ఛానెళ్ళ సంఖ్య పరిమితంగానే ఉంటుంది.

తరంగ దైర్ఘ్యం తగ్గుతున్న కొద్దీ ఒకే విస్తృతిలో మరిన్ని సందేశాలని పంపించటానికి వీలవుతుంది. ఉదాహరణకి రేడియో తరంగాల కన్నా కాంతి తరంగాలు పొడవులో పదిలక్షవ వంతు చిన్నవి. అంటే ఒకే విస్తృతి గల తరంగ దైర్ఘ్యాలని తీసుకుంటే అందులో రేడియో తరంగాలతో కన్నా కాంతి తరంగాలతో అయితే పదిలక్షల రెట్లు ఎక్కువ ఛానెళ్ళు ప్రసారం చెయ్యవచ్చు.

కాని ఇక్కడో తిరకాసు ఉంది. రేడియో తరంగాలు వర్షం, మబ్బులు, చెట్లు, గోడలు వీటన్నిటిలో నుంచి ప్రసారం కాగలవు. కాంతికి అది సాధ్యం కాదు. రేడియో తరంగాలు వాతావరణంలో పై పొరల వద్ద పరావర్తనం చెంది భూమి వంపుని అనుసరిస్తూ ఎంతో దూరాలు ప్రయాణించగలవు. కాని కాంతి ఎప్పుడూ సరళరేఖలోనే ప్రసారమవుతూ భూమి వంపు నుండి దూరంగా తొలగిపోతుంది.

అయితే అంతరిక్షంలో తిరిగే కృత్రిమ ఉపగ్రహాలనే తీసుకుందాం.

అక్కడ వాతావరణం వల్ల సమస్యలు ఉండవు. కాంతి పథానికి అడ్డొచ్చే అవరోధాలేవీ ఉండవు. అనుసరించాల్సిన భూమి వంపు కూడా ఉండదు. అంతరిక్షంలో మనుషులు నివసించే రోజు వస్తుంది. అప్పుడు వాళ్ళు లక్షలాది పౌనఃపున్యాల వద్ద లేజర్ పుంజాలతో హాయిగా సంభాషించుకోవచ్చు.

అది మనం భూమి మీద కూడా చేసుకోవచ్చు. కాని రేడియో, టీవీలతో కాదు. ఎందుకంటే వాతావరణం అడ్డొస్తుంది. మరి టెలిఫోన్ల విషయం ఏమిటి?

మనం టెలిఫోన్లో మాట్లాడుతున్నప్పుడు రాగి తీగల వెంబడి విద్యుత్తు కరెంటు ప్రవహిస్తూ సందేశాలని చేరవేస్తుంది. అలాంటి తీగల ద్వారా ఎన్నో సందేశాలని చేరవేయవచ్చు. కాని రాగి తీగలకి బదులుగా సన్నని గాజు తీగల ద్వారా కాంతి కిరణాలని పంపిస్తే? లేజర్ కిరణాలని వాడితే ఈ ఆప్టిక్ ఫైబర్ల ద్వారా వందల, వేల సందేశాలని పంపించవచ్చు.

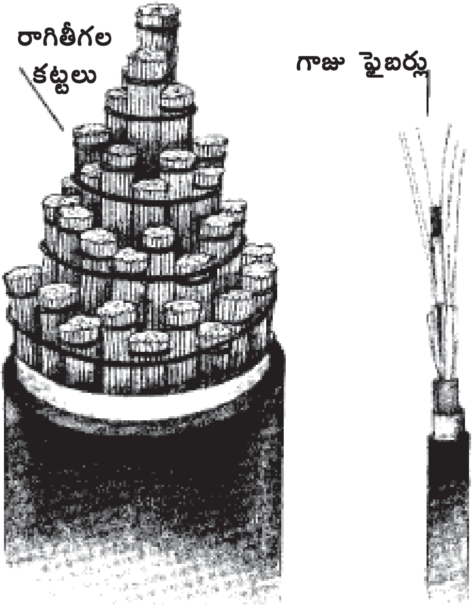
పైగా రాగి కన్నా గాజు చవక, విద్యుత్తు కన్నా సంసక్తమైన లేజర్ కాంతి మరిన్ని సందేశాలని మోసుకుపోగలదు. ఇప్పుడు ఎన్నో నగరాలని ఫైబర్ ఆప్టిక్ టెలిఫోన్ తీగలు కలుపుతున్నాయి. 1988 చివర్లో అట్లాంటిక్ మహాసముద్రానికి అడుగు వెంట ఒక ఫైబర్ ఆప్టిక్ కేబుల్ వేశారు.

ఫైబర్ ఆప్టిక్ తీగలతో శరీరంలో మనకి కావలసిన చోటికి కాంతిని ప్రసారం చెయ్యవచ్చు.

1989 ప్రాంతాల్లో మొట్టమొదటి సారిగా లేజర్ని ఉపయోగించి కొన్ని రకాల క్యాన్సర్కి చికిత్స గురించి వైద్యులు ప్రయోగాలు చేస్తున్నారు. మొదట రోగికి ఒక కాంతిగ్రాహక మందు (photosensitive drug) ని ఎక్కిస్తారు. ఈ మందు కాంతిని గ్రహిస్తుంది.

రెండు మూడు రోజుల తరువాత ఆ మందు శరీరం అంతా బాగా వ్యాపించాక, ఒక సన్నని ఆప్టిక్ ఫైబర్ని శరీరంలోకి పోనిచ్చి క్యాన్సర్ ట్యూమర్ లోకి ప్రవేశపెడతారు. లేజర్ కిరణాలు ఫైబర్ ద్వారా ట్యూమర్

లోకి ప్రవేశిస్తాయి. మందు ఆ కాంతిని పీల్చుకుని చుట్టూ ఉన్న అణువులని ఉత్తేజితం చేస్తుంది. ఆ ఉత్తేజితమైన అణువులు పరిసరాలలో ఉన్న క్యాన్సర్ కణాలని నాశనం చేస్తాయి. ఈ విధానం వల్ల ట్యూమర్ నాశనం అవుతుంది గాని దాని చుట్టూ ఉన్న ఆరోగ్యవంతమైన ధాతువు సురక్షితంగానే ఉంటుంది.



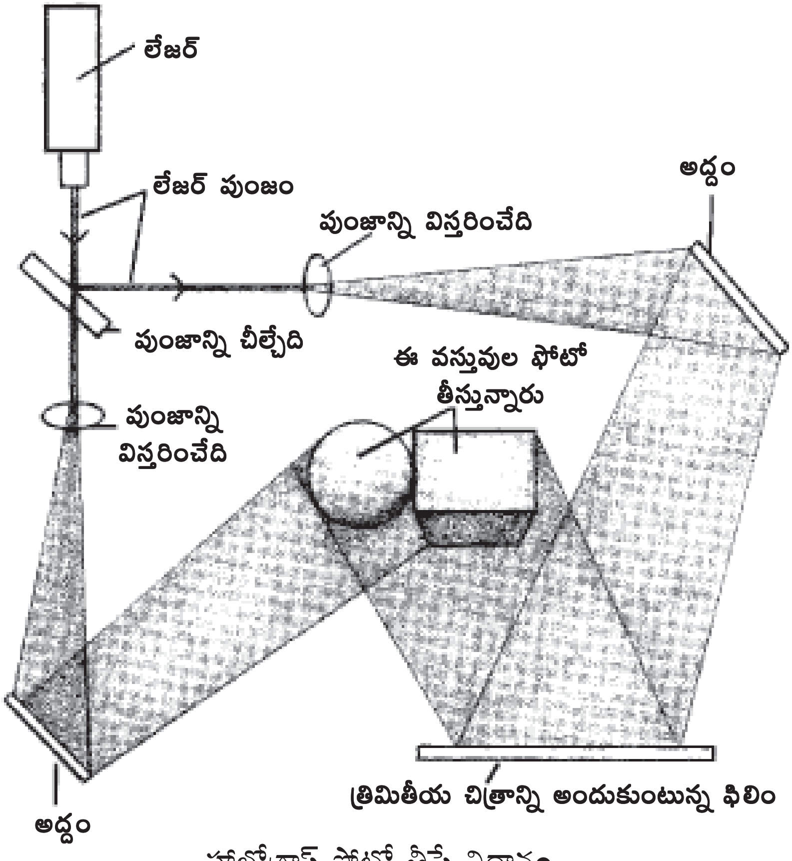
సాధారణ, కొత్త ఫైబర్ ఆప్టిక్ కేబుళ్ళ పోలిక

లేజర్ కిరణాల ఉపయోగం ఫోటోగ్రఫీలో కూడా కనిపించింది. మామూలు ఫోటోగ్రఫీలో వస్తువు నుండి ప్రతిబింబించిన కాంతి కిరణాలు ఫోటో ఫిల్మ్ మీద పడతాయి. కిరణాలు పడ్డ చోట ఫిల్మ్ నల్లబడుతుంది. పడని చోట నల్లబడదు. ఆ ఫిల్మ్ మీద ఆ విధంగా తెలుపు, నలుపు ఛాయలు ఏర్పడతాయి. దీన్నే మనం నెగెటివ్ అంటాం. దీన్ని డెవలప్ చేస్తే ఫోటో వస్తుంది. అయితే ఈ ఫోటో చదునుగా ఉంటుంది. పొడవు, వెడల్పు, ఎత్తు అనే మూడు మితులు గల త్రిమితీయ రూపాలని ఇందులో చూడలేం.

ఇప్పుడు ఒక కాంతి పుంజాన్ని రెండుగా విడగొట్టాం అనుకుందాం. కాంతి పుంజంలో ఒక పాయ మనం ఫోటో తీయగోరిన వస్తువు మీద పడి పరావర్తనం చెందుతుంది. రెండవ పాయ ఒక అద్దం మీద పడి పరావర్తనం

చెందుతుంది. ఈ రెండు పాయలు ఇప్పుడు మళ్ళీ కలిసేలా ఏర్పాటు చేస్తారు. ఈ రెండు పుంజాలు కలిసి ఒక సంక్లిష్టమైన మిశ్రమంగా తయారవుతాయి. ఎందుకంటే ఒక పుంజం వస్తువు నుండి పరావర్తనం చెంది చెల్లా చెదురు అవుతుంది. రెండో పుంజం అద్దం మీద పడి చెదిరిపోకుండా తిరిగి వెనక్కి వస్తుంది.

రెండు కాంతి పుంజాలు మళ్ళీ కలుసుకునే చోట ఒక ఫోటో ఫిల్మ్‌ని పెడితే మసకగా అలుక్కుపోయినట్లు ఉండే చిత్రం తప్ప ఏమీ కనిపించదు.



హోలోగ్రాఫ్ ఫోటో తీసే విధానం -
రెండు విభిన్న కోణాల నుంచి ఫిలిం మీదకి పడుతున్న చిత్రాలు

కాని ఇప్పుడు ఆ మసకగా, అలుక్కుపోయినట్లు ఉండే చిత్రం ఉన్న ఫిల్మ్‌లో నుంచి మళ్ళీ లేజర్‌ని ప్రసరిస్తే, ఫిల్మ్‌లో నుంచి బయటికి వచ్చిన పుంజంలో ముందు పరావర్తనం చెందిన రెండు పుంజాలలో ఉండే తరంగ విన్యాసం అంతా తిరిగి ఏర్పడి గాలిలోనే చక్కని, త్రిమితీయ ఆకృతి రూపుదాలుస్తుంది.

ఆ ఆకృతి చాలా వాస్తవంగా, అద్భుతంగా ఉంటుంది. దీన్నే హోలోగ్రాఫ్ (holograph) అంటారు.

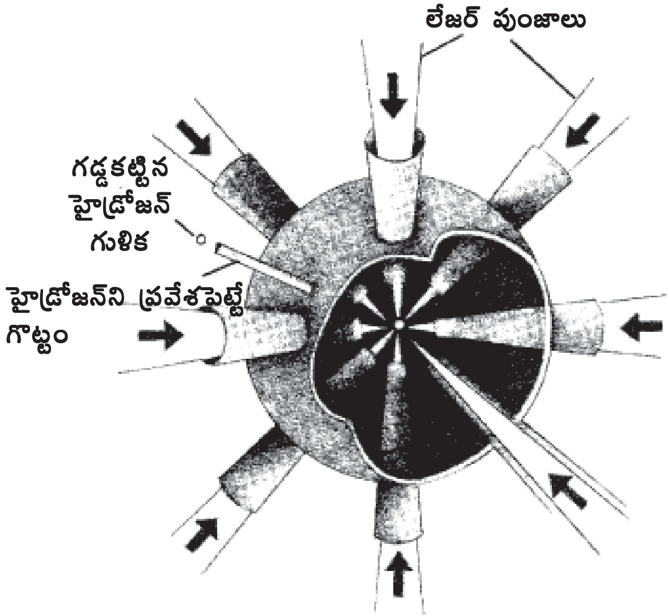
1947లో హంగరీలో పుట్టిన బ్రిటిష్ శాస్త్రవేత్త డెనిస్ గాబొర్ (1900–1979) ఈ సిద్ధాంతానికి ప్రాణం పోశాడు. ఇరవై నాలుగు ఏళ్ళ తరువాత అంటే 1971లో ఈ ఆవిష్కరణకి గుర్తింపుగా అతనికి నోబెల్ బహుమతి వచ్చింది.

బహుమతి ప్రదానానికి అంత కాలం పట్టడానికి కారణం ఉంది. చాలా కాలం వరకు హోలోగ్రాఫ్‌లు తియ్యటానికి సాధ్యపడలేదు. ఎందుకంటే అందులో మామూలు కాంతి పుంజం పనికిరాదు, లేజర్ పుంజం కావాలి. లేజర్ల నిర్మాణం తరువాతనే హోలోగ్రాఫ్‌లని తయారుచెయ్యటానికి వీలయ్యింది. మొట్టమొదటి హోలోగ్రాఫ్‌ని 1965లో ఎమెట్ ఎన్. లైథ్, జూరిస్ ఉపట్నిక్స్ అనే ఇద్దరు అమెరికన్లు రూపొందించారు.

హోలోగ్రాఫ్‌లు ఇప్పటికీ సామాన్య వాడకంలోకి రాలేదు. కాని హోలోగ్రాఫ్‌లతో బల్ల మీద త్రిమితీయ టీవీ చూడొచ్చని కొంత మంది ఊహాగానాలు చేస్తుంటారు. క్రికెట్, ఫుట్‌బాల్ లాంటి ఆటలు, పెద్ద పెద్ద సంగీత కార్యక్రమాలు చూడవచ్చు. అవి చూడటానికి చాలా వాస్తవంగా ఉంటాయి కాని అవి కేవలం సంగమిస్తున్న కిరణ సముదాయాలు మాత్రమే. అందుకే అందులో నుంచి చేయి పోనిచ్చినా ఏమీ కాదు.

ఇక మరి కొన్ని విషయాలైతే మరీ సుదూరమైన భవిష్యత్తుకి చెందినవి. హైడ్రోజన్ పరమాణువులని సంయోజించి హీలియం పరమాణువుగా మార్చి శక్తి పుట్టించటానికి శాస్త్రవేత్తలు ప్రయత్నిస్తున్నారు. నేడు మనం వాడే

మామూలు అణు రియాక్టర్ల కన్నా ఇవి మరింత హెచ్చు శక్తిని ఉత్పన్నం చేస్తాయి. అంతేకాక ఈ సంయోగ రియాక్టర్ల (fusion reactors) నుండి ఉత్పన్నం అయ్యే రేడియో ధార్మికత కూడా చాలా తక్కువగానే ఉంటుంది. కాబట్టి వాటి వల్ల ఘోరప్రమాదాలు జరిగే అవకాశం కూడా తక్కువే. అంతేకాక కేంద్రక విచ్ఛిత్తి (nuclear fission)లో వాడే పరమాణువులలా కాక, కేంద్రక సంయోగంలో (nuclear fusion) వాడే పరమాణువులు సర్వసామాన్యంగా దొరికేవి. కాబట్టి కేంద్రక సంయోగంలో వాడే ఇంధనం కోట్ల సంవత్సరాలు వస్తుంది.



ప్రయోగస్థాయిలో కేంద్రక సంయోగ రియాక్టర్ - గడ్డకట్టిన హైడ్రోజన్ గుళిక మీదకి లేజర్ పుంజాలు ప్రసరింపచేసి కోట్లాది డిగ్రీలకు వేడెక్కిస్తారు

కాని ఇక్కడ తిరకాసు ఏమిటంటే అత్యధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద మాత్రమే హైడ్రోజన్‌లో కేంద్రక సంయోగం జరుగుతుంది. అంతేకాక హైడ్రోజన్

పరమాణువులని ఆ ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక చోట స్థిరంగా తగినంత సమయం నిలపగలగాలి. నలభై ఏళ్ళుగా శాస్త్రవేత్తలు ఈ ప్రయత్నం మీదే ఉన్నారు. ఇంకా వారిని విజయం వరించలేదు.

సంయోగాన్ని సాధించటానికి ఒక పద్ధతి ఘన స్థితిలో ఉన్న హైడ్రోజన్‌తో మొదలు పెట్టటం. గడ్డ కట్టుకున్న హైడ్రోజన్ కణిక మీద నాలుగు దిశల నుండి లేజర్ పుంజాలతో దాడిచెయ్యాలి. దాంతో దాని ఉష్ణోగ్రత కోట్ల డిగ్రీలకి చేరుతుంది. మామూలుగా అయితే వేడెక్కిన హైడ్రోజన్ వాయువుగా మారి తప్పించుకుపోతుంది. కాని లేజర్లు లిప్త కాలంలో అంత ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్దకి దాన్ని వేడెక్కిస్తాయి. తప్పించుకుపోవటానికి వ్యవధి లేకుండా అది కేంద్రక సంయోగం చెందుతుంది.

కాని దీనిని కూడా ఇంతవరకు సాధించలేదు. మనకి ఇంకా శక్తివంతమైన లేజర్లు కావాలి. ఈ సమస్య మీద శాస్త్రవేత్తలు పనిచేస్తున్నారు.

అలాగే లేజర్లని ఉపయోగించి అణుబాంబులని మోసుకుపోయే క్షిపణులని భేదించే ప్రయత్నాలు కూడా చేస్తున్నారు. ఈ ఫలితం సాధించటం అంత తేలిక కాదు. ఎందుకంటే క్షిపణులు ఆకాశంలో అత్యధిక వేగంతో ప్రయాణిస్తాయి. లేజర్లని కచ్చితంగా, వేగంగా నియంత్రించి క్షిపణులని భేదించాలంటే కంప్యూటర్ల ప్రమేయం తప్పదు.

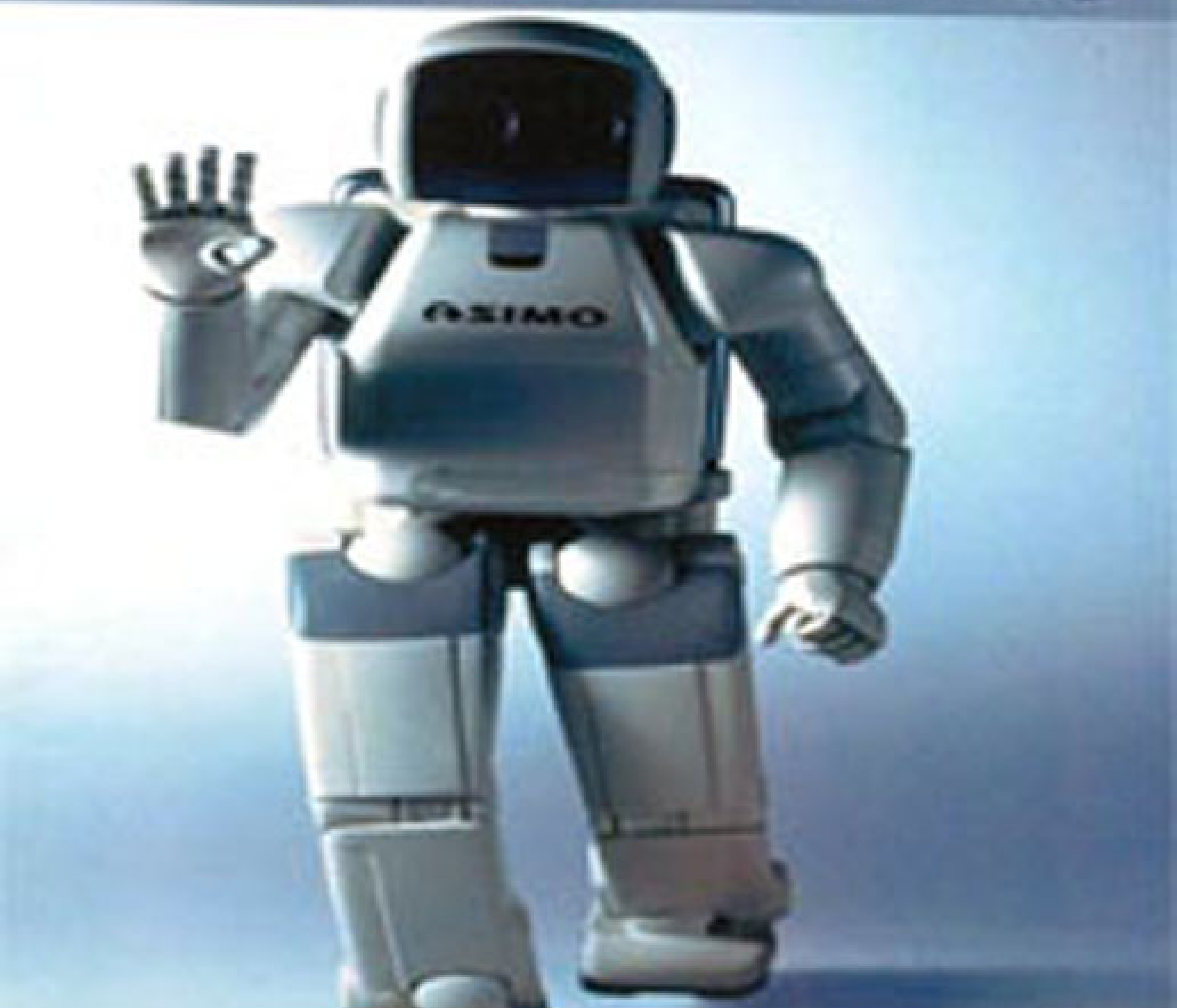
ప్రస్తుతం మన చుట్టూ లేజర్లను ఎన్ని రకాలుగా ఉపయోగిస్తున్నామో ఒక్కసారి ఆలోచిస్తే నిజంగా ఆశ్చర్యం కలుగుతుంది. కాని కేవలం ముప్పై ఏళ్ళ క్రితం లేజర్ల మాట ఎవరూ వినను కూడా లేదు.

ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 28

రోబోలు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం
డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

ఎలా తెలుసుకున్నాం - 28

రోబోలు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

How Did We Find Out About Robots? by Isaac Asimov

ఎలా తెలుసుకున్నాం? – 28

రోబోలు

రచయిత : ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

ప్రచురణ : సెప్టెంబరు, 2009

ప్రతుల సంఖ్య : 2000

వెల : రూ. 18/–

ISBN : 978–93–80153–15–5

ప్రచురణ, ప్రతులకు :

జన విజ్ఞాన వేదిక

జి. మాల్యాద్రి, కన్వీనర్, ప్రచురణల విభాగం
162, విజయలక్ష్మీనగర్
నెల్లూరు – 524 004
ఫోన్ : 94405 03061

మంచి పుస్తకం

12–13–450, వీధి నెం. 1
తార్నాక, సికింద్రాబాదు 500 017
ఫోన్ : 94907 46614.
email : info@manchipustakam.in
website : www.manchipustakam.in

కంపోజింగ్, లే అవుట్ : పద్మ

ముఖచిత్ర డిజైన్ : అంకుష్ గ్రాఫిక్స్ & డిజైనర్స్

ముద్రణ : డెక్కన్ ప్రెస్,
1–9–1126/బి,
అజామాబాద్, హైదరాబాదు,
ఫోన్: 27678411.

విషయ సూచిక

1.	పురాణాలలో మరమనుషులు	. . .	05
2.	కాల్పనిక విజ్ఞానం	. . .	13
3.	పారిశ్రామిక రోబోలు – కంప్యూటర్లు	. . .	21
4.	భావి రోబోలు	. . .	29
5.	రోబోలు – మనుషులు	. . .	37

1. పురాణాలలో మరమనుషులు

రోబో అనగానే లోహంతో చేసిన మనిషిలాంటి ఆకారాన్ని ఊహించుకుంటాం. మనిషి లాగానే ప్రవర్తిస్తుంది అనుకుంటాం. రోబో అంటే యాంత్రికమైన మనుషులు అన్నమాట.

పూర్తిగా మనిషిలా ప్రవర్తించగల రోబోలు ఇప్పటికీ పెద్దగా లేవనే చెప్పాలి. కాని త్వరలోనే అలాంటి రోబోలు అవతరించవచ్చు. మానవాకృతిలో లేని సరళమైన రోబోలు ఉన్నాయి. మానవాకారం గలిగి చిన్న చిన్న పనులు చెయ్యగల రోబోలు కూడా ఉన్నాయి.

ఈ రోబో అన్న పదం అర్థ శతాబ్దం క్రితం సృష్టించబడింది. కాని వేల ఏళ్ళుగా మనిషి రోబోల గురించి కలలు కంటున్నాడు. మానవాకారం గల మట్టి బొమ్మలు చేస్తున్నాడు. గుహ గోడల మీద మనుషుల చిత్రాలు చిత్రిస్తున్నాడు. దానికి స్ఫూర్తి కళాపిపాస కావచ్చు, దైవభక్తి కావచ్చు. లేదా ఊరికే సరదాకి కావచ్చు.

జీవకళ ఉట్టిపడేలా మానవాకారాలని నిర్మిస్తే నిజంగా అది ప్రాణం పోసుకుంటుందేమో నన్న ఆలోచన మనిషికి వచ్చి ఉండొచ్చు. అదే నిజమైతే ఆ విధంగా కృత్రిమ జీవం ఆవిర్భవిస్తుంది.

అసలు మనిషి పుట్టుక అలాగే జరిగింది అని కూడా ఒకప్పుడు అనుకునేవారు. ఏ దేవతో మానవాకారాన్ని తయారుచేస్తే, మరో దేవత దానికి ఊపిరి పోసి ఉంటుందని అనుకునేవారు. ప్రొమోథియస్ అనే దేవత మట్టితో మనిషి బొమ్మలు చేసి వాటికి ప్రాణం పోస్తాడని గ్రీకు పురాణాలు చెబుతున్నాయి.

ఇలియడ్ అన్న మహాకావ్యాన్ని రమారమి క్రీ.పూ. 800లో హోమర్ రాశాడు. అందులో హీఫాయిస్టోస్ అన్న గ్రీకు అగ్నిదేవత ప్రస్తావన వస్తుంది. ఇతగాడు బంగారంలో నుంచి అందమైన యువతులని తయారుచేస్తాడట.

కదిలే, మెదిలే, పలికే, కులికే ఈ బంగరు బొమ్మలు ఆ దేవతకి తన పనిలో సహాయపడతాయట! రోబోల ప్రస్తావన వచ్చిన మొట్టమొదటి పురాణ కథ ఇదే అనుకోవచ్చు.

క్రీట్ ద్వీపాన్ని (ఇది గ్రీస్ దేశానికి దక్షిణాన ఉంది) ఏలే రాజుకి హీఫాయిస్టోస్ ఒక కదిలే కంచు విగ్రహాన్ని చేసి ఇచ్చినట్లు కథలు ఉన్నాయి. టేలోస్ అన్న పేరు గల ఆ విగ్రహం దివారాత్రాలు ద్వీపం చుట్టూ సంచారం చేస్తూ కాపు కాసేదట. చాలా ప్రయోజకమైన రోబో అనే చెప్పుకోవాలి.

మరో గ్రీకు ప్రేమ గాధలో పిగ్మాలియన్ అనే శిల్పి ఒక అందమైన స్త్రీ శిల్పాన్ని చెక్కుతాడు. ఆ శిల్పం అందం చూసి మంత్రముగ్ధుడై ఆ శిల్పి ప్రేమలో పడతాడట. ఆ శిల్పానికి ప్రాణం పోయమని గ్రీకుల ప్రేమ దేవత అయిన ఆఫ్రోడైట్‌ని ప్రార్థిస్తాడు. దేవత వరం ఇస్తుంది. ఆ శిల్పం చక్కని యువతిగా మారుతుంది. పిగ్మాలియన్ ఆమెని వివాహం ఆడతాడు. ఇద్దరూ సుఖంగా చిరకాలం జీవిస్తారు.

గలాటియా, పిగ్మాలియన్

మంత్రశక్తితో ప్రాణంలేని వాటికి ప్రాణం పోయడం గురించి ఎన్నో కథలు ఉన్నాయి. 1500 ప్రాంతాల్లో చెకొస్లవేకియాలోని ప్రాగ్ నగరంలో రాబై లోవ్ అనే ఒక వ్యక్తి ఉండేవాడు. ఇతగాడు మట్టితో ఒక పెద్ద శిల్పాన్ని చేసి దానికి మంత్ర శక్తితో ప్రాణం పోస్తాడు. ఆ శిల్పం పేరు గోలెం. అత్యంత బలమైన ఆ సజీవ శిల్పం ప్రాగ్‌కి చెందిన యూదులని రక్షించేదట. కాని ఒక దశలో దాని బలం అతిశయించడం వల్ల అది ప్రమాదకరంగా మారింది. రాబైకి దాన్ని నాశనం చెయ్యక తప్పలేదు.

గోలెం సినిమాలోని ఒక దృశ్యం

మంత్ర తంత్రాలతో, అతిమానవ శక్తులతో ప్రాణం పోసే కథలన్నీ వట్టి పుక్కిటి పురాణాలని వేరే చెప్పనక్కర్లేదు. సహజ పద్ధతులతో, సైన్సుని ఉపయోగించి కృత్రిమ మానవులను చేయటానికి మార్గం ఏమైనా ఉందా?

కేవలం సహజ పద్ధతులతో మనుషుల్లాగా ప్రవర్తించగల మర మనుషులని నిర్మించడానికి ఎంతో మంది ప్రతిభావంతులైన ఇంజినీర్లు ప్రయత్నాలు చేశారు. ఆధునిక విజ్ఞానం ఆరంభం కావడానికి కొన్ని శతాబ్దాలకి ముందే అలాంటి ప్రయత్నాలు జరిగాయి.

ఉదాహరణకి క్రీ.శ. 50లో ఈజిప్ట్‌లోని అలెగ్జాండ్రియా నగరంలో హీరో అనే ఇంజినీరు ఉండేవాడు. ఆవిరి చేత గాని, అధిక పీడనం వద్ద గాలి చేత గాని, నీటి ధారల చేత గాని వస్తువులని కదిలించే పద్ధతులని

ఇతడు కనిపెట్టాడు.

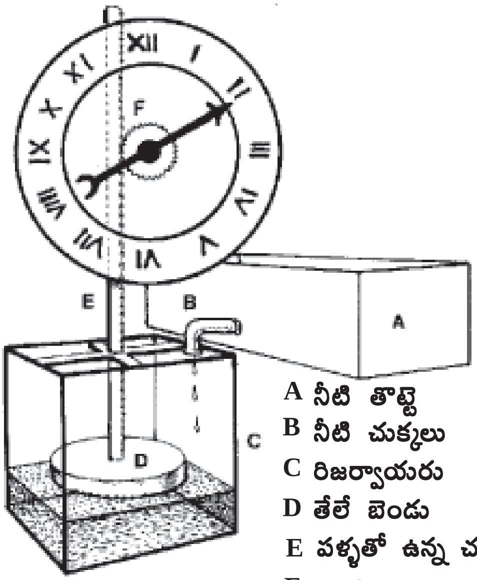
ఈ సాధనాలు వాటంతకి అవే కదలగలవు. అలాంటి సాధనాలని ఆటోమాటన్‌లు అంటారు (అంటే గ్రీకులో స్వయంచోదక శక్తి గలవి అని అర్థం).

ఒక కన్నంలో నాణెం వేస్తే మొహం మీద నీళ్ళు చిమ్మే సాధనాన్ని తయారు చేశాడు హీరో. అలాగే తాకకుండా తలుపులు తెరవడానికి, విగ్రహాలు కదిలించడానికి కూడా సాధనాలు కనిపెట్టాడు.

హీరో కనిపెట్టిన సాధనాలు తమాషాగా ఉండేవి. చూపరులకి ఆశ్చర్యం కలిగించేవి. కాని అభం శుభం తెలియని అమాయకులు తప్ప వాటిలో జీవం ఉందని ఎవరూ అనుకునేవారు కారు.

ప్రాచీన కాలంలో కనుగొన్న అత్యద్భుత యాంత్రిక సాధనం గడియారం.

రమారమి క్రీ.పూ. 250 కాలంలో జీవించిన అలెగ్జాండ్రియాకి చెందిన తెస్సిబీయస్ అలాంటి గడియారాన్ని మొదట కనిపెట్టాడు. ఆ గడియారంలో సమ వేగంతో బొట్లు బొట్లుగా ఒక పాత్రలోకి నీరు పడుతూ ఉంటుంది. పాత్రలో నీటి మట్టం పెరుగుతుంటే దాని మీద తేలే ఒక తేలికైన వస్తువు మెల్లగా పైకి లేస్తుంటుంది. ఆ



A నీటి తొట్టె
B నీటి చుక్కలు
C రిజర్వాయరు
D తేలే బెండు
E పళ్ళతో ఉన్న చువ్వ
F తిరిగే చక్రం

నీటి గడియారం

వస్తువుకి ఒక ముల్లు తగిలించి ఉంటుంది. ముల్లు పాత్ర గోడల మీద ఉండే అంకెల గుర్తుల మీదుగా కదులుతూ ఉంటుంది. ముల్లు ఏ అంకె మీద ఉందో చూసి సమయం చెప్పవచ్చు.

అలాంటి నీటి గడియారం పని చెయ్యాలంటే దాని నిర్మాణం కొంచెం సంక్లిష్టంగానే ఉండాల్సి వచ్చింది. కాని ఎలాగో కష్టపడి అలాంటి గడియారాలు తయారుచేశారు. ఎన్నో శతాబ్దాల పాటు అవే అతి శ్రేష్ఠమైన గడియారాలుగా చలామణి అయ్యాయి.

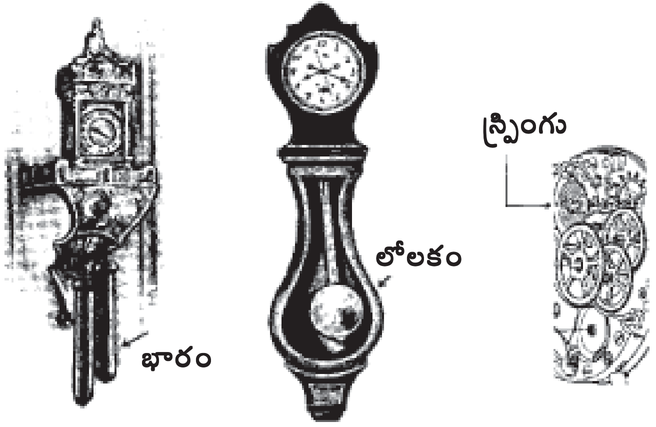
అయితే గడియారంలో నీరు వాడటం వల్ల కొన్ని ఇబ్బందులు లేకపోలేదు. ఉదాహరణకి నీరు ఆవిరైపోవచ్చు, లేదా ఒలికిపోయి నేల అంతా చిత్తడి కావచ్చు. సకాలంలో అందుబాటులో నీరు దొరక్కపోవచ్చు.

మధ్య యుగ కాలంలో నీరులేని యాంత్రిక గడియారాన్ని ఆవిష్కరించారు. వీటిలో గురుత్వాకర్షణ వల్ల కిందకి కదిలే బరువులు ఉండేవి. ఇవి మెల్లగా ఒక చక్రాన్ని తిప్పేవి. ఆ చక్రానికి పళ్ళు ఉండేవి. పళ్ళలో చిక్కుకున్న కడ్డీ అప్పుడప్పుడు పళ్ళ నుండి విడివడుతూ ఉండేది. దీని వల్ల గడియారం 'టిక్–టాక్' మని చప్పుడు చేసేది. చక్రం తిరుగుతుంటే దానికి తగిలించిన ముల్లు కూడా తిరుగుతూ గంటలు సూచించేది.

నీరు లేని ఈ యాంత్రిక గడియారాలకి పెద్దగా సంరక్షణ అక్కరలేదు. అయితే కింది వరకు జారిపోయిన బరువులని తిరిగి పైకి ఎత్తాలంతే. కాని ఈ బరువుల మీద పనిచేసే గడియారాలు అంత కచ్చితంగా కాలాన్ని సూచించవు. వాటి కాలమానంలో దోషం ఎక్కువగా ఉండేది. ఈ విషయంలో అవి నీటి గడియారాల కన్నా తీసిపోలేదు. కాని ఈ రెండు రకాల గడియారాలు కూడా పావుగంట కన్నా కచ్చితంగా సమయం చెప్పలేవు.

1656లో డచ్ శాస్త్రవేత్త క్రిస్టియన్ హోయ్‌గెన్జ్ (1629–1695) లోలకాన్ని ఉపయోగించి గడియారాన్ని తయారుచేసే పద్ధతి కనిపెట్టాడు. లోలకం ముందుకి వెనక్కి సమమైన ఆవృత్తితో ఊగుతుంది. ఊగిన ప్రతిసారి

అది పళ్ళున్న ఒక చక్రాన్ని కొంత మేరకు తిప్పుతుంది. ఆ చక్రానికి తగిలించి ఉన్న ముల్లు గంటల గుర్తున్న ఒక వృత్తం మీద కదులుతూ సమయం చెబుతుంది.



గురుత్వాకర్షణ, లోలకం, స్ప్రింగులతో పనిచేసే గడియారాలు

ఈ లోలకపు గడియారం కనుగొన్నాక సమయాన్ని కచ్చితంగా నిముషాల వరకు, కొన్ని సార్లు కొన్ని సెకనుల వరకు కూడా, చెప్పటానికి వీలయ్యింది. 1656 నుండీ విజ్ఞానం చాల వేగంగా పురోగమించడం ప్రారంభించింది. ఎందుకంటే ఈ కొత్త గడియారాలతో శాస్త్రవేత్తలకి తమ ప్రయోగాలలో చాలా కచ్చితమైన కొలతలు తీసుకోవడానికి వీలయ్యింది.

తదనంతరం చిన్న చిన్న గడియారాలను (వాచీలను) కూడా తయారుచేశారు. ఇవి బరువులు, లోలకాలకి బదులు స్ప్రింగుల మీద పనిచేయసాగాయి.

కాలక్రమేణా ఈ గడియారాలు, వాచీలు అంతకంతకు కచ్చితంగా, సంక్లిష్టంగా రూపొందసాగాయి. గడియారాలలోని చక్రాలతో, గేర్లతో, మరలతో పనిచెయ్యగలగడం ఒక ప్రత్యేకమైన సామర్థ్యంగా పరిణమించింది. అలాంటిదే సామర్థ్యం ఉన్న వారిని "గడియారపు యంత్రాంగ" (clockwork) నిపుణులుగా

పరిగణించేవారు.

ఈ గడియారపు యంత్రాంగం గడియారాలని కచ్చితంగా, సక్రమంగా నడిపించగలిగి నప్పుడు, అదే గడియారపు యంత్రాంగాన్ని ఉపయోగించి ఇతర యంత్రాల చలనాలని కూడా కచ్చితమైన తీరులో శాసించలేమా? గడియారపు యంత్రాంగం గడియారంలో ముల్లుని చక్రగతిలో తిప్పినట్లే, ఒక బొమ్మ చేతులని కిందకి మీదకి కదిలించలేదా?

నిశ్చయంగా చెయ్యగలదు. 1670 నుండీ గడియారపు యంత్రాంగం ఆధారంగా పని చేసే బొమ్మలు తయారుచెయ్యడం సాధారణమయిపోయింది. ఫ్రాన్స్ రాజు తన కొడుకు కోసం నడిచే బొమ్మ సిపాయిలని చేయించుకున్నాడు. బ్రిటిష్ వారి మీద తిరుగుబాటు చేసిన టిప్పు సుల్తాన్ ఆరడుగుల పొడవున్న ఒక పులి బొమ్మని చేయించుకున్నాడు. గడియారపు యంత్రాంగం మీద పని చేసే ఈ పులి బొమ్మ ఒక బ్రిటిష్ సిపాయి బొమ్మ మీదకి లంఘించగలిగేది.

ఇలాంటి స్వయం చోదక బొమ్మల నిర్మాతగా గొప్ప పేరు పొందిన వారిలో జాక్ ద వోకాన్సెన్ (1709-1782) ఒకడు.

1738లో ఇతడు ఒక మర బాతుని తయారుచేశాడు. దానిని రాగితో చేశాడు. అది క్వాక్, క్వాక్ అనేది, స్నానం చేసేది, నీరు తాగేది, మెడ సారించి గింజలు అందుకుని తినేది. దీంతో ఎలాగైనా డబ్బు సంపాదించాలని అనుకున్నాడు వోకాన్సెన్. అలాగే సంపాదించాడు కూడా.

ప్రవేశ రుసుం పెట్టి మూడేళ్ళ పాటు దానితో ప్రదర్శనలిచ్చాడు. ఆ తరువాత దాన్ని ఎవరికో అమ్మితే ఆ కొనుక్కున్న వ్యక్తి మరి కొంత కాలం దాంతో యూరప్ అంతా తిరిగి ప్రదర్శనలిచ్చాడు. మాండొలిన్ వాయించగల మర విద్వాంసుడిని కూడా వోకాన్సెన్ తయారుచేశాడు. మాండొలిన్ వాయించేటప్పుడు ఈ మర విద్వాంసుడికి పాదంతో తాళం వేసే అలవాటు ఉందట!

1774లో పియర్ జాకే డ్రోజ్ అనే వ్యక్తి రాసే మరమనిషిని తయారుచేశాడు. పెన్ను పట్టుకున్న పిల్లవాడి రూపంలో ఉంటుందా బొమ్మ. సిరా బుడ్డీలో కలాన్ని ముంచి ఉత్తరం రాయగలడు ఆ మరబాలుడు. ఈ మరబొమ్మ ఇప్పటికీ స్విస్ మ్యూజియంలో ఉంది.

18వ శతాబ్దంలో పియర్ జాకే డ్రోజ్ రూపొందించిన మనిషి

ఈ మరమనుషులు ఎంత విచిత్రంగా, ఎంత ఆశ్చర్యకరంగా ఉన్నా చివరికి అవన్నీ బొమ్మలుగానే మిగిలిపోయాయి. పదహారు శతాబ్దాల క్రితం హీరో చేసిన యంత్రాలకీ, వీటికీ పెద్దగా తేడా ఏమీ లేదు. ఈ మర బొమ్మలు ఒకే పనిని పదే పదే చెయ్యగలవు. గడియారం ముల్లు గడియారం ముఖం మీద గిరగిరా తిరిగినట్లే బొమ్మలోని బాలుడు కూడా ఒకే వాక్యాన్ని మళ్ళీ మళ్ళీ రాయగలడంతే.

అయినా కూడా ఈ మరబొమ్మలు మనుషుల ఊహని ఆకట్టుకున్నాయి. గడియారపు చలనాల కన్నా సజీవమైన చలనాలని ప్రదర్శించగల కృత్రిమ జీవాల నిర్మాణం గురించి కలలు కన్నారు. ఒక సమస్య గురించి మనుషులు ఆలోచిస్తుంటే, ఆ రంగంలో ఏదో చెయ్యాలన్న తపన పెరిగి పెద్దదవుతూ ఉంటుంది.

2. కాల్పనిక విజ్ఞానం

1771లో ఇటాలియన్ శాస్త్రవేత్త లూయిగీ గాల్వానీ ఒక అత్యద్భుతమైన ఆవిష్కరణ చేశాడు. ఆ రోజుల్లో అతడు కప్ప కాళ్ళ నుండి వెలికి తీసిన కండరాలతో పని చేసేవాడు. తన ప్రయోగశాలలో ఆ రోజుల్లో శాస్త్రవేత్తలు తరచు పని చేసే ఒక విద్యుత్ పరికరం కూడా ఉండేది. ఆ పరికరాన్ని వాడినప్పుడు విద్యుత్తు రవ్వలు (electric sparks) పుట్టేవి.

అనుకోకుండా ఒక రోజు ఒక విద్యుత్తు రవ్వ ఒక కండరం మీద పడి ఆ కండరం సజీవ కండరంలా కొట్టుకుంది. నిజానికి ఆ విద్యుత్తు పరికరం పని చేస్తున్నప్పుడు కండరాన్ని ఒక లోహపు కడ్డీతో తాకినా చాలు కొట్టుకునేది. ఈ వార్త యూరప్ అంతా పొక్కి గొప్ప సంచలనాన్ని రేపింది.

వైజ్ఞానిక రంగంలో విద్యుత్తు అప్పుడప్పుడే పరిచయం అవుతోంది. ఈ వార్త తెలియగానే విద్యుచ్ఛక్తే జీవశక్తి అని అందరూ అనుకోసాగారు.

(నాడుల ద్వారా ప్రవహించే సూక్ష్మమైన విద్యుత్తు ప్రవాహాలు కండరాలని అదిలించి సంకోచింపచేస్తాయని మనకి ఇప్పుడు తెలుసు. కాని విద్యుత్తు, ప్రాణం ఒకటనుకోవడం పొరబాటు అవుతుంది.)

గార్జ్ గార్డన్ నోయెల్ బైరన్ (1788- 1824), పెర్సీ బిషి షెల్లీ (1792-1822) అనే ఇద్దరు ఇంగ్లీష్ కవులు స్విట్జర్లాండ్‌లో ఉన్నారు. 1816లో ఒక రోజు ఇద్దరూ బైరన్‌కి తెలిసిన ఒక డాక్టరుతోను, షెల్లీ పందొమ్మిదేళ్ళ స్నేహితురాలైన మేరీ వోల్‌స్టోన్‌క్రాఫ్ట్ (1797-1851) తోను (ఈ మేరీనే షెల్లీ తదనంతరం అదే ఏట పెళ్ళి చేసుకున్నాడు) పిచ్చాపాటి మాట్లాడుకుంటున్నారు. గాల్వానీ ఆవిష్కరణలు మొదలైన వైజ్ఞానిక విశేషాల గురించి మాట్లాడుతూ కూర్చున్నారు. అలాంటి విషయాల మీద మంచి కథలేవైనా రాస్తే బావుంటుంది అనుకున్నారు.

బైరన్, షెల్లీలు ఆ తరువాత ఆ విషయం గురించి పూర్తిగా మరచిపోయారు. డాక్టరు ఒక కథ రాశాడు కాని దాన్ని ఎవరూ పట్టించుకోలేదు. కాని మేరీ షెల్లీ తరువాత 1818లో తన ఇరవై ఒక్క ఏట ఒక పుస్తకం ప్రచురించింది. ఈ పుస్తకం గొప్ప విజయం సాధించింది. ఇప్పటికీ ఆ పుస్తకం ప్రాచుర్యంలో ఉంది. ఆ పుస్తకం పేరు ఫ్రాంకెన్‌స్టయిన్.

ఫ్రాంకెన్‌స్టయిన్ దెయ్యం

జీవన రహస్యాన్ని సైన్సు భేదించింది అన్న భావనని మేరీ షెల్లీ ఈ పుస్తకంలో వాడుకుంది. తన కథలో కథానాయకుడు విక్టర్ ఫ్రాంకెన్‌స్టయిన్ ఒక శాస్త్రవేత్త. ఇతగాడు ఒక మృతదేహానికి ప్రాణం పోస్తాడు. (అయితే అది ఎలా చేస్తాడో రచయిత్రి వర్ణించదు.) శరీరం మాత్రం పెద్దగా, వికారంగా ఉంటుంది. అందుకే దానినొక రాక్షసుడుగా (monster) వ్యవహరించారు.

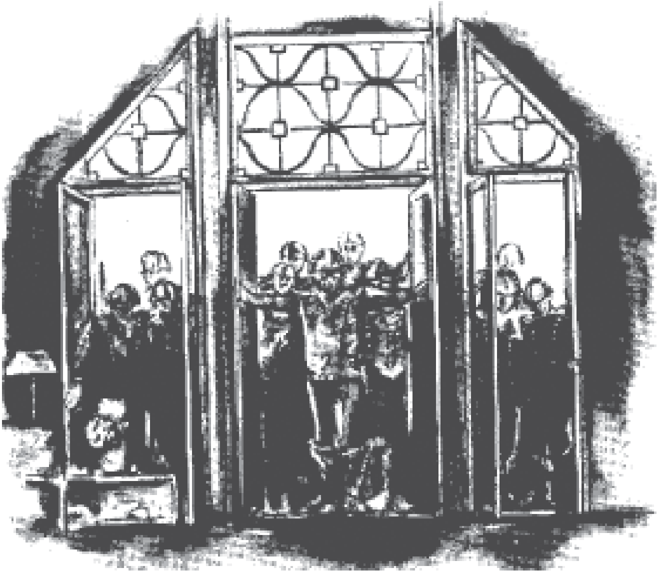
పుస్తకానికి సబ్ టైటిల్ "అభినవ ప్రామీథియస్". అంటే ఫ్రాంకెన్‌స్టయిన్‌ని మనుషులకి ప్రాణం పోసే గ్రీకు దేవతతో మేరీ పోల్చింది అన్నమాట. అయితే ప్రోమీథియస్‌కి తాను సృష్టించిన జీవుల పట్ల ఎంతో కరుణ ఉండేది. వారి మంచి చెడ్డలు ఎప్పుడూ కనిపెట్టుకుని ఉండేవాడు. కథానాయకుడు ఫ్రాంకెన్‌స్టయిన్‌కి తను ప్రాణం పోసిన ఈ రాక్షసుడిని చూసి జగుప్స పుట్టి అతడిని విడిచిపెడతాడు. అందరూ తనని అసహ్యించు కుంటున్నారన్న కోపంతో ఒక రోజు ఆ రాక్షసుడు పగతో తనని సృష్టించిన ఫ్రాంకెన్‌స్టయిన్‌ని, అతడి కుటుంబాన్ని నాశనం చేస్తాడు.

పిగ్మాలియన్ కథలో శిల్పం ప్రాణం పోసుకున్నట్లు ఈ కథ సుఖాంతం కాదు. కృత్రిమ జీవం ప్రమాదకరమైనదని, దానితో చెలగాటం మంచిది కాదని ఫ్రాంకెన్‌స్టయిన్ కథ చెప్తోంది.

ఫ్రాంకెన్‌స్టయిన్ కథ నిజంగా మొట్టమొదటి కాల్పనిక వైజ్ఞానిక కథ అని చెప్పుకుంటారు. కథ రాసిన కాలంలో అలాంటిది జరిగే అవకాశం లేదు. భవిష్యత్తులో జరగబోయే ఆవిష్కరణల మీద ఆధారపడిన కథ అది. అందుకే అది నిజంగా కాల్పనిక వైజ్ఞానిక కథ అవుతుంది.

ఆ తరువాత ఒక వందేళ్ళ పాటు ఎన్నో కాల్పనిక వైజ్ఞానిక కథలు వచ్చాయి. అప్పుడప్పుడు కృత్రిమ జీవం గురించిన ప్రస్తావన కూడా వస్తుండేది. కాని ఫ్రాంకెన్‌స్టయిన్‌లా చిరకాలం గుర్తుండిపోయే కథ మళ్ళీ రాలేదు.

కాని చివరికి 1920లో కారెల్ కావెక్ (1890–1938) అనే చెకోస్లవేకియాకి చెందిన రచయిత ఆర్ యు ఆర్ అనే ఒక నాటకం రాశాడు.



ఆర్ యు ఆర్ అనే నాటకంలోని ఒక దృశ్యం

మరుసటి సంవత్సరమే ఆ నాటకాన్ని ప్రదర్శించారు కూడా.

అదో కాల్పనిక వైజ్ఞానిక నాటకం. రోసుమ్ అనే ఒక ఆంగ్లేయుడు మరమనుషులని తయారుచేసే ఒక పరిశ్రమని తయారుచేస్తాడు. అవి అచ్చం మనుషుల్లాగానే ఉంటాయి. లోకంలో మనుషుల్లాగానే పని చెయ్య గలుగుతాయి. గొడ్డుచాకిరీ భారం నుండి మనుషులకి విముక్తినివ్వడమే వీటి లక్ష్యం.

కాని కథ అడ్డం తిరుగుతుంది. గోలెం, ఫ్రాంకెన్‌స్టయిన్ రాక్షసుడు ప్రమాదకరంగా మారినట్లే ఈ మరమనుషులు కూడా ప్రమాదకరంగా మారతారు.

వాటిలోనూ ఒక మనసు అంకురిస్తుంది, భావావేశాలు కలుగుతాయి. బానిస బతుకు నచ్చక మానవాళిని మరమనుషులు నాశనం చేస్తారు. చివరికి ఇంకా సజీవంగా ఉన్న రోసుమ్ ఇద్దరు మరమనుషులని (ఒక స్త్రీని, ఒక పురుషుడిని) ఒక నవ్యజాతిని సృజించమని పంపేస్తాడు.

ఈ రోసుమ్ అనేది, హేతువు, లేదా ప్రజ్ఞ అనే అర్థం ఉన్న చెక్ పదం. ఆర్ యు ఆర్. (R.U.R.) అనేది రుసుమ్ ప్రారంభించిన పరిశ్రమ పేరు. దాని అర్థం Rossum's Universal Robots (రుసుమ్ విశ్వజనీన రోబోలు). ఈ రోబో అన్నది బానిస అన్న అర్థం గల చెక్ పదం. రోసుమ్ నిర్మించే రోబోలు విశ్వజనీనం. ఎందుకంటే అవి మనుషులలాగే అన్ని రకాల పనులూ చెయ్యగలవు.

ఈ నాటకం మూలంగా రోబో అంటే కృత్రిమ మానవుడు అన్న అర్థం సార్థకం అయ్యింది. ఆటోమేటన్ అన్న పదం పూర్తిగా మాయమయ్యింది. ఈ రోబో అన్న పదమే అన్ని భాషలలోనూ చలామణి అవుతోంది.

విజ్ఞానం పురోగమిస్తున్న కొద్దీ కాల్పనిక విజ్ఞానానికి పరపతి పెరిగింది. 1926లో అద్భుత గాథలు అన్న పత్రిక వెలువడింది. కేవలం కాల్పనిక విజ్ఞానానికి మాత్రం పరిమితమైన మొదటి పత్రిక అది. త్వరలోనే అలాంటి పత్రికలు మరిన్ని వచ్చాయి.

ఈ కొత్త పత్రికలకి ఎంతో మంది రచయితలు కథలు రాయటం మొదలుపెట్టారు. ఏటేటా వందలాది కాల్పనిక విజ్ఞాన కథలు ప్రచురితం కాసాగాయి.

వీటిలో ఎన్నో కథలు రోబోలకి సంబంధించినవి. ఈ కథల మీద మేరీ షెల్లీ, కారెల్ కాపెక్‌ల ప్రభావం చాలా కనిపిస్తుంది.

ఇంచుమించు ప్రతి కథలోనూ ఒక రోబోకి బుద్ధి వక్రించి ప్రమాదకరంగా మారుతుంది.

1939లో అప్పటికి పందొమ్మిదేళ్ళ కుర్ర కాల్పనిక వైజ్ఞానిక రచయిత ఐజాక్ అసిమోవ్ (1920–1992) ఒక కొత్తరకమైన రోబో కథ రాయాలని సంకల్పించాడు. ఆ కథలో రోబో కేవలం ఒక ప్రత్యేకమైన పని చేసే ఒక యంత్రం మాత్రమే (అందులో ఆ రోబో నర్సుగా పని చేస్తుంది). పైగా అందులో ఎన్నో భద్రతా సదుపాయాలు ఉన్నాయి. కాబట్టి దాని వల్ల ఏ

ప్రమాదమూ జరగటానికి వీలు లేదు.

తరువాత 'అద్భుత కాల్పనిక విజ్ఞానం' అనే పత్రికకి సంపాదకుడైన జాన్. డబ్ల్యు. కాంబెల్ ప్రోత్సాహంతో అసిమోవ్ మరిన్ని కథలు రాశాడు. ఆ కథలన్నీ ఆ పత్రికలోనే అచ్చయ్యాయి. ఈ కొత్త రకమైన రోబో కథలకి పరపతి పెరిగింది. దాంతో అసిమోవ్‌కి కూడా పేరొచ్చింది.

అసిమోవ్ కనిపెట్టిన భద్రతా సూత్రాలని "రోబోల మూడు నియమాలు" అంటారు. రోబోల గురించి ఇంచుమించు ప్రతి పుస్తకంలోను వాటిని పేర్కొంటున్నారు కాబట్టి వాటిని ఇక్కడ ఇస్తున్నాను.

1. తన క్రియల వల్ల గాని, నిష్క్రియల వల్ల గాని మనిషికి హాని కలిగేలా రోబో నడుచుకో కూడదు.

2. మనుషులు ఇచ్చిన ఆదేశాలని రోబోలు తుచ తప్పకుండా పాటించాలి, ఆ ఆదేశాలు మొదటి నియమాన్ని వ్యతిరేకిస్తే తప్ప.

3. రోబోకి ఆత్మరక్షణ చేసుకునే హక్కు ఉంది, ఆ ఆత్మరక్షణా ప్రయత్నం మొదటి రెండు సూత్రాలని వ్యతిరేకిస్తే తప్ప.

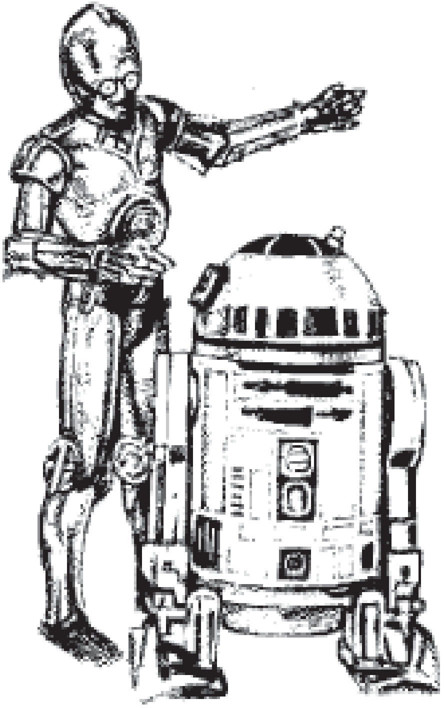
ఈ మూడు నియమాలు మొట్టమొదటిసారిగా అసిమోవ్ రాసిన "రనరౌండ్" అన్న కథలో కనిపిస్తాయి. ఈ కథ 1942లో ప్రచురితమయ్యింది. రోబోటిక్స్ అన్న పదం మొట్టమొదటిసారిగా అచ్చులో కనిపించిన సందర్భం అదే. ఈ పదం నేడు రోబోల అధ్యయనం, రూపకల్పన, నిర్మాణం, నిర్వహణ మొదలైన వాటికి సంబంధించిన శాస్త్రాన్ని సూచిస్తుంది.

"ఫ్రాంకెన్‌స్టయిన్ భయం" (రోబోలు మనుషులకి బద్ధ శత్రువులు అన్న భయం) పోగొట్టడానికి ఈ మూడు సూత్రాలు తొలి ప్రయత్నాలు. కొంత వరకు ఈ ప్రయత్నం పని చేసిందనే చెప్పాలి. అసిమోవ్ కథల ప్రభావం వల్ల పాత, ప్రమాదకరమైన రోబోల గురించి జనం మరచిపోయారు. నేటి కాల్పనిక విజ్ఞాన రచయితలు అలాంటి కథలు రాయటం మానేశారు.

రోబోలు ప్రమాదం లేనివని, ప్రయోజనకరమైనవని, ప్రియమైనవని

చిత్రీకరించడం మొదలుపెట్టారు. స్టార్ వార్స్ చిత్రంలో C3PO, R2D2 అనే రోబోలు ప్రేక్షకుల మనసులని దోచుకున్నాయి.

కాల్పనిక విజ్ఞానం దానికది ఏమీ సృష్టించలేదు. రోబోల మీద ఎన్ని కథలు రాసినా ఆ కథల వల్ల రోబోలు రాబోయేది లేదు, వాటి వల్ల రోబోల నిర్మాణం సాధ్యం కాబోయేదీ లేదు. కాల్పనిక విజ్ఞానం కూడా ఒక కొత్త రకమైన పురాణం అన్నమాట. అయితే మంత్రాల మీద, మహత్తర శక్తుల మీద కాకుండా, విజ్ఞానం మీద ఆధారపడ్డ ఆధునిక పురాణం అన్నమాట.



స్టార్ వార్స్ అన్న సినిమాలోని
C3PO, R2D2

కాని పాత పురాణాలకి కాల్పనిక విజ్ఞానానికి మధ్య ఒక తేడా ఉంది. మంత్రాలతో, మహత్యాలతో కూడుకున్న పురాణాలు ఎప్పటికీ నిజం కాబోయేది లేదు. కాని విజ్ఞానం మీద ఆధారపడే కల్పనలు కొన్నయినా నిజం అయ్యే అవకాశం ఉంది. కొన్ని సార్లు ఆ కథలలో వర్ణించిన కల్పనలని వాస్తవీకరించడానికి శాస్త్రవేత్తలు ప్రయత్నిస్తారు.

ఉదాహరణకి అసిమోవ్ రాసిన రోబో కథలని కలిపి I, Robot (నేను, రోబోని), అనే కథా కదంబంగా 1950లో అచ్చువేశారు. ఈ పుస్తకం బాగా ప్రాచుర్యం పొందింది.

ఆ పుస్తకాన్ని చదివిన పాఠకులలో కొలంబియా విశ్వవిద్యాలయానికి చెందిన జోసెఫ్ ఎఫ్. ఎంగెల్‌బర్గర్ (1925–) అనే విద్యార్థి ఉన్నాడు. పుస్తకాన్ని చదివి ప్రభావితుడై రోబోల నిర్మాణానికే తన జీవితాన్ని అంకితం చెయ్యాలని అనుకున్నాడు. తన పరిశోధనలతో చక్కని ఫలితాలు సాధించగలిగాడు. ఆ విషయం గురించి ముందు ముందు చర్చిద్దాం.

ఈ రోజుల్లో రోబోటిక్స్ రంగంలో పని చేసిన వాళ్ళలో చాలా మంది "ఐ, రోబో" పుస్తకం చేత ప్రభావితులు ఐన వాళ్ళే. కొంత కాలం క్రితం ఇస్రాయెల్‌కి చెందిన ఒక రోబోటిక్ నిపుణుడిని అసిమోవ్ కలుసుకున్నాడు. "ఐ, రోబో"కి హీబ్రూ అనువాదమే తన కృషికి ప్రేరణ ఇచ్చింది అన్నాడట ఆ నిపుణుడు.

అసిమోవ్ కేవలం ఒక నవలా రచయిత మాత్రమే. రోబోలని నిర్మించాలని గాని, శాస్త్రీయంగా అధ్యయనం చెయ్యాలని గాని అతడి ఉద్దేశం కాదు. వాటి మీద కథలు కల్పించడమే అతని లక్ష్యం. అయినా కూడా రోబోల చరిత్రలో, పరిణామంలో అతడు పోషించిన పాత్ర చూస్తే ఆశ్చర్యం కలుగుతుంది.

3. పారిశ్రామిక రోబోలు - కంప్యూటర్లు

కాల్పనిక వైజ్ఞానిక రచయితలు ఎన్ని పగటి కలలు కన్నా మనకున్న సాంకేతిక నైపుణ్యం కేవలం గడియారపు యంత్రాంగానికే పరిమితం అయితే నిజమైన రోబోలని నిర్మించడం సాధ్యం కాదు. అలాంటి యంత్రాంగంతో పని చేసే రోబోలు ఒకే పనిని పదే పదే చెయ్యగలుగుతాయి. అంతకు మించి ఏమీ చెయ్యలేవు.

పనికొచ్చే రోబోని తయారుచెయ్యాలంటే దానికి సంక్లిష్టమైన ఆదేశాలు ఇవ్వడానికి ఏదైనా ఏర్పాటు ఉండాలి. ఆ ఆదేశాలని తేలికగా మార్చుకునే వీలు ఉండాలి. అప్పుడు రోబోతో రకరకాల పనులు చేయించుకోవచ్చు.

కావాలంటే ఆ గడియారపు యంత్రాంగాన్నే ఇంకా సంక్లిష్టంగా తీర్చిదిద్దుకోవచ్చు.

1822లో చార్లెస్ బాబేజ్ (1792– 1871) అనే ఇంగ్లీష్ గణితవేత్త గేర్లు, మరలు తదితర అంగాలు ఉన్న గడియారపు యంత్రాంగాన్ని ఊహించసాగాడు. ఇది ఎంత సంక్లిష్టంగా ఉంటుందంటే అది ఎలాంటి లెక్కనైనా తేలికగా పరిష్కరించి సమాధానాన్ని ప్రదర్శించ గలదని అతడి ఆలోచన. ఆ విధంగా ఒక పెద్ద లెక్కల యంత్రాన్ని ఊహించాడతను. ఇలాంటి యంత్రాలనే ప్రస్తుతం మనం కంప్యూటర్ అంటున్నాం.

బాబేజ్ ఊహించిన కంప్యూటర్ అంకెలని గుర్తుంచుకోగలదు. దానికి స్మృతి ఉంటుంది. దానికి ఏ లెక్కనైనా చెయ్యమని ఆదేశాలు ఇవ్వవచ్చు. కాని ఈ కలలని అతడు సాకారం చేసుకోలేకపోయాడు.

బాబేజ్ యంత్రం పని చెయ్యకపోవడానికి ఎన్నో కారణాలు ఉన్నాయి. మొదటి కారణం బాబేజ్ కొంచెం విడ్డూరం మనిషి. అతడి అసహనం చాలా ఎక్కువ. అతడికి ఎప్పటికప్పుడు ఏవో కొత్త కొత్త ఆలోచనలు వస్తూ ఉండేవి. చేస్తే అత్యంత శ్రేష్ఠమైన యంత్రాన్నే చెయ్యాలని అతడి పట్టుదల.

అందుచేత ఒక యంత్రాన్ని నిర్మించగానే దాన్ని ధ్వంసం చేసి మరింత మేలైన యంత్ర నిర్మాణం మీద పని ప్రారంభించేవాడు.

చివరికి యంత్ర నిర్మాణానికి డబ్బే లేని పరిస్థితికి వచ్చాడు.

ఎలాగొలా ఆ యంత్రాన్ని పూర్తిగా నిర్మించగలిగినా అది పని చేసి ఉండేది కాదు. యంత్రంలో వాడే గేర్లు, మరలు మొదలైన విడి భాగాలన్నీ కచ్చితంగా ఒకదాంతో ఒకటి అమరిపోవాలి. లేదంటే యంత్రం పదే పదే పాడవుతూ ఉంటుంది. బాబేజ్ కాలంలో ఆ విడిభాగాలని అంత కచ్చితంగా నిర్మించడానికి కావలసిన సాంకేతిక నైపుణ్యం ఉండేది కాదు. పోనీ ఆ విడిభాగాలన్నీ ఉన్నా కూడా అంత భారమైన యంత్రాన్ని నడిపించడం తేలిక కాదు.

కాబట్టి ఒక నూరేళ్ళ పాటు బాబేజ్ యంత్రాన్ని అంతా మరచిపోయారు.

కాలక్రమేణా చిన్న చిన్న లెక్కల యంత్రాలను నిర్మించారు. అంకెల బటన్లు నొక్కి ఒక మర తిప్పితే సమాధానం బయటికొస్తుంది. అయితే చాలా చిన్న చిన్న లెక్కలు మాత్రమే ఆ విధంగా చెయ్యడానికి సాధ్యం అయ్యింది.

అంతలో విద్యుత్తు వినియోగం ఆరంభం అయ్యింది. గడియారపు యంత్రాంగం కన్నా విద్యుత్తు ప్రవాహాలని శాసించడం మరింత తేలిక. విద్యుత్తు ప్రవాహాన్ని తేలికగా ఆపొచ్చు, పోనివ్వవచ్చు. విద్యుత్తు ప్రవాహం చుట్టూ ఉండే అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ఉపయోగించి స్విచ్చిలని వేయడం, ఆపేయడం వంటివి చెయ్యవచ్చు. గడియారపు యంత్రాంగం చేసేవన్నీ విద్యుత్తుతో మరింత తేలికగా, కచ్చితంగా చెయ్యవచ్చు.

1880లలో అమెరికాకి చెందిన హెర్మన్ హొల్లెరిత్ (1860–1929) అనే శాస్త్రవేత్త అమెరికాలో జనాభా లెక్కలకి సంబంధించిన గణాంక సమాచారాన్ని సేకరించడానికి ఒక కొత్త పద్ధతి కనిపెట్టాడు. కన్నాలు

గుచ్ఛగల కార్డులు తయారుచేశాడు. కార్డులో కన్నం స్థానం ఒక గణాంక విలువకి సంకేతం. విద్యుత్తు కన్నాలలో నుంచి ప్రవహించగలదు గాని కార్డు పదార్థంలో నుంచి ప్రవహించలేదు. విద్యుత్తు ప్రవహించే తీరుని బట్టి (అది కార్డులో కన్నాల అమరిక మీద ఆధారపడుతుంది) తేలికగా సమాచారాన్ని క్రోడీకరించడానికి వీలయ్యింది.

హొల్లెరిత్ రూపొందించిన పంచ్ కార్డ్

1896లో ఈ పద్ధతికి కొన్ని మెరుగులు దిద్దాడు హొల్లెరిత్. టూబ్యులేటింగ్ మెషిన్ కంపెనీని స్థాపించాడు. అది పెరిగి పెద్దదై చివరికి ఇంటర్నేషనల్ బిసినెస్ మెషిన్స్ (ఐ బి ఎం) అని పేరు మార్చుకుంది. ఐబిఎం ప్రస్తుతం ప్రపంచంలోకెల్లా అతి పెద్ద కంప్యూటర్ కంపెనీ.

రోబోల పని తీరుకి కావలసినంత వేగానికి విద్యుత్తు శక్తి కూడా సరిపోదు.

కార్డులతో, స్విచ్చిలతో విద్యుత్తు ప్రవాహాలని కావలసినంత వేగంగా నియంత్రించడం సాధ్యం కాలేదు.

కాని విద్యుత్తు శక్తిని శూన్యంలోకి ప్రవేశపెడితే అది ఎలక్ట్రాన్లు అనే అతి సూక్ష్మమైన రేణువుల ధారగా వెలువడుతుంది.

1904లో జాన్ ఆంబ్రోస్ ఫ్లెమింగ్ (1849-1945) అనే బ్రిటిష్ ఇంజినీరు శూన్యం గావించిన ఒక గాజు పాత్రలోనుంచి విద్యుత్తును పోనిచ్చాడు. మామూలు విద్యుత్తు ప్రవాహం కన్నా ఈ ధారని మరింత సున్నితంగా ఎలా నియంత్రించవచ్చో ప్రదర్శించాడు.

ఇలాంటి పాత్రని ఇంగ్లీషులో "ట్యూబ్" (నాళం) అనేవారు. ఇదే

మొట్టమొదటి ఎలక్ట్రానిక్ సాధనం. అలాంటి నాళాలని త్వరలోనే మెరుగులు దిద్ది గొప్ప వైవిధ్యంతో తయారు చెయ్యసాగారు. మొదట్లో వీటిని రేడియోలలో వాడటం మొదలుపెట్టారు కాబట్టి వాటిని రేడియో నాళాలు అనేవారు.

విద్యుత్తుని నియంత్రించడానికి వాడే ఈ నాళాలతో లెక్కల యంత్రాలని తయారుచెయ్యగలమా? వానెవార్ బుష్ (1890–1974) అనే అమెరికన్ ఇంజినీరుకి సరిగ్గా ఇదే ఆలోచన వచ్చింది.

బాబేజ్ ఊహించిన యంత్రంలాంటిదే ఇతడూ ఊహించాడు. 1925లో అలాంటి యంత్రాన్ని నిర్మించాడు కూడా. బాబేజ్ కాలం తరువాత సాంకేతిక పరిజ్ఞానంలో జరిగిన పురోగతి వల్ల బుష్ విజయం సాధించాడు. పైగా బాబేజ్ ఊహించిన యంత్రం లాగా కాకుండా ఈ యంత్రం విద్యుత్తు శక్తి మీద పని చేస్తుంది.

బుష్ యంత్రానికి కూడా స్మృతి ఉంటుంది. దానికి సంక్లిష్టమైన ఆదేశాలు ఇవ్వవచ్చు (అంటే దాన్ని ప్రోగ్రాం చెయ్యవచ్చున్న మాట.) ఎప్పుడు కావాలంటే అప్పుడు ప్రోగ్రాంని మార్చేయవచ్చు. ఇదే మొట్టమొదటి కంప్యూటర్.

కానీ నిజం చెప్పాలంటే బుష్ యంత్రం కూడా ఒక విధమైన గడియారపు యంత్రాంగమే. 1946లో జాన్ విలియం మాచ్లీ (1907–1980), జాన్ ప్రెస్పర్ ఎకార్ట్ (1919–1995) అనే ఇద్దరు అమెరికన్ ఇంజినీర్లు పూర్తిగా నాళాల మీద పని చేసే కంప్యూటర్‌ని నిర్మించారు. దానికి ఎలక్ట్రానిక్ న్యూమరికల్ ఇంటిగ్రేటర్ అండ్ క్యాల్కులేటర్ (Electronic Numerical Integrator and Calculator - ENIAC) అని పేరు పెట్టారు. ఈ ఈనియాక్‌యే ప్రపంచంలో మొట్టమొదటి ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్ అన్నమాట. మనుషుల కన్నా, ఆ రోజుల్లో ఉండే మరే ఇతర గణన యంత్రం కన్నా వేల రెట్ల వేగంతో ఆ యంత్రం లెక్కలు చెయ్యగలిగేది.

ఇలాంటి కంప్యూటర్లు చాలా వేగంగా ఎదిగాయి. కంప్యూటర్‌లో

రకరకాల ప్రోగ్రాంలని ఉంచడానికి వీలయ్యింది. అంటే ప్రోగ్రాం మార్చాల్సి రావలసిన ప్రతి సారీ మూడు చెరువుల నీరు తాగనక్కర్లేదు అన్నమాట. మీట నొక్కగానే ప్రోగ్రాం మారిపోయేది.

1951లో మాచ్లి, ఎకార్ట్‌లు యూనివాక్ (Universal Automatic Computer) అనే మరింత మెరుగైన కంప్యూటర్ని నిర్మించారు. విపణివీధిలో అమ్ముడు పోయిన మొట్టమొదటి కంప్యూటర్ అదే.

సరిగ్గా అదే కాలంలో జోసెఫ్ ఎఫ్. ఎంగెల్‌బర్గర్ ధ్యాస రోబోల మీదకి మళ్ళింది. రోబోలు ఇక కేవలం పగటి కలలకే పరిమితం కాదు. ఎలక్ట్రానిక్ కంప్యూటర్లు వచ్చాక రోబోలకి కావలసిన ప్రోగ్రామింగ్ సాధ్యమయ్యింది.

1954లో జార్జ్ సి. డివోల్ (1912–) అనే అమెరికన్ ఇంజినీరు కంప్యూటర్ నియంత్రిత రోబోకి మొట్టమొదటి పేటెంట్ తీసుకున్నాడు.

ఆ యంత్రానికి యూనివర్సల్ ఆటొమేషన్ (Universal Automation) లేదా ముద్దుగా యూనిమేషన్ (Unimation) అని పేరు పెట్టుకున్నాడు.

1956లో డివోల్‌ని ఒక విందులో ఎంగెల్‌బర్గర్ కలిశాడు. ఇద్దరూ కలిసి యూనిమేషన్ ఇంక్ అనే ఒక కంపెనీని ప్రారంభించారు. డెవోల్ రోబోల రూపకల్పన చేస్తాడు. ఎంగెల్ బర్గర్ వాటి క్రయవిక్రయాలని నిర్వహిస్తాడు.

అసిమోవ్ కథలలో రోబోల లాగా తొలి రోజుల్లో మనుషుల లాగా రోబోలు ప్రవర్తించే ప్రసక్తే లేదు. చిన్న చిన్న సామర్థ్యాలతోనే ప్రారంభించాలి. యాంత్రికమైన మనుషులతో కాకుండా యాంత్రికమైన చేతులతో మొదలుపెడితే చాలు. ఈ మరచేతులని కొన్ని ప్రత్యేక రీతుల్లో కదిలించగలిగితే వాటికి పరిశ్రమలలో అసెంబ్లీ మార్గాలలో ఎన్నో ఉపయోగాలు ఉంటాయి.

ఈ అసెంబ్లీ మార్గాలలో ఒక పరికరం కొందరు శ్రామికుల ముందు నుంచి కదులుతుంది. ప్రతి శ్రామికుడు ఒక విడిభాగాన్ని తగిలించడం,

నున్నగా రుద్దడం, ఒక నట్టు బిగించడం వంటి ఒక ప్రత్యేకమైన పని చేస్తాడు. అసెంబ్లీ మార్గం కొసకి చేరే సరికి పరికరం నిర్మాణం పూర్తవుతుంది. ప్రతి ఒక్క శ్రామికుడు ఒక ప్రత్యేక పనిని చేస్తాడు కాబట్టి, శ్రామికుడి స్థానంలో ఉండే మరచేయిని ఆ ప్రత్యేకమైన పని చెయ్యమని ప్రోగ్రాం చెయ్యాలి. ఆ విధంగా శ్రామికుడు చేసే పనిని మరచేయి చేస్తుంది.

అలసట, ఆకలి లేకుండా, విసుగు, విరామం లేకుండా మనిషి కన్నా నిర్దిష్టంగా ఈ మర చేతులు మనిషి చేసే పనిని చేస్తాయి.

ఇలాంటి రోబోలని పారిశ్రామిక రోబోలు అంటారు. ఎంగెల్ బర్గర్, డెవోల్‌లు ముందు ఇలాంటి రోబోల మీదే తమ దృష్టి సారించారు.

యూనిమేషన్ ఇంక్ తయారుచేసే రోబోలు బాగానే పని చేసేవి. కాని బాగా అమ్ముడు పోయేవి కాదు. ఎందుకంటే వాటి ఖరీదు ఆకాశాన్నంటేలా ఉండేది. కంప్యూటర్లు మంచివే గాని బాగా భారీగా ఉండేవి. ఎంతో విద్యుత్తుని వినియోగించుకునేవి. వాటిని కొని వాడుకోగల స్తోమత గాని, స్థలం గాని ఎంతో మందికి ఉండేది కాదు.

అయితే కాలక్రమేణా కంప్యూటర్లు ఇంకా ఇంకా చిన్నగా, చవకగా మారతాయని ఎంగెల్‌బర్గర్‌కి నమ్మకం ఉండేది.

1948లో ట్రాన్సిస్టర్ (మనం వాడే రేడియో కాదు) రూపొందించారు. వీటిలో జర్మేనియం, సిలికాన్ మొదలైన లోహాలతో నిర్మించిన చిన్న వస్తువు ఉండేది. దీనికి మరి కొన్ని పదార్థాలు కూడా కలుపుతారు. ఈ ట్రాన్సిస్టర్ శూన్య నాళం లాగానే పనిచేసేది.

శూన్య నాళం భారీగా ఉండటమే కాకుండా గాజుతో చెయ్యడం వల్ల పగిలే ప్రమాదం ఉంది. పైగా లోపల ఉండేది శూన్యం కాబట్టి గాలి లోపలికి చొచ్చుకుపోయే అవకాశమూ ఉంది. నాళం లోపలి తీగలని వేడెక్కించాలి. అందుకు సమయం పడుతుంది. ఎంతో శక్తి కూడా వృథా అవుతుంది. ట్రాన్సిస్టర్లు చిన్నగా ఉంటాయి. తేలికగా పగలవు. గాలి చొరబడుతుందన్న

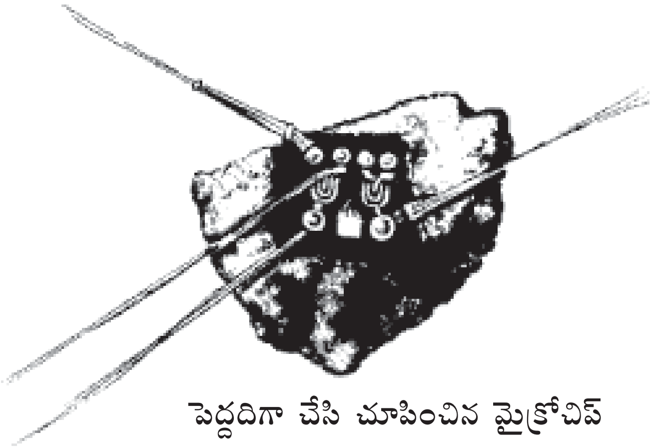
బెంగ లేదు. పని మరింత వేగంగా చేస్తాయి. వాటి పనికి ఎక్కువ శక్తి కూడా వాడవు.

మొట్టమొదట తయారైన ట్రాన్సిస్టర్ల ఖరీదు ఎక్కువగా ఉండేది. నాణ్యత కూడా తక్కువగా ఉండేది. కాని త్వరలోనే శాస్త్రవేత్తలు వాటి పారిశ్రామిక ఉత్పత్తి విధానాలని మెరుగు పరిచారు. ట్రాన్సిస్టర్ల పరిమాణం కుంచించుకుపోతూ వచ్చింది, నాణ్యత కూడా పెరుగుతూ వచ్చింది.

1960ల నుండి శాస్త్రవేత్తలు కంప్యూటర్లలో శూన్య నాళాలకి బదులు ట్రాన్సిస్టర్లని వాడటం మొదలుపెట్టారు.

దాంతో కంప్యూటర్ల ఖరీదు కూడా బాగా తగ్గింది. ట్రాన్సిస్టర్ల మధ్య వాటిని కలిపే తీగలకి పట్టే స్థలాన్ని ఎలా తగ్గించాలో శాస్త్రవేత్తలు తెలుసుకున్నారు. సిలికాన్ ముక్కని చిన్న చిన్న చదరపు ముక్కలుగా కోసి, అందులోనే వివిధ సర్క్యూట్లని ఎలా మలచాలో తెలుసుకున్నారు.

ఈ రకమైన అభివృద్ధి వల్ల ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలు ఎంత చిన్నవయ్యాయి అంటే 1970ల కల్లా మనుషులు మైక్రోచిప్‌ల గురించి మాట్లాడుకోసాగారు. ఈనియాక్ అంత సామర్థ్యం గల కంప్యూటర్‌ని ఒక్క చిప్‌లో మలచటం సాధ్యమయ్యింది. తొలి రోజుల్లో పెద్ద పెద్ద గదుల నిండా నిండిపోయే



పెద్దదిగా చేసి చూపించిన మైక్రోచిప్

కంప్యూటర్లు ఇప్పుడు జేబులో పట్టేటంత చిన్నగా తయారు చెయ్యసాగారు.

మరీ అంత చిన్న కంప్యూటర్లని ఏం చేసుకోవాలో యూనిమేషన్ కంపెనీకి తెలియలేదు. కాని వారి వద్ద ఉండే కంప్యూటర్లు, తగినంత చిన్నవి, చవకైనవి, నాణ్యమైనవి కాబట్టి వాటి ఉపయోగం వల్ల రోబోల ఖరీదు కూడా తగ్గింది. చివరికి 1975లో అధిక సంఖ్యలో రోబోలని అమ్మి ఆ కంపెనీ లాభాలు చేసుకుంది. ఏటేటా ఇంకా ఇంకా హెచ్చు సంఖ్యలో రోబోలని అమ్మసాగారు. దాంతో ఎంగెల్‌బర్గర్ కోటీశ్వరుడయ్యాడు.

ఇతర కంపెనీలు కూడా రోబోల తయారీకి దిగాయి. కాని ఈ రంగంలో యూనిమేషన్‌దే పైచేయి అయ్యింది. పారిశ్రామిక రోబోలలో ఇంచుమించు మూడో వంతు రోబోలని ఈ కంపెనీయే తయారుచేస్తుంది.

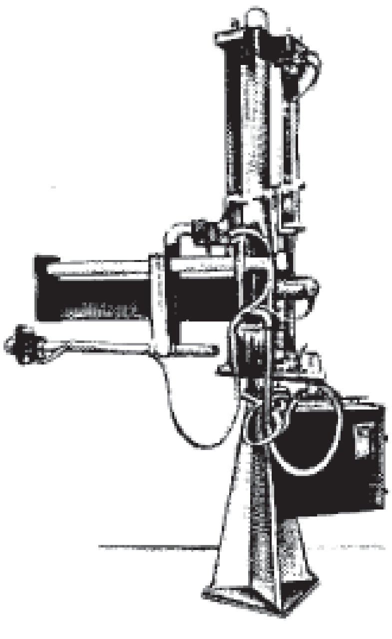
ప్రస్తుతం ప్రపంచ వ్యాప్తంగా వేలాది పారిశ్రామిక రోబోలు పని చేస్తున్నాయి. వాటి సంఖ్య ఏటా పెరుగుతోంది. వీటిలో సగానికి సగం జపాన్‌లోనే ఉన్నాయి. విస్తృతమైన రోబోటీకరణ దిక్కుగా ఆ దేశం పరుగులు పెడుతోంది. రోబోలు కనిపెట్టింది అమెరికాలోనే అయినా, ఈ రంగంలో అమెరికా మరికొంచెం జాగ్రత్తగా అడుగులు వేస్తోంది. కాబట్టి రోబోల వినియోగంలో అమెరికా రెండో స్థానంలో ఉంది.

4. భావి రోబోలు

పారిశ్రామిక రోబోలు ఒక ఆరంభం మాత్రమే. మొట్టమొదటి విమానాలకి, వాహనాలకి మల్లె ఇవి కూడా ఒక మొదటి మెట్టు మాత్రమే.

తొలి నాటి విమానాలకి ప్రస్తుతం మనం చూసే విమానాలకి ఎక్కడా పోలికే ఉండదు. తొలి విమానాలు చిన్నగా ఉండేవి. దృఢంగా ఉండేవి కావు. నెమ్మదిగా కదిలేవి. వాటిని చూస్తే ఏదో ఒకనాడు వంద మంది ప్రయాణీకులని శబ్దం కన్న వేగంగా అట్లాంటిక్ సముద్రాన్ని దాటించగల విమానాలు వస్తాయంటే నమ్మం కదా?

అదే విధంగా నేడు వాడుతున్న పారిశ్రామిక రోబోని భవిష్యత్తులో రాబోయే రోబోలతో పోల్చడం కష్టం.



సరుకులు ఎత్తే, దించే పనులు చేసే పారిశ్రామిక రోబోలు

రోబోలని మనుషుల్లా కనిపించేలా, ప్రవర్తించేలా చెయ్యడం అన్నిటికన్నా ముఖ్యమైన విషయం.

రోబోలు మనుషుల్లా కనిపించాల్సిన అవసరం ఏమిటని అడగవచ్చు. కావలసిన పనులన్నీ ఒక మర చేయి చేస్తున్నప్పుడు దానికి మళ్ళీ ఒక శరీరాన్ని ఎందుకు తగిలించాలి?

మనుషులు రూపొందించే సాధనాలు మనుషుల సౌకర్యం కోసం తయారు చేసినవి. మన ఇళ్ళు, ఇంట్లో కుర్చీలు, బల్లలు, ఇతర పనిముట్లు మానవ శరీరంతో అనువుగా సరిపోయేలా తయారుచేసుకుంటాం. మానవ శరీరపు వంపులకి అనుగుణంగా పరికరాలు ఉండాలి.

మనకి సరిపోయే పనిముట్లే రోబోకి కూడా సరిపోతే మనం ముందే సృష్టించిన ఈ పరిసరాలకి రోబో తేలికగా అలవాటు పడుతుంది. లేకపోతే రోబోకి సరిపోయినట్లుగా ఇప్పుడు కొత్తగా పరిసరాలని మార్చుకోవలసి వస్తుంది.

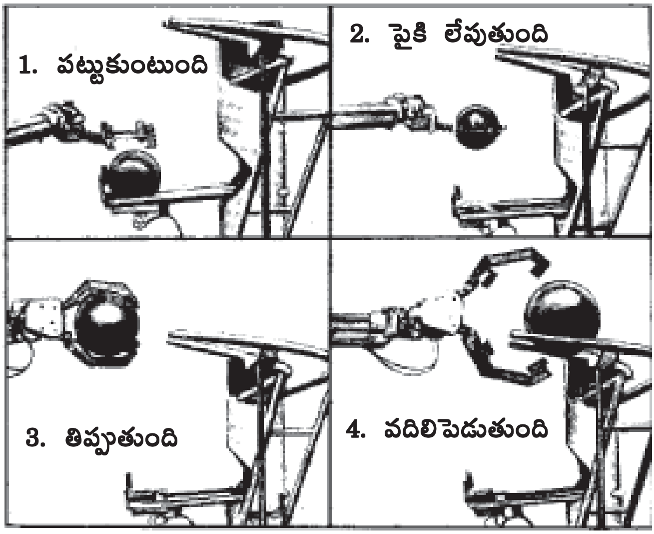
ఉదాహరణకి పారిశ్రామిక రోబోలు భారీగా ఉంటాయి. ఒక్క రోబో బరువు 675 కిలోలు ఉండొచ్చు. అంటే మనిషి బరువుకి పది రెట్లు ఎక్కువ అన్నమాట. కాబట్టి మనిషి కన్నా ఎక్కువ స్థలాన్ని ఆక్రమిస్తాయి. పెద్ద పెద్ద బరువైన చేతులతో భారమైన పనులు చెయ్యగలవు గాని ఇంటిపట్టున సున్నితమైన పనులు చెయ్యడానికి ఆ చేతులు సరిపోవు.

కాబట్టి మనుషుల కన్నా చిన్న రోబోలని తయారు చెయ్యడం యూనిమేషన్ కంపెనీ మొదలుపెట్టింది. వాటిలో కొన్ని కంప్యూటర్‌తో సహా 40 కిలోలే ఉంటాయి. బల్బులు బిగించడం వంటి సున్నితమైన పనులు ఈ రోబోలు చెయ్యగలవు.

అయినా మామూలుగా రోబోల చేతులు లావుపాటి పంజాల్లా ఉంటాయి. దృఢంగా ఉన్నా సున్నితమైన పనులకి పనికిరావు. ఐదు పొడవాటి వేళ్ళు, ఒక్కొక్క వేలికి రెండు మూడు కీళ్ళు గల మనిషి చేతికి వాటికి మధ్య

పెద్దగా పోలిక ఉండదు.

మనిషి చేతి కన్నా బలమైనదీ, అంతే సున్నితత్వాన్ని కలిగిన రోబో చేతిని రూపొందించగలిగితే బాగుంటుంది. కాని అదంత తేలిక కాదు.

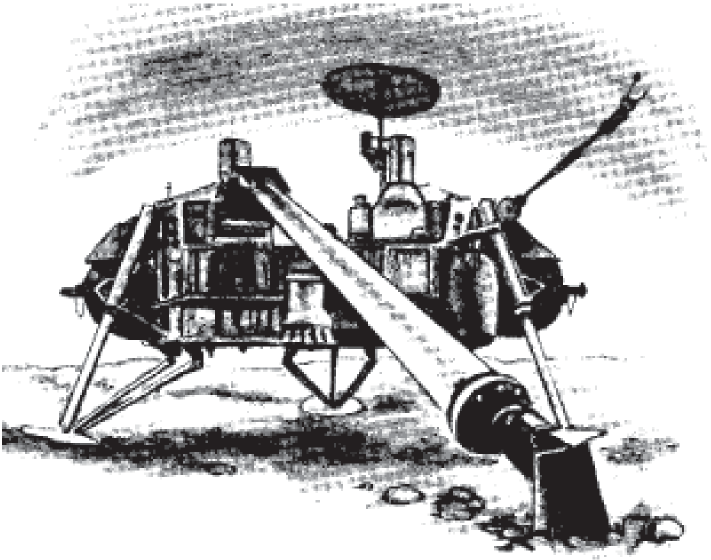


క్రికెట్టు బంతులు తయారుచేసే పరిశ్రమలో పనిచేస్తున్న రోబో

మరో విషయం రోబోలు చలనం లేకుండా ఉంటాయి. కదిలినా మనుషుల్లా (ఇతర ప్రాణుల లాగా) కాక చక్రాల మీద జర్రున జారతాయి. చక్రాల వల్ల కొన్ని లాభాలు ఉన్నాయి. అవి తేలికగా కదులుతాయి. ఎక్కువ శక్తిని వాడవు. కాని అవి నునుపైన తలాల మీద మాత్రమే పని చేస్తాయి. రోబోలు గుట్టలు, గట్లు ఎక్కాలన్నా, పగిలిన నేల మీద నడవాలన్నా చక్రాలు పని చెయ్యవు. కాబట్టి రోబోకి నడక రావాలి.

దానికి వేరువేరుగా కదలగలిగే ఆరు కాళ్ళు గల పరికరాలని తయారుచేశారు. ఈ పరికరం నడిచేటప్పుడు మూడు కాళ్ళని పైకెత్తుతుంది. ఒక పక్క మధ్య కాలిని, అవతలి పక్క వెనుక రెండు కాళ్ళని ఎత్తుతుంది. అలాంటి స్థితిలో ఇంకా నేల మీద మూడు పాదాలు మోపి ఉన్నాయి కాబట్టి

రోబో తూలి పడదు. అప్పుడు ఎత్తిన మూడు కాళ్ళని దింపి, మిగతా మూడు కాళ్ళని పైకెత్తుతుంది. ఈ విధంగా ఆ రోబో ఆరు పాదాల మీద ఠీవిగా నడుస్తుంది.

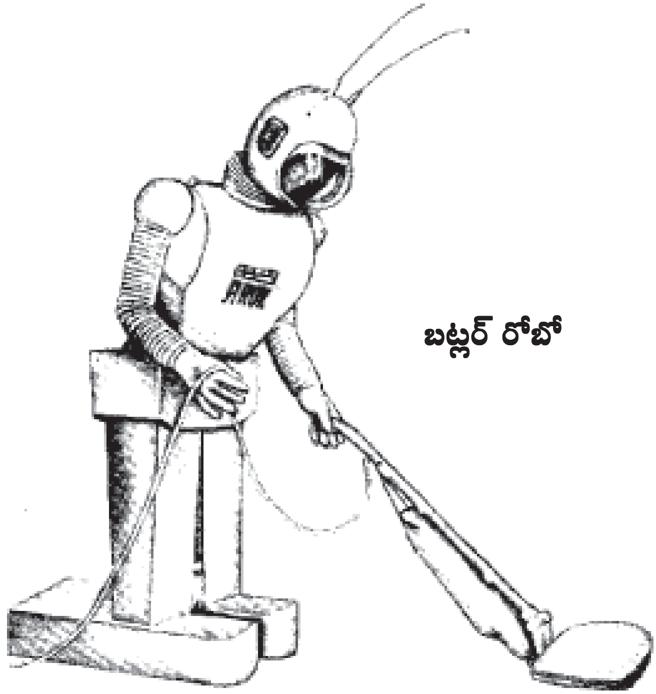


అంగారక గ్రహంమీద పరిశోధనలు చేసే వైకింగ్ వాహనం

కాని చిక్కేమిటంటే చాలా పురుగులకీ ఆరు కాళ్ళు ఉంటాయి. కాబట్టి ఈ నడిచే యంత్రం ఒక పెద్ద పురుగులా ఉంటుంది. మనుషులకి అది అంతగా నచ్చకపోవచ్చు. రెండు కాళ్ళ రోబో అయితే నచ్చుతుంది. కాని రెండు కాళ్ళ రోబో నడిచేటప్పుడు పడకుండా ఉండాలంటే ఏం చెయ్యాలన్నదే సమస్య.

రోబోకి కూడా మనిషి ఇంద్రియాలని పోలిన ఇంద్రియాలు ఉంటే బాగుంటుంది కదా?

ఉదాహరణకి ఒక రోబో ఒక నట్టు తిప్పాలి అనుకుందాం. నట్టుని ఎన్నిసార్లు తిప్పాలో రోబోకి కచ్చితంగా ఆదేశాలు ఇవ్వాలి. మరో కొత్త నట్టుని బిగించాలి అంటే కొత్త ఆదేశాలు ఇవ్వాలి.

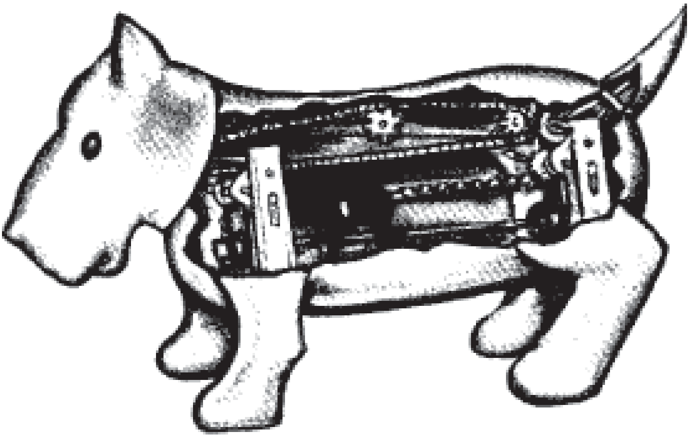


నట్టుని తిప్పుతున్నప్పుడు అది మన చేతిని వ్యతిరేకించే బలాన్ని బట్టి అది ఎంతవరకు బిగుసుకుందో తెలుసుకోగలిగితే బాగుంటుంది. అలాంటప్పుడు ఆదేశాలని నట్టు నట్టుకీ మార్చనక్కరలేదు. అదే విధంగా ఒక బరువైన వస్తువుని పైకెత్తేటప్పుడు అది చేతిలోనుంచి జారిపోకుండా ఉండాలంటే దాన్ని ఎంత బలంగా పట్టుకోవాలో తెలియాలి. మరీ గట్టిగా పట్టుకుంటే వస్తువు పాడవ్వవచ్చు, మరీ తేలిగ్గా పట్టుకుంటే చేతిలోనుంచి జారిపోవచ్చు. కాబట్టి వస్తువు తన చేతి మీద ఎంత ఒత్తిడి వేస్తోందో రోబోకి తెలుసుకునే సామర్థ్యం ఉండాలి.

అలాగే రోబోకి ప్రపంచాన్ని చూడగలిగే శక్తి ఉండటం చాలా ముఖ్యం. చూడగానే నట్టు సరిగ్గా బిగిసిందో లేదో చెప్పగలదు. సరిగ్గా బిగించి లేకపోతే తిరిగి బిగించడమో, లేక నట్టుని అవతల పారేయడమో చేయవచ్చు.

రోబోలకి శ్రవణ శక్తి కూడా ఉంటే బాగుంటుంది. ఎక్కడైనా ఏదైనా

దోషం ఉంటే శబ్దాన్ని బట్టి దోషాన్ని పసిగట్టగలదు. అలాగే భాషని విని అర్థం చేసుకుని దానికి స్పందించగలిగితే ఇంకా బాగుంటుంది. అప్పుడు ఒక్క మాటతో ప్రోగ్రాంని మార్చేయవచ్చు. అలాగే రోబోకి కూడా మాటలు వచ్చి మనిషికి సమాధానం చెప్పగలిగితే బాగుంటుంది.



1939 ప్రపంచ ప్రదర్శనలో స్పార్క్స్ అనే రోబో కుక్క

నిజంగానే రోబోతో సంభాషించ గలిగామంటే అది మరింత సుపరిచితంగా, స్నేహపూర్వకంగా అనిపిస్తుంది.

ఇవన్నీ ఏదో నాటికి సాధ్యం కావచ్చు. అంతే కాక రోబోలకి, మనకి లేని ఇంద్రియ శక్తులని కూడా అమర్చవచ్చు. విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రాలని పసి గట్టే సామర్థ్యం, మన కంటికి కనిపించని కాంతులని చూసే సామర్థ్యం, చెవికి వినిపించని శబ్దాలని వినే సామర్థ్యం రోబోలకి ఇవ్వవచ్చు.

అలాంటప్పుడు రోబోలు కేవలం ఫ్యాక్టరీలోనే కాదు, ఎక్కడ పడితే అక్కడే ఉంటాయి.

కంప్యూటరీకృతమైన ప్రతి సాధనం ఒక విధమైన రోబోయే అనుకుంటే ఇప్పటికే అలాంటి సాధనాలు ప్రతి చోటా ఉన్నాయి.

ఉదాహరణకి స్పేస్ షటిల్‌లో అంగాంగమూ కంప్యూటరీకృతమే.

అవే లేకపోతే షటిల్ పనిచెయ్యలేదు. ఎన్నో సాటిలైట్లు, వ్యోమ నౌకలు కూడా కంప్యూటరీకృతం అయినవే. ముందు ముందు అంతరిక్ష కేంద్రాలు నిర్మించడానికి, చంద్రుడి మీద గనులు తవ్వడానికి రోబోలని వాడతారేమో.

వాహనాలు కూడా కంప్యూటరీకృతం అవుతున్నాయి కాబట్టి అవి కూడా ఒక రకమైన రోబోలే.

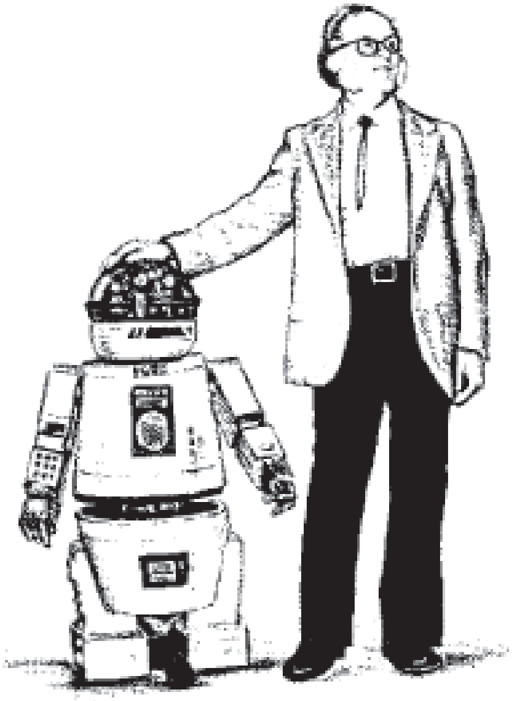
తరువాత ఈ మధ్య కొత్తగా "ప్రదర్శన రోబోలు" వస్తున్నాయి. అమెరికాలో ఇదో పెద్ద వ్యాపారం అయిపోయింది. ఇవి మామూలుగా చిన్నగా, సౌమ్యంగా కనిపిస్తాయి. తల, మొండెం, చేతులు మొదలైనవి ఉంటాయి కాబట్టి మానవాకారంలో ఉంటాయి. సజావుగా చక్రాల మీద కదులుతాయి. కొద్దిగా మాట్లాడతాయి కూడా.

ప్రస్తుతానికి మాత్రం ఇవన్నీ చోద్యపు బొమ్మలే. వాటిని కొనేవారు కూడా వాటి నుండి ఇంకేమీ ఆశించరు. రోబోలతో పరిచయం పెరగడానికి, వాటి పట్ల మనుషులకుండే బెరుకుదనం పోవడానికి ఇలాంటి రోబోలు పనికొస్తాయి.

'ఐ, రోబో' నవల నుండి స్ఫూర్తి పొందిన ఫ్రెడ్ హాబర్ అనే ఒక యువకుడు ఒక మంచి ప్రదర్శన రోబోని నిర్మించాడు. మరి కొందరి సహాయంతో గోళాకారపు తల గల మూడడుగుల రోబోని తయారుచేశాడు. దీనికి భుజాలు, మోచేతులు, మణికట్లు, చేతులు, వేళ్ళు మొదలైనవి ఉన్నాయి. చక్రాల మీద కదిలే లావుపాటి కాళ్ళు ఉన్నాయి. ఆ కాళ్ళ మీద అది ఏ దిశలోనైనా కదలగలదు. దానంతట అది ఏమీ చెయ్యదు. అన్నీ రిమోట్‌తో నియంత్రించాలి. కాబట్టి అది నిజంగా రోబో కాదు. దాన్ని శాసించే ఆపరేటర్ స్వరం దాని స్వరంగా బయటకి వినిపిస్తుంది.

ఫ్రెడ్ హాబర్ ఎన్నో సమావేశాలలో ఈ రోబోతో విజయ వంతంగా ప్రదర్శనలిచ్చాడు. అసిమోవ్ గౌరవార్థం ఈ రోబోకి ఐజాక్ అని పేరు పెట్టాడు. ఐజాక్‌లు ఇద్దరూ కలిసి తీసుకున్న ఫోటో పక్క పేజీలో ఉంది.

"ఇంటి రోబో"కి మంచి భవిష్యత్తు ఉన్నట్లు కనిపిస్తోంది. ఇది నిజమైన రోబో. ఇది ఇంట్లో ఒక పనివాడిగానో, ఒక వంటమనిషిగానో పని చెయ్యగలదు. ఇంటికి వచ్చిన అతిథులకి మర్యాదలు చేయగలదు. వాళ్ళకి వండి వడ్డించగలదు. ఇల్లు తుడవగదలదు. అడిగితే పక్క సర్దగలదు.



ఐజాక్‌తో ఐజాక్

ఎంగెల్‌బర్గర్ ఇలాంటి ఇంటి రోబోనే తీర్చి దిద్దుతున్నాడు. ఇప్పటికే అలాంటి ప్రాథమిక సాధనం ఒకటి రూపొందించాడు. దీనికి కూడా ఐజాక్ అని పేరు పెట్టాడు.

5. రోబోలు - మనుషులు

పారిశ్రామిక రోబోల ఉత్పత్తి విషయంలో పెద్ద ఎత్తున అమెరికా పురోగమించక పోవడానికి కారణం నిరుద్యోగ భయం. ఫ్యాక్టరీలన్నీ రోబోలతో నిండిపోతుంటే ఆ ఉద్యోగాలు చేసే మనుషులు ఏం కావాలి?

అయితే ఈ సమస్య గురించి ఈ విధంగా ఆలోచించవచ్చు.

1970ల వరకు కూడా కేవలం మనుషులు మాత్రమే చెయ్యగల ఎన్నో పనులు ఉండేవి. జంతువులకి అంత తెలివితేటలు ఉండవు. యంత్రాలు అప్పటికి అంత సంక్లిష్టం కావు.

మనుషులు చేసే పనులలో కొన్ని ప్రమాదకరం కూడా. ఉదాహరణకి గనులలో పని చెయ్యడం, భవనాల నిర్మాణం, ప్రమాదకరమైన రసాయనాలతో, పేలుడు పదార్థాలతో పని చెయ్యడం, తీవ్రమైన వాతావరణ పరిస్థితులలో పని చెయ్యడం మొదలైనవి. ఇలాంటి పనులు మనుషులు చెయ్యనక్కరలేకపోతే బాగుంటుంది.

అలాగే కొన్ని ఉద్యోగాలలో మనుషులు అవసరమైనా మరీ ఎక్కువ మంది అక్కర్లేదు. ఎంతో మంది మనుషులు రోజూ చిన్న చిన్న పనులు చేస్తూ ఉంటారు. అరలలో వస్తువులు సర్దడం, నట్లు బిగించడం, ఒకే రకమైన ఉత్తరాలు టైప్ చెయ్యడం, లేదా ఇక్కడి వస్తువులని అక్కడ పెట్టడం వంటివి. దీన్ని జంతువులో, యంత్రాలో చెయ్యలేక పోవచ్చు. కాని వాటిని చెయ్యడానికి పెద్దగా తెలివితేటలు అక్కర్లేదు. కండలని ఎక్కువగా వాడకపోతే కొవ్వెక్కినట్లే మనుషుల మెదడుకి కూడా పని లేకపోతే మొద్దుబారుతుంది.

ఎంతో మంది చేసే ఇలాంటి చిన్న చిన్న పనులు రోజూ చెయ్యాలంటే తెగ బోరు కొడుతుంది. అలాంటి పనులు చేసే వారికి జీవితాలు దుర్భరంగా అనిపిస్తాయి. వారి శక్తిసామర్థ్యాలు కొడిగట్టుకు పోతున్నాయి అనిపిస్తుంది.

ఇంతవరకు మనకు తెలిసిన అత్యంత సంక్లిష్టమైన యంత్రాల కన్నా అద్భుతమైన రోబోలని నేడు మనం రూపొందిస్తున్నాం. ఇంతవరకు మనుషులు మాత్రమే చేసే కొన్ని పనులు ఇవి చెయ్యగలవు. మనిషి అసమాన మానసిక శక్తులు అక్కర్లేనంత సామాన్యమైన పనులవి.

ఈ రోబోలు యంత్రాల కన్నా తెలివైనవే అయినా ప్రస్తుతానికి అత్యంత సరళమైన పనులే చెయ్యగలవు. ఇలాంటి సరళమైన పనులు చేస్తూ మనుషులు తమ కాలం వృధా చేసుకోకూడదు.

మరి అలాంటప్పుడు ఆ పనులని రోబోలనే చెయ్యనివ్వవచ్చుగా? అలాంటి పనులని రోబోలకి విడిచిపెట్టి మనుషులు మరింత విలువైన పనులు చేసుకుంటే మేలు కదా?

ఏ కొత్త ఆవిష్కరణ జరిగినా కొందరి ఉద్యోగాలు పోతాయి. వాహనాలు వాడుకలోకి వచ్చిన నాటి నుండి గుర్రాలకి సంబంధించిన ఉగ్యోగాలెన్నో క్రమంగా మాయమై పోయాయి. గుర్రపుశాలల సంఖ్య తగ్గిపోయింది. గుర్రపు బగ్గీలు చేసే పరిశ్రమలు మూతబడ్డాయి. కొరడాలు, గుర్రపు నాడాలు అరుదైపోయాయి. కాని మరో పక్క వాహనాల పరిశ్రమ వల్ల ఏర్పడిన ఉద్యోగాల సంఖ్య గమనించాలి– కార్ల రిపెయిర్ షాపులు, మెకానిక్కులు, టైర్ల పరిశ్రమలు, రోడ్డు నిర్మాణాలు, చమురు కోసం తవ్వకాలు. వాహనాల ఆవిర్భావం వల్ల కోల్పోయిన ఉద్యోగాల కన్నా ఏర్పడిన ఉద్యోగాలు వందల రెట్లు ఎక్కువ.

రోబోల విషయంలో కూడా అంతే జరుగుతుంది. అసెంబ్లీ మార్గపు ఉద్యోగాలు ఎన్నో మాయమవుతాయి. కాని రోబోల రూపకల్పనకి సంబంధించిన ఉద్యోగాలు, వాటి విడిభాగాల నిర్మాణానికి సంబంధించిన ఉద్యోగాలు, ఆ విడిభాగాలని కూర్చే ఉద్యోగాలు, పాడైన రోబోలని రిపెయిర్ చేసే ఉద్యోగాలు ... ఒక్కటేమిటీ, రోబోల చుట్టూ ఒక విశాల పరిశ్రమే వెల్లివిరుస్తుంది. పోయిన ఉద్యోగాలు అంత గొప్ప ఉద్యోగాలేమీ కావు.

రోబోలు కూడా చెయ్యగల సర్వసామాన్యమైన పనులవి. కొత్త ఉద్యోగాలు మేధో వికాసాన్ని పెంపొందించే మరింత మేలైన ఉద్యోగాలు.

అయితే ఇక్కడ ఒక చిన్న సమస్య ఉంది. పాతికేళ్ళుగా అసెంబ్లింగ్ మార్గంలో పని చేసే మనిషిని ఒక్కసారిగా ఆ ఉద్యోగాన్ని మానేసి రోబోల నిర్మాణంలో పనికి దిగమని చెప్పలేం. రోబోలతో పని చెయ్యాలంటే ప్రత్యేక శిక్షణ కావాలి. అసెంబ్లీ మార్గంలో పనిచేసే వ్యక్తికి అలాంటి శిక్షణ ఉండదు.

అలా ఉద్యోగాలు మారడం అంటూ జరిగితే, పాత ఉద్యోగాలు చేసే వారికి తగిన పునశ్శిక్షణా కార్యక్రమాలు, పునర్విద్యా కార్యక్రమాలు నిర్వహించాలి. ఈ కొత్త రకపు ఉద్యోగాలలో కాస్త సరళమైన ఉద్యోగాలు చెయ్యడానికి కూడా అలాంటి అదనపు శిక్షణ కావాలి. ఆ శిక్షణకి ఎంతో వ్యయం అవుతుంది. కాని అది తప్పదు.

వయోవృద్ధులకి, జీవితమంతా యాంత్రికంగా ఒకే పనిని చేస్తూ వచ్చి విసిగిపోయిన వారు మొదలైన వారికి కూడా ఇలాంటి పునర్విద్యా కార్యక్రమాలు మేలు చేస్తాయి. ఇలాంటి వారు కూడా చెయ్యటానికి వీలుగా తగిన ఉద్యోగాలని వెదకటం అవసరం.

కార్లను నిర్మిస్తున్న కంప్యూటరైజ్డ్ రోబోలు

కొంత కాలం పోయాక అన్నీ సర్దుకుంటాయి. భవిష్యత్తులో బడులకి వెళ్ళే పిల్లలు కంప్యూటర్ల గురించి, రోబోల బడిలో ఎన్నో నేర్చుకుంటారు. వాళ్ళు ఎదిగి ఈ కొత్త ఉద్యోగాలలో తేలికగా ఇమిడిపోతారు. పాత ఉద్యోగాల జోలికి వీళ్ళు పోను కూడా పోరు. బోరు కొట్టే పాత ఉద్యోగాలు, ప్రమాదకరమైన పనులు మొదలైనవన్నీ రోబోలనే చేయనిచ్చి వీళ్ళు కొత్త ఉద్యోగాల్లో సంతోషంగా పని చేస్తారు.

ఏదేమైనా అటు ఇటు కాని "సంధి దశ" కొంతకాలం ఉంటుంది. పాత ఉద్యోగాలలో ఇంకా ఎంతో మంది ఉన్న వర్తమానానికి, అందరూ కొత్తరకం ఉద్యోగాలే చేసే భవిష్యత్తుకి మధ్య వచ్చే ఒక యుగసంధి అన్నమాట. ప్రపంచ పౌరులంతా ఈ సంధికాలంలో ఓర్పుతో వ్యవహరిస్తూ, ఈ దశ వీలయినంత సాఫీగా సాగిపోయేలా నడచుకోవాలి.

మనం ఎదుర్కోవాల్సిన మరో సమస్య కూడా ఉంది.

రోబోలు ఎప్పుడూ ఒకే మాదిరి ఉండవు. కంప్యూటర్లు ఇంకా ఇంకా సంక్లిష్టం అవుతూ ఉంటాయి. రోబోల శక్తి సామర్థ్యాలు కూడా పెరుగుతూ ఉంటాయి. ఇంకా ఇంకా కష్టమైన పనులు చెయ్యగలుగుతాయి.

భవిష్యత్తులో రోబోలు చెయ్యలేని పని అంటూ ఏదైనా ఉంటుందా? వివిధ ఉద్యోగాల్లోంచి మనుషులు క్రమంగా తప్పుకుంటూ ఉంటే ఏదో ఒకనాడు ఆ ఉద్యోగాలన్నీ రోబోలు ఆక్రమించవా? ఆర్.యు.ఆర్. నాటకంలోలా ఏదో ఒక రోజు రోబోలు మానవ ప్రపంచాన్ని స్వాధీనం చేసుకుంటాయా?

అలాంటి పరిణామం జరిగే అవకాశం తక్కువ.

ప్రస్తుతం మనుషులు మాత్రమే చేసే పనులు రోబోలు చెయ్యగలిగినంత మాత్రాన రోబోలకి మనుషుల లాగానే తెలివితేటలు ఉన్నాయని కాదు. ప్రోగ్రాం చేసినట్లుగా అవి కంప్యూటర్ల చెప్పుచేతల్లో పనిచేస్తాయంతే.

ఉదాహరణకి కంప్యూటర్లకి లెక్కలు చెయ్యడంలో మంచి సామర్థ్యం

ఉంది. లెక్కలు మనకన్నా వేగంగా, తప్పులు లేకుండా చెయ్యగలవు. మనకి అంక గణిత సూత్రాలన్నీ తెలుసు కాబట్టి, వాటిని ప్రోగ్రాం చేసింది మనమే కాబట్టే అవి చెయ్యగలుగుతున్నాయి. అలాంటి సూత్రాల సహాయంతోనే కంప్యూటర్ రోబోకి ఎంత వంగాలి, ఎటు తిరగాలి, ఒక పని ఎన్నిసార్లు చెయ్యాలి మొదలైనవి అన్నీ ఆదేశాలిచ్చి చేయిస్తుంది.

ఆటోమేటెడ్ కర్మాగారాన్ని నడుపుతున్న కార్మికుడు

కాని ఇలాంటి పనులు చెయ్యడంలో మనం సమర్థులం కాము. మనుషులకి అంకగణితం తెలుసు. దాని సూత్రాలన్నీ తెలుసు. కాని అంకగణితం లెక్కలు అదే పనిగా చేస్తూ పోతే బోరు కొడుతుంది. మెదడు అలసిపోతుంది. చేసే పనిలో దోషాలు దొర్లుతుంటాయి.

మానవ మెదడు సామర్థ్యం వేరే దిశలో ఉంది. దానికి ఊహాశక్తి ఉంది. అబ్బురపాటు ఉంది. కొత్త భావాలు తలపోయగలదు. సృజనాత్మకత ఉంది. కొత్త కొత్త రకాలుగా పనులు చెయ్యగల మార్గాలని ఆలోచించగలదు. ఒక విషయాన్ని కొత్త కోణాల నుండి చూడగలదు.

కంప్యూటర్లకి, రోబోలకి ఇవేవీ సాధ్యం కావు. వాటికి అది సాధ్యం కానంత వరకు మనలాగా తెలివితేటలని అవి సాధించడానికి చాలా కాలం

పడుతుంది. కాబట్టి మానవ లోకాన్ని అవి ఆక్రమించుకోలేవు.

కంప్యూటర్లు, రోబోలు సృజనాత్మకంగా పని చేసేలా ప్రోగ్రాం చెయ్యడం మనకి చాతకాదు. ఎందుకంటే సృజనాత్మకంగా మనం ఎలా పని చేస్తామో మనకి కూడా తెలియదు.

ఉదాహరణకి నేను పుస్తకాలు రాస్తాను – చాలా రాస్తాను. అన్ని పుస్తకాలు రాస్తుంటాను కాబట్టి వేగంగా రాయగలను. ఒక అంశాన్ని గురించి నేర్చుకుని దాన్ని వివరించడానికి ప్రయత్నిస్తాను. వీలైనంత స్పష్టంగా చెప్పటానికి ప్రయత్నిస్తాను. సరైన క్రమంలో విషయాలని చెప్పుకొస్తాను. మనసుకి ఎలా తోస్తే అలా వేగంగా రాసుకుపోతాను.

కాని అదంతా ఎలా చేస్తాను? ఏది ముందు చెప్పాలో, ఏది తరువాత చెప్పాలో ఎలా తేల్చుకుంటాను?

నిజంగా అది నాకూ తెలియదు. పుట్టి బుద్ధెరిగిన నాటి నుండి ఈ పని చేస్తున్నాను. కాబట్టి చేసుకు పోతాను.

నా బదులు నా పుస్తకం రాయమని ఒక కంప్యూటర్‌ని ప్రోగ్రాం చెయ్యగలనా? అలా రాసిన పుస్తకాన్ని ఒక రోబోతో టైప్ చెయ్యించగలనా? చెయ్యలేను! ఎందుకంటే నేను ఏఏ సూత్రాలని అనుసరించి అవన్నీ చేస్తున్నానో నాకే తెలియదు. నాకు తెలియని సూత్రాలని అనుసరించి కంప్యూటర్‌ని ప్రోగ్రాం చెయ్యడం అసాధ్యం.

బహుశ ప్రతి మనిషిలోనూ (వారికి సరైన విద్యాబుద్ధులు నేర్పిస్తే, జీవితాంతం బోరు కొట్టే పనులు చేసి మెదడు బండబారకపోతే) వాళ్ళే చెప్పలేని ఏదో ప్రత్యేక సామర్థ్యం ఉంటుంది. ఆ సామర్థ్యంలో వారిని ఏ కంప్యూటర్, ఏ రోబో కూడా అనుకరించలేదు, సాటిరాలేదు.

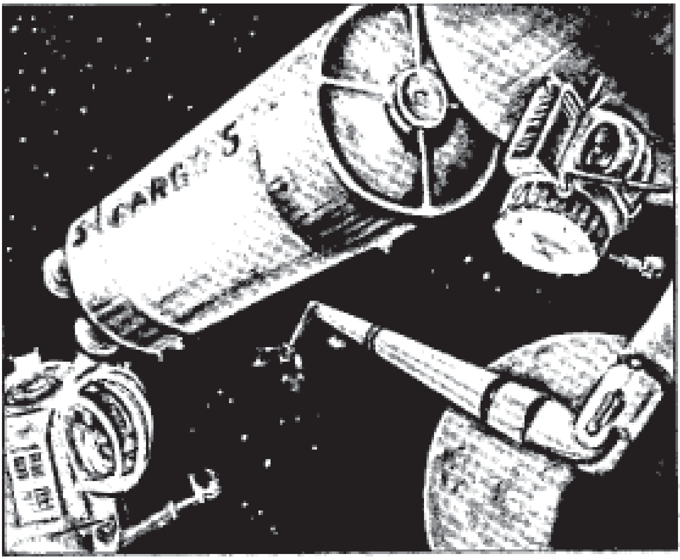
అయినా కూడా కంప్యూటర్లు, రోబోలు మరింత సంక్లిష్టమైన వాటంతటఅవి ఆలోచించుకునే దశకి ఎదిగితే? వాటిని ప్రోగ్రాం చెయ్యకుండా కొత్త కొత్త విషయాలని ఊహించగలిగితే? ఆర్.యు.ఆర్. రోబోలలా వాటిలోనూ

భావావేశాలు పెల్లుబికితే?

అలా జరిగినా తొలిరోజుల్లో వాటి సామర్థ్యం అంత గొప్పగా ఉండకపోవచ్చు. అంత సంక్లిష్టమైన యంత్రం అంత సరళమైన పని చేయడం శుద్ధ దండుగ అనిపిస్తుంది.

ఈ విషయాన్ని మరో కోణం నుండి గమనిద్దాం. గణితంలో అసమాన సామర్థ్యం గల పిల్లలు ఉంటారు. పెద్ద పెద్ద సంఖ్యలు మనసులోనే అవలీలగా గుణించగలరు. కొన్ని సార్లు ఎలా చేస్తున్నారో కూడా తెలియకుండా చెయ్యగలరు. అది ఎలా చెయ్యాలో తెలియని వాళ్ళు కూడా ఏళ్ళ తరబడి కృషి చేస్తే ఆ సామర్థ్యం అలవడవచ్చు.

కాని దాని వల్ల ప్రయోజనం ఏమిటి? అలాంటి అసమాన "గణిత సామర్థ్యం" ఒక మామూలు కాలుక్యులేటర్‌తో సమానం! మనిషి ఎంత తర్ఫీదు పొందినా అంక గణితపు లెక్కలు చెయ్యడంలో ఆధునిక కంప్యూటర్లకి సాటిరాలేదు.



అనంత విశ్వంలో వస్తువుని అందుకోటానికి చెయ్యి చాస్తున్న రోబో

కాబట్టి గొప్ప సృజనాత్మకతకి, ఊహాశక్తికి ఆలవాలం అయిన మనిషి మెదడు ఉండగా ఆ మెదడుతో కంప్యూటర్లు ఎందుకు పోటీ పడాలి?

యంత్రాలకి ఎలాంటి సామర్థ్యం అయితే సహజంగా ఉంటుందో అలాంటి సామర్థ్యం ఇంకా ఇంకా ఎక్కువయ్యేలా కంప్యూటర్లని, రోబోలని మనిషి రూపొందిస్తూ పోవాలి.

మరో పక్క మనుషులు సరైన విద్యతో, మెదడు గురించిన లోతైన అవగాహనతో తమ మనో శక్తులని ఇంకా ఇంకా పెంచుకోవాలి. మనలోని సృజనాత్మకతని, ఊహాశక్తిని పోషించుకోవాలి.

ఆ విధంగా పురోగమిస్తుంటే భూమి మీద రెండు రకాల ప్రతిభ వెల్లివిరుస్తుంది. ఒకటి కంప్యూటర్లకి, రోబోలకి ఉండే ప్రతిభ. రెండవది మానవ ప్రజ్ఞ. రెండిటి పని తీరు వేరు వేరుగా ఉంటుంది. రెండూ ఒకదాంతో ఒకటి సహకరిస్తాయి.

ఈ రెండు రకాల ప్రతిభలూ కలిసి సామరస్యంగా పని చేస్తే, ఏ ఒక్కటీ విడిగా సాధించలేనిది రెండూ కలిసి సాధిస్తాయి.

రోబోలు లేకుండా గతంలో జీవితం ఎలా సాధ్యమయిందబ్బా అని మనుషులు ఆశ్చర్యపోయే రోజు తప్పక వస్తుంది.