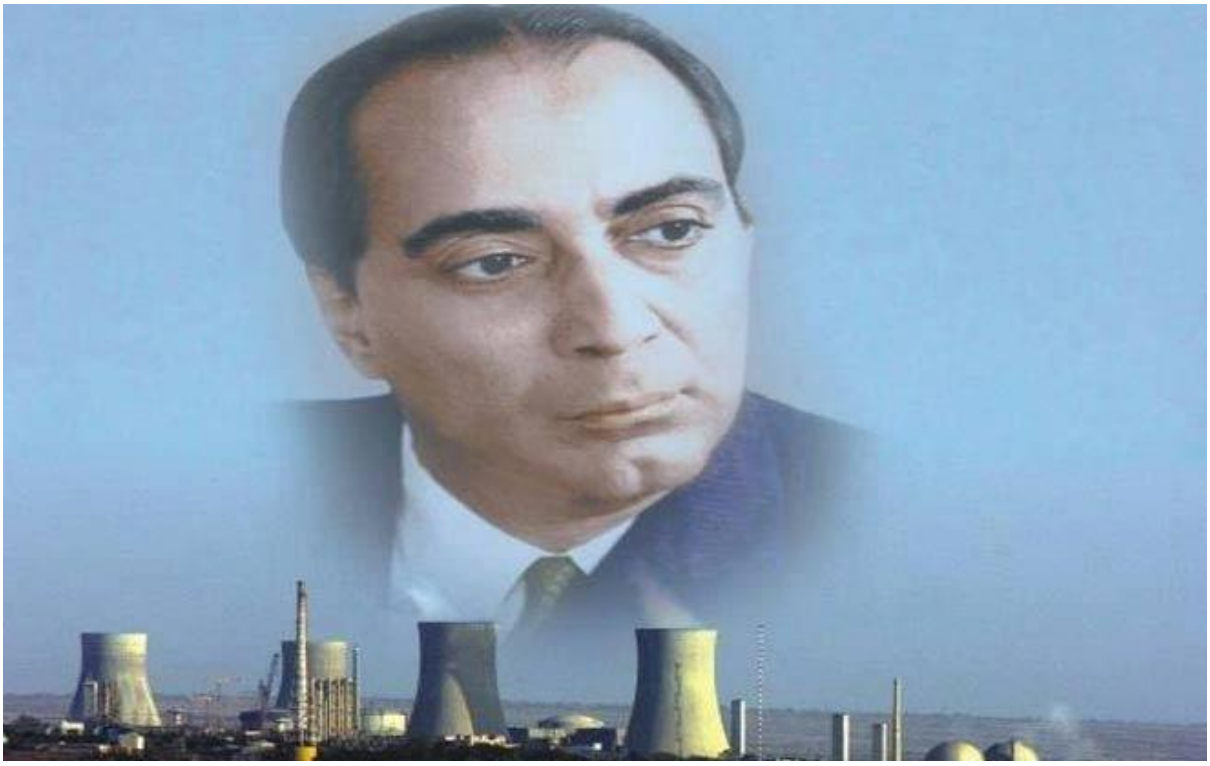

Homi Jehangir Bhabha

హోమీ భాభా –

భారతీయ అణుఊర్జా కార్యక్రమ జనకుడు

ఆగస్టు 2017

ఆహ్లాద్ ఆప్టే

విషయ సూచిక

1. ప్రారంభిక సమయం	4
2. కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీ లో భాభా	6
3. భారత దేశంలో అణు పరిశోధన ప్రారంభం	10
4. భారత దేశంలో అణు పరిశోధన ప్రారంభం	14
5. అణు ఊర్జా సంస్థల స్థాపన	19
6. అంతర్జాతీయ దృశ్యం లో భాభా	25
7. వ్యక్తిగా భాభా	27
8. భాభా లోని కళారాధకుడు	29
9. భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు భాభా	31
10. కాస్మిక్ రేస్ పై భాభా అనుసంధానము	31
11. భారత్ లో భాభా భౌతిక శాస్త్ర అనుసంధానం	33
12. ఇంగ్లాండులో భాభా గమనించలేక పోయిన ప్రయోగాలు	34
13. నాభికీయశక్తిఆవిష్కారం–భారత్ లో కార్యరూపాలు	35
14. భారత్ లో పథ దర్శకుడు భాభా	37
15. అణు కార్యక్రమానికి అవుసరమయ్యే సర్వస్వం.	39
16. ఇంధన చక్రం- నాభికీయఇంధనం-మూడు అడుగులు	40

17. శిక్షణా శాల స్థాపన 43

18. అణు రియాక్టర్ల నిర్మాణము 43

19. కెనడాతో సహకారము 44

20. భారజల (హెవీ వాటర్) ఉత్పాదన 45

21. మొదటి న్యూక్లియర్ పవర్ స్టేషన్ 45

22. ఉపయోగించిన ఇంధనం - పునః పరిశీలన 46

23. ఇంధన చక్రపు చిగురు (Back End of Fuel Cycle) 46

24. భాభా పూర్తి యోజన సిద్ధం చేసారు 47

25. రేడియో ధార్మిక రూపాంతరణల ఉపయోగాలు 47

26. భాభా మూడంచెల నాభికీయ ప్రణాళిక. 48

అనుబంధం-1

భాభా కాల క్రమణిక. 50

1

ప్రారంభిక సమయం

“ ఈ వ్యాపారం ఇంజనీర్ గా ఉద్యోగం ఇవేవి నాకు సరిపడేవి కావని నేను నిశ్చయంగా చెప్తున్నాను. ఇవి నా సహజ గుణానికి సంపూర్ణంగా విరుద్ధం, ఇంకా నా మానసికతకి అభిప్రాయాలకి సమూలం వ్యతిరేకం. భౌతిక శాస్త్రం నా త్రోవ ...”

“నా సాఫల్యం వీరు వారు నా గూర్చి ఏమనుకుంటున్నారనే దాని మీద ఆధార పడదు. నా సాఫల్యం నేను నా కర్మలని ఎలా తీర్చిదిద్దుతానో దాని పైన ఆధార పడుతుంది.”

“అంతే కాదు, భారత దేశం, విజ్ఞానం అనుష్ఠించడానికి అనువుగాని భూమి కాదు.”

“ భౌతిక శాస్త్రం చెయ్యాలనే కోరిక నాలో ప్రజ్వలిస్తున్నది. అది ఎదో ఒక సమయంలో నేను చేసి తీరాలి. నా ఏకైక అభిలాష అదే. నాకు ఒక సఫల వ్యక్తి కావాలని గాని ఒకపెద్ద పారిశ్రామిక సంస్థ కు పెద్దను కావాలని గాని కోరిక లేదు.....”

“ఎవరి దగ్గరేనా చూపేందుకు ఏమీ లేకపోతె, ఇంకెవరికేనా వారు ఎ సమయంలో ఎం చేస్తారనేది ఎలా తెలుస్తుంది? బీథోవెన్ కి ‘నువ్వొక శాస్త్రజ్ఞుడివి కావాలి, ఎందుకంటే అది ఎంతో గొప్పవిషయం’ అని చెప్పటం ఏం ప్రయోజనం, అతనికి విజ్ఞానం అంటే ఇసుమంతైనా అభిరుచి లేనప్పుడు; లేదా సోక్రటీస్ కి ‘నువ్వొక ఇంజినీర్ వి అవు; అది బుద్ధితో చేసే పని.’ అని చెప్పటం. అది సహజ ప్రకృతి కి అనుగుణం కాదు.”

“అందుకే నేను మిమ్మల్ని ప్రాధేయ పడుతున్నా నన్ను భౌతికశాస్త్రం చెయ్య నివ్వండి.”

ఈ మాటలు తన తండ్రికి ఆగస్టు 8, 1928 లో రాసినది ఇరవయ్యవ శతాబ్దపు ప్రముఖ దిగ్దర్శి భారతీయ శాస్త్రవేత్త డా.హోమీ జహంగీర్ భాభా. ఆ సమయంలో అతను ఇంగ్లాండ్ లో కేంబ్రిడ్జ్ విశ్వవిద్యాలయంలో చదువుతూ ఉండేవాడు.

మనం ఆయన ఈ ముఖ్యమైన ఉత్తరాన్ని ఎందుకు రాయాలనుకున్నారనేది చూద్దాం. మొదటగా ఆయన పుట్టిన కుటుంబం గూర్చి.

హోమీ ముంబై (అప్పట్లో బొంబాయి) లో ఒక ప్రసిద్ధ న్యాయవాది, బారిస్టర్ హోర్ముస్జి భాభా, వారి పత్ని మేహర్బాయిలకు 30 అక్టోబర్ 1909 న జన్మించారు. ఇంగ్లాండ్ ఆక్స్ఫర్డ్ యూనివర్సిటీ లో చదువుకున్న అతని తండ్రి టాటా పరిశ్రమల సమూహానికి న్యాయ సలహాకారుడు. అతని తల్లి, మానవత్వమే పరమధర్మమని భావించే, గౌరవనీయుడైన ధర్మాత్ముడు, సర్ దిన్షా మనేక్జి పెటిట్ మనుమరాలు.

అతని పితామహుడు గూడ ఒక ఖ్యాతిగాంచిన జ్ఞానపురుషుడు. హోర్ముస్జి జహంగీర్ భాభా మైసూరు రాష్ట్రం లో ఇన్స్పెక్టర్ జనరల్ అఫ్ ఎడ్యుకేషన్ గా ఉండేవారు. అతను అక్కడ చాలా గౌరవ నీయుడైన వ్యక్తి గా పేరొందారు. అతని అత్త మేహర్బాయి సర్ దొరాబ్జి టాటా ను వివాహమాడారు. వారి కుటుంబానికి దేశసేవా పరంపర గూడా ఉన్నాది. టాటా కుటుంబానికి తరచుగా స్వాతంత్రోద్యమం లో సక్రియులైన మహాత్మా గాంధీజి తో సహా అనేకమంది దేశ నాయకులు వచ్చేవారు. తన చిన్నతనం నించి ఇటువంటి దేశభక్తుల మధ్య పెరిగారు హోమీ భాభా. బాల్యంలో ఇటువంటి వాతావరణం లో హోమీ భాభా త్వరితపక్వమైన యువకునిగా పరిణమించారు. అతను గంభీర స్వభావం, ప్రగాఢమైన దేశభక్తి, జ్ఞానం, విద్యల పట్ల గౌరవం కలిగి ఉండేవారు.

2

కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీ లో భాభా

హోమీ భాభా ముంబై నుంచి కేంబ్రిడ్జి పరీక్ష తన 15వ ఏట ఉత్తీర్ణులయ్యారు. 1927 లో ఇంజనీరింగ్ విద్యాభ్యాసం కోసం కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీ గొంవిల్లె అండ్ కెయస్ కాలేజీ లో చేరారు. ఒక ఆసక్తికరమైన విషయమేమిటంటే హోమీ మేనమామ సర్ దొరబ్జి టాటా కూడా ఇదే కాలేజి నుండి చదివారు, తరువాత కాలేజికి ఉదారంగా, ఆ కాలానికి చాల పెద్ద మొత్తమనిపించుకునే 25,000 పౌండ్ల అనుదానం ఇచ్చారు.

హోమీ భాభా కుటుంబం వారు, హోమీ కేంబ్రిడ్జి నుండి ఇంజనీరింగ్ చదివి ఒక సఫలమైన ఇంజనీరింగ్ వృత్తి సాధ్యం చేసుకోవాలని కోరారు కాని ఆ రోజులలో, ఈ రోజులలోగూడ కేంబ్రిడ్జి విశ్వవిద్యాలయం భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనకు ప్రపంచం లోని ప్రముఖ కేంద్రాలలో ఒకటి; ఆ కాలంలో అగ్రగాములైన శాస్త్రవేత్తలకు నిలయమై ఉండేది. ముఖ్యంగా కావెండిష్ ప్రయోగశాల భౌతికశాస్త్రానికి మక్కా గా పరిగణింపబడేది; ఆ కాలపు హద్దులు అతిక్రమించిన, ఉత్తేజకరమైన, విద్యుదయస్కాంతం, రేడియో, అణుపరిశోధన, విద్యుత్తు ఇత్యాది క్షేత్రాలలో ఆవిష్కరణలకు నాభికేంద్రం.

భాభా అక్కడకి, వారణాశి కి వచ్చిన యువ తీర్థయాత్రి లాగా చేరాడు. అతను అక్కడి ఉహాగానం, ప్రయోగం, అగ్రగామి మనస్తత్వం, హద్దులుచేరిన విజ్ఞాన దృక్పధంతో పునీతమైన వాతావరణం వలన ప్రభావితుడు కాకుండా ఉండలేక పోయాడు. కేంబ్రిడ్జి కి ఐరోపా ఖండం, ఉత్తర అమెరికా, ఆసియా నుండి ప్రజ్ఞావంతులైన యువకులు ఆకర్షింప బడే వారంటే ఆశ్చర్యం ఏముంది.

భాభా తక కాలేజిలో, అక్కడ సైద్ధాంతిక భౌతిక శాస్త్రంలో పరిశోధన చేస్తున్న ప్రఖ్యాత భౌతిక శాస్త్రవేత్త, తదుపరి 1933 లో నోబెల బహుమతి గ్రహీత, పాల్ డైరాక్ కు సన్నిహితులైయ్యారు. కేంబ్రిడ్జి లోని కేవెండిష్ ప్రయోగశాల అధ్యక్షుడు నోబెల్ విజేత లార్డ్ రూథర్ఫోర్డ్ తన ప్రాయోగిక భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనలు చేస్తుండేవారు. హోమీ భాభా కు తాను ఏ వృత్తిననుసరిద్దామనుకుంటున్నారో మనసులో స్థిరపరచుకొనేందుకు ఒక సంవత్సరం మాత్రమె పట్టింది. అతను అప్పటికే మెకానికల్ ఇంజనీరింగ్ కోర్స్ లో చేరినప్పటికీ, భౌతికశాస్త్రం అతనిని అమితంగా ఆకర్షించింది. ఈ ఆత్మబోధ వలనే, ఈ కథకు ప్రారంభంలో ఉటంకించిన విఖ్యాతమైన ఉత్తరాన్ని తన తండ్రికి రాయడం జరిగింది. ఆ ఉత్తరంలో అతని తీవ్రతని, ధృఢత్వాన్ని మనం చూడవచ్చు. తండ్రిగారికి అతని కోరికలకి కొంతైనా లొంగక తప్పలేదు. అతను తన కుమారుని గూర్చిన యోజన కొద్దిగా మార్చేరు. భాభా కేంబ్రిడ్జి లో మెకానికల్ ఇంజనీరింగ్ ట్రిపోస్ డిగ్రీ సాధిస్తే అతనికి ఇంకొక రెండేళ్ళు కేంబ్రిడ్జి లో గణితం చదివేందుకు ఉండనిస్తానని వాగ్దానం చేసేరు.

భాభా ఈ అవకాశాన్ని ఆనందం గా సంగ్రహిచేరు. అతను 193౦ లో మెకానికల్ ఇంజనీరింగ్ ట్రైపోస్ డిగ్రీ ఫస్ట్ క్లాసు లో ఉత్తీర్ణుడవటమే గాక రెండేళ్ళ తరువాత గణితం ట్రైపోస్ లో కూడా మొదటి శ్రేణి సాధించేరు. అతనికి భౌతిక శాస్త్రం పై అభిరుచి ఎంత ప్రగాఢమైనదంటే, వీటితో పాటే రెంగ్లేర్ రాల్ఫ్ హెచ్ ఫౌలర్ తన డాక్టోరల్ సలహాదారుగా సైద్ధాంతిక భౌతిక శాస్త్రం లో కేంబ్రిడ్జ్ లో పీ హేచ్ డీ పరిశోధన కార్యక్రమం చేపట్టేరు. 'కాస్మిక్ జల్లు' సిద్ధాంతం పై అతని పరిశోధనకు 1933 లో పీ హెచ్ డీ వచ్చింది. ఐదేళ్ళ కేంబ్రిడ్జి చదువులో హోమీ భాభా ఎంత ఆశ్చర్యకరమైన ఉపలబ్ధి సాధించారో మనం చూడవచ్చు. ఇది అతని అమోఘమైన విద్వత్తు, కఠిన పరిశ్రమ పట్టుదలకు నిదర్శనం.

కేంబ్రిడ్జి లో భాభా పరిశోధనలు

హోమీ భాభా భౌతిక శాస్త్రంలో తన పరిశోధనలు కొనసాగించారు. గణితం ట్రైపోస్ లో మంచి ప్రదర్శన వలన అతనికి రౌస్ బాల్ ట్రావెలింగ్ స్టూడెంట్షిప్ లభించింది. దానివలన అతనికి ఐరోపా లోని ఇతర ప్రముఖ పరిశోధక సంస్థలని సందర్శించే అవకాశం కలిగింది. అప్పుడు ఆతను తన సమయాన్ని కేంబ్రిడ్జి లో ముందు చదువులు, ఇతర పరిశోధన ప్రయోగశాలల సంధర్శనల మధ్య రెండుగా కేటాయించేరు. మొదటగా అతను, మౌలిక మనస్తత్వం తో అణు నిర్మాణం, క్వాంటం సిద్ధంతాల అవగాహనకు నవ్యపథం వేసే సహయోగాలను అందించిన నోబెల్ విజేత నీల్స్ భోర్ తో కలసి అణు భౌతికశాస్త్రం లో అధ్యయనాలు జరిపేందుకు డెన్మార్క్ లోని కోపెన్హాగన్ వెళ్లారు. ఈ విశేష గుణాలే కాక, నీల్స్ భోర్, వెర్నెర్ హైసెన్బెర్గ వంటి ఆ కాలపు అనేక పురోగామి శాస్త్రజ్ఞులకు మంచి మార్గదర్శకులు. తదుపరి భాభా స్విట్జర్లాండ్ లో జూరిచ్ నగరం లో భౌతికశాస్త్ర కులం లో మరో దిగ్గజుడైన వుల్ఫ్గ్యాంగ్ పౌలి తో పనిచేసేందుకు వెళ్లారు. 1934 మొదట్లో అతను ఇటలీ లోని రోమ్ నగరం లోనున్న ఎన్రికో ఫెర్మీ భౌతికశాస్త్ర సంస్థ లో పనిచేసేందుకు వెళ్లారు. ఫెర్మీ 1938 లోను పౌలి 1945 లోను, ఇద్దరు కూడా నోబెల్ బహుమతి అందుకున్నవారే. 1935 లో భాభా సూక్ష్మ మౌలిక అణు కణాల వికీర్ణం పై తన అద్యయనం ప్రచురించారు. కణ భౌతిక శాస్త్రానికి అతని అనుదానానికి గుర్తింపుగా అతని కార్యం 'భాభా వికీర్ణం' గ పేరొందింది. 1936 లో అతను బ్రిస్టల్ లోని విల్స్ ఫిజికల్ లేబొరేటరీ వెళ్లి వరిష్ఠ వైజ్ఞానికుడు వాల్టర్ హైట్లెర్ తో పనిచేసారు. హైట్లేర్ తో కలసి భాభా ఆవిష్కరించిన సిద్ధాంతం ఇప్పుడు 'భాభా-హైట్లేర్ కోన సిద్ధాంతం' (భా భా- హిట్లేర్ కేస్కేడ్ థియోరి) గా ప్రఖ్యాతమయ్యింది. ఈ ఉపలబ్దులవలన భాభా పేరు భౌతిక శాస్తంలో 'కాస్మిక్ రేస్' పై పాఠ్య పుస్తకాలలో చిరస్థాయిగా నిలచింది.

కేంబ్రిడ్జి లో భౌతిక శాస్త్రంలో పరిశోధనలు చేస్తున్నపుడు భాభా వ్యక్తిత్వం లోని వివిధ కోణాలు ద్యోతకమయ్యేయి. ఆతను కళలో ప్రవీణుడు. అతను అద్భుతమైన వర్ణచిత్రకారుడు, రేఖచిత్రకారుడు. నిజానికి అతను భౌతిక శాస్త్రవేత్త కాకుంటే ఒక ప్రతిభావంతుడైన వర్ణచిత్రకారుడు అయిఉండేవాడు. అతను పాశ్చాత్య సంగీత కోవిదుడే కాదు భారతీయ సంగీతం పట్ల కూడా చక్కని అవగాహన కలవాడు. అతను కవి, నాటకాలకి వేదికల రూపకల్పన చేసే ప్రతిభ కూడా కలవాడు. అతను భవనాల ప్రారూపకల్పన, ఉద్యానాల భూవిన్యాసం లో కూడా మహారథుడు. ఒకసారి 'న్యూట్రాన్' కణాన్ని కనుగొని నోబెల్ పురస్కారం అందుకొన్న జేమ్స్ ఛాడ్విక్ ఇంగ్లాండ్ లోని లివర్పూల్ లో సైద్ధాంతిక భౌతిక శాస్త్రం లో 'రీడర్' పదవి లో ఎవరినైనా నియమించదలిచాడు. మొదటగా భాభా ను ఆపదవి లో చేరమని అడిగినా, తదుపరి తానె వద్దన్నాడు. దానికి కారణం కూడా స్వయంగానే చెప్పాడు. "భాభా చాలా ప్రతిభాశాలి. ఈ అమోఘ వ్యక్తికి ఈ పదవి అనవసరమైన లంపటం అవుతుంది. అతనికి విస్తృతమైన ఆశక్తులు ఉన్నాయి ... కేవలం ఆశక్తులే కాదు, అంతకు ఎంతో అధిగమించి. నాకు అతనంటే ఎంత ఇష్టం ఉన్నా ఇది అతనికి అన్యాయం చెయ్యడమౌతుంది.

కేంబ్రిడ్జ్ కార్యకలాపాల్లో పూర్తిగా మునిగి భాభా శాస్త్రవేత్తల మధ్య ఒక స్థానాన్ని సంతరించుకొంటూ, తను ప్రగాఢంగా కోరుకున్న భౌతికశాస్త్ర అధ్యయనం కొనసాగించేరు. ఈసరికి అతను మాంచెస్టర్ లోని పీ ఎం ఎస్ బ్లాకేట్ ప్రయోగశాలలో పనిచేసేందుకు 'రాయల్ సొసైటీ' వారి అనుదానాన్ని పొంది ఉన్నారు. కాని అది జరుగబోలేదు.

3

భారత్ కు తిరుగురాక

1939 లో హోమీ భాభా జీవితంలో పెద్ద మలుపు వచ్చింది. ఆతను మాంచెస్టర్ లో పరిశోధన కార్యం ప్రారంభించ బోతున్నారు. కాని, మాంచెస్టర్ వెళ్ళే ముందు, భాభా సెలవు తీసుకుని భారత దేశం వచ్చేరు. అతను సెలవులు అనందంగా గడుపుతున్న సమయంలోనే ఐరోపా లో రెండవ ప్రపంచ యుద్ధం ప్రారంభమయింది. దీనివలన అన్ని జీవన రంగాలలో లాగే వైజ్ఞానిక రంగం లో గూడా తీవ్రమైన మార్పులు వచ్చాయి, సామాన్యమైన వైజ్ఞానిక పరిశోధనలు ఐరోపా లో సంపూర్ణంగా విరామానికి వచ్చాయి. వైజ్ఞానికుల నందరిని యుద్ధ సంబంధ పరిశోధనలకు మళ్ళించారు. ప్రపంచమంతటా వైజ్ఞానికుల మధ్య స్నేహం తగ్గుముఖం పట్టింది. ఈ విషమ పరిస్థితి లో భాభా ఇంగ్లాండ్ తిరిగి వెళ్ళలేకపోయేరు. అతను పరిస్థితి సామాన్యమయేందుకు వేచి ఉండవలసి వచ్చింది. అతను పొడిగించబడిన ఈ సెలవులను సద్వినియోగం చేసుకోవాలనుకున్నారు. అతనికి కేంబ్రిడ్జ్ లో చాల అసంపూర్ణ కార్యం ఉండింది. అది అధికంగా గణితపరమైనది. అందువలన దానిని భారత దేశంలోనే పూర్తిచేసి సంపూర్ణ రూపానికి తేవడం సాధ్యమవుతుంది.

భారత దేశంలోని ఎన్నో విశ్వవిద్యాలయాలు, సంస్థలు భాభా ని, అతని విశిష్ట అనుసంధానమైన 'కాస్మిక్ రే ఫిజిక్స్' పై ఉపన్యాసాలు ఇచ్చేందుకు ఆహ్వానించాలని ఉత్సుకత చూపాయి. ఈ విషయం సూర్యమండలం దాటిన విశ్వాన్తరాళం నుండి కూడా వచ్చే అతిగా చొచ్చుకుపోయే కిరణాల అధ్యనానికి సంబంధించినది. ఆయన భారతీయ వైజ్ఞానికులని కలసి వారి పరిశోధనలగూర్చి తెలుసుకొనే అవకాశం కలిగినందుకు సంతోషంగా ఈ ఉపన్యాసాలు ఇచ్చేవారు. ఇదే కాలంలో వారు అప్పుడు బెంగళూరు లోని భారతీయ విజ్ఞాన సంస్థానం లో భౌతికశాస్త్ర విభాగానికి ప్రధానిగా ఉన్న భారతీయ నోబెల్ విజేత సర్ సి వి రామన్ గారితో సత్సంబంధం స్థాపించుకొన్నారు. భాభా భారతీయ విజ్ఞాన సంస్థానం లో చేరి తన 'కాస్మిక్ రే' పరిశోధనలను కొనసాగించేరు.

కాస్మిక్ కిరణ సంబంధిత కార్యం

ప్రపంచం లో కాస్మిక్ రే ల పై భూమధ్య రేఖకు సమీపంగా అధ్యయనం చేయటానికి అనువైన ప్రదేశాలలో బెంగళూరు ఒకటి. అది భూఅయస్కాంత మధ్యరేఖకు సమీపాన ఉండటం వలన కాస్మిక్ రే ల అధ్యయనం లో కొన్ని సౌలభ్యాలు ఉన్నాయి. కాని, ఉపకరణాలను ఎత్తుగా ఎగురవేసే ప్రశ్న వచ్చింది. ఉపకరణాలను ప్రయోగాలకై ఎగురవేసేందుకు తగిన రబ్బర్ బుడగలు ఉపలబ్ధమవలేదు. అది ఒక క్లిష్ట సమస్యే అయినా భాభా కి దాటలేనిదేమి కాదు. అది రెండవ ప్రపంచ యుద్ధ సమయం. ఎత్తుగా ఎగిరే యు ఎస్ ఎయిర్ ఫోర్సు విమానాలని బెంగుళూరులో ఉంచేరు. భాభా కి తన పరికరాలను వాటిపై ఎగురవెయ్యాలని ఆలోచన వచ్చింది. తన ఒప్పించే చాతుర్యం తో భాభా తన దుర్భిణులను ఈ విమానాల ద్వారా సుమారు ३०,००० అడుగుల ఎత్తుకు పంపించడానికి అనుమతి సాధించేరు. డిసెంబర్ 1944 లో రెండు విమానాలు కుదిర్చారు. 5००० నుంచి ३०,००० అడుగుల వరకు వివిధ ఔన్నత్యాలలో ప్రయోగాలు జరిపారు. సర్ సి వి రామన్ గారికి భాభా బహుముఖ ప్రజ్ఞ పై అత్యంత గౌరవం. అయన భాభా ని 'నిజమైన పునరుజ్జీవన వ్యక్తిత్వం'; అంటే 'అపరిమిత సక్షమతలు గల వ్యక్తి' అని అనేవారు. సి వి రామన్ గారు తనే చొరవ చేసుకొని భాభా కు ప్రతిష్ఠాత్మకమైన భారతీయ విజ్ఞాన అకాడెమీ ఫెలోషిప్ వచ్చేట్లు చేసేరు. 'రాయల్ సొసైటీ ఆఫ్ లండన్' లో స్వయంగా సభ్యులైన రామన్ గారు, భాభా ను ఈ విశ్వవిఖ్యాతమైన సంస్థ ఫెలోషిప్ కై సిఫార్సు చేసేరు. భాభా కు 1944 లో ఈ ఫెలోషిప్ లభించింది.

భాభా భారతీయ పరిస్థితులలో యథాసాధ్యమైన భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనలు సాగిస్తూ ఉండగా అయన వ్యక్తిత్వం లో క్రమంగా మార్పులు జరుగుతూ వచ్చేయి. యవ్వనం లోని 12 సంవత్సరాలు ఇంగ్లాండ్ లో గడిపిన కారణంగా ఆయన భారతీయ వైజ్ఞానిక, సామాజిక, రాజకీయ నైజాలనుండి అసంలగ్నులయ్యారు. భారత దేశం తిరిగి వచ్చాక ఆయన వైజ్ఞానిక ఉపన్యాసాలు ఇచ్చేందుకుగాను దేశమంతటా విస్తృతంగా పర్యటించారు. అనేకులైన భారతీయ వైజ్ఞానికులను కలసి దేశంలోని వైజ్ఞానిక కార్యాలని అవగతం చేసుకున్నారు.

త్రోవ మార్పు

భౌతికశాస్త్ర, విజ్ఞాన రంగాలలో సునిశితమైన తరంగ గ్రాహ్య యంత్రం తో ప్రగతిని గమనించదమే కాక భాభా భారత సాంఘిక, రాజకీయ జీవనం లో ని వివిధ ప్రవాహాలకు కూడా సచేతులై ఉండేవారు. తన సద్య: ప్రభావితమయ్యే వయసు ఉన్నత భావాలుగల, దేశభక్తిగల వ్యక్తుల మధ్య గడిపిన కారణంగా భాభా దేశం ఏ దిశగా నడుస్తున్నది త్వరగా గ్రహించారు. ఆక్రమణదారుల తిరోగమనం ఉప్పెనగా జరుగుతున్న కాలంలో భారతదేశం త్వరలోనే బ్రిటిష్

పాలననించి ముక్తి సాధిస్తుందనేది నిశ్చయం. తన విశాల దృక్పధంతో భాభా దేశం త్వరగా వైజ్ఞానిక ప్రగతిని సాధిస్తే తప్ప స్వాతంత్ర్యానికి ఏమీ విలువ ఉండబోదని గ్రహించారు. అదొక్కటే దేశాన్ని భవిష్యత్తులో సుద్రుఢం చేయగలదు. వైజ్ఞానికులే ఈ పాత్రను పోషించాలని అతనికి తెలుసు. వైజ్ఞానిక పరిశోధనలు, అభివృద్ధి వలన మాత్రమె దేశంలో సర్వాంగీన ఆర్ధిక, పారిశ్రామిక అభివృద్ధి సాధ్యంగనుక రాష్ట్ర ప్రభుత్వం వీటిని వరించాలి.

బెంగళూరు లో ఉంటున్నప్పుడు అయన ఒక సాంస్కృతిక సమాఖ్య లో సభ్యులయ్యారు. ఆ సమాఖ్యలో మృణాళిని మరియు విక్రం సారాభాయ్ లు సభ్యులు. కేరళ కు చెందిన ఒక ప్రముఖ శాస్త్రీయ నర్తకి మృణాళిని, సుభాష్ చంద్ర బోస్ స్థాపించిన 'ఆజాద్ హింద్ ఫౌజ్' లోని కప్తాన్ లక్ష్మి సెహగల్ సోదరి. ఇది భాభా కు భారత స్వాతంత్ర్య సంగ్రామంతోనూ లలిత కళలతోనూ మరొక అనుబంధం. భాభా కంటే పదేళ్ళు చిన్నవాడైన సారాభాయ్ కూడా కేంబ్రిడ్జి లో పీ హెచ్ డీ విద్యార్ధి. ఆతను కూడా భాభా లాగే యుద్ధం మూలంగా అక్కడ కొనసాగలేక పోయాడు. ఆతను అప్పుడు సర్ రామన్ గారి మార్గదర్శకత్వంలో తన ప్రయోగాలను బంగళూరు లో కొనసాగించేందుకు కేంబ్రిడ్జి విశ్వవిద్యాలయం నుంచి ప్రత్యేక అనుమతి తీసుకున్నాడు. సారాభాయ్ తన పీ హెచ్ డీ పూర్తిచేసేందుకు 1945 లో ఇంగ్లాండ్ వెళ్లి 1947 లో అది పూర్తిచేసుకొని తిరిగి వచ్చేడు. భాభా సారాభాయ్ ల మధ్య పరస్పర స్నేహం పెరిగి, వారు అంత కాలం స్నేహితులుగానే ఉన్నారు. బెంగుళూరు లోను ముంబై లోను కూడా భాభా చాలామంది సామాజికవాదులైన ఉదార వ్యక్తిత్వాల సంపర్కం లోనికి వచ్చారు. అప్పటికాలంలో సమాజవాదం ప్రాచుర్యం లో ఉండేది, అది భారత దేశం వంటి సంఘర్షిస్తున్న దేశాలకు సర్వరోగనివారిణి గా చూసేవారు.

ఆ కాలంలోని మరొక ధృఢ వ్యక్తిత్వం పండిట్ జవహర్ లాల్ నెహ్రూ. అతనొక ఆంగ్లీకృతుడైన న్యాయవాది, రచయిత, జాతీయవాది, వామం గా మొగ్గిన ఆలోచనాపరుడు, కాంగ్రెస్ పార్టీ లో దిగ్గజుడు. 1937 లో ఐరోపా యాత్ర లో భాభా నెహ్రూ తో పరిచయం చేసుకున్నాడు. యూరోపియన్ చదువు, ఆంగ్లేయ సభ్యత తో పాటు గాఢమైన జాతీయతా భావన, భారత భవిష్యత్తు పై సాకారమైన ఆలోచనలు ఇద్దరికీ సమానం. ముఖ్యంగా నెహ్రూ, సాంకేతిక పృష్ఠభూమి లేకున్నా, భారతదేశపు అనేక సామాజిక, ఆర్ధిక సమస్యలను పరిష్కరించేందుకు విజ్ఞానం , సాంకేతికం, పరిశోధన, కుశాగ్రపు పారిశ్రామిక రంగం ప్రాధాన్యతను గుర్తించారు. ఇదే తదుపరి నెహ్రూ ప్రధానమంత్రి అయిన తరువాత సౌహార్ద్ర స్నేహం, సన్నిహిత భాగస్వామ్యం గా పరిణమించింది.

బెంగళూరు లో పరిశోధనలు చేస్తున్నపుడు భాభా స్వాతంత్ర్యోద్యమ గతిని అందులో జవహర్ లాల్ నెహ్రూ పోషిస్తున్న పాత్రను సునుశితంగా పరిశీలించే వారు. వారిద్దరూ స్వతంత్ర భారత సత్వర అభివృద్ధి ని గూర్చి కలలు గనేవారు. కేంబ్రిడ్జి లో ఉన్నపుడు భాభాకు భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు జే డీ బెర్నాల్ చెప్పిన ఊహలు బాగా నచ్చేయి. బెర్నాల్ విజ్ఞానం అంటే సమాజం లో మార్పులు తేవటమని, విజ్ఞానపు మూలాలు సమాజం లోనే ఉంటాయని నమ్మేవారు. అందువలన విజ్ఞానపు ఫలాలు సమాజానికి చేరాలి. అవి కేవలం పరిపాలకులకే పరిమితం కాకూడదు. భాభా

ఆలోచనలు నేనెలా భారత దేశంలో విజ్ఞాన ప్రగతికి దోహదం చెయ్యగలననే విషయం చుట్టూ తిరుగుతుండేవి. చిన్నతనంలోనే అతను ఇంజనీరింగ్ నుంచి సైద్ధాంతిక భౌతికశాస్త్రం వైపు మళ్ళిపోయేరు. భారత దేశం తిరిగి వచ్చి దేశంలోని సామాజిక, రాజకీయ వాతావరణాన్ని చూసిన తరువాత అతని ఆలోచనలు కేవలం భౌతిక శాస్త్రం తో తృప్తిపడక ఇంకా విశాల దృక్పధాన్ని వరించేయి.

సరిగా ఇదే సమయంలో అణు భౌతిక శాస్త్రం లో ఒక భాగమైన నాభికీయ భౌతిక శాస్త్రం లో కొత్త సంచలనాత్మకమైన జ్ఞానం వెలువడింది. నాభి అణువుకు కేంద్రం లో ఉండే భాగం. అందువలన 'నాభికీయం' అనేదాన్ని 'ఆణ్వికం' అని గూడా అనవచ్చు. కాని 'ఆణ్వికం' అయిన దంతా 'నాబికీయం' కానవసరం లేదు. 193ం, 1940ంలలో 'నాభి' పైనే దృష్టి కేంద్రీకృత మయ్యింది. ప్రపంచ రంగమంటపం పై 'నాభికీయ విజ్ఞాన శాస్త్ర' విశ్వం లో నాటకీయమైన సంఘటనలు చోటుచేసుకున్నాయి. మానవ ఉపయోగానికి అనువైన 'నాభికీయ' శక్తి ఆవిష్కరణ తో 'నాభికీయ భౌతిక శాస్త్రం' ఒక కొత్త మలుపు తిరిగింది.

4

భారత దేశంలో అణు పరిశోధన ప్రారంభం

పందొమ్మిదవ శతాబ్దంలో జాన్ డాల్టన్ అనే వైజ్ఞానికుడు పదార్ధమంతా అణువులనే సూక్ష్మ కణాలతో నిర్మితమయిందని, ఈ అణువులను మరి చిన్న కణాలుగా భేదించడం సాధ్యం కాదని ఒక సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించేడు. ఇరవయ్యవ శతాబ్ది ప్రారంభంలో కేంబ్రిడ్జ్ లో పనిచేస్తున్నఎర్నెస్ట్ రూదర్ఫోర్డ్ మరి కోపెన్హాగెన్ లో పనిచేస్తున్న నీల్స్ భోర్, అణువులు గూడ విచ్ఛేదనీయములే అని నిరూపించేరు. వారు అణువులు సాంద్రమైన, ధనావేశంగల కేంద్రీయ నాభి చుట్టూ నిర్ధారిత కక్ష్యలలో తిరుగుతున్న సూక్ష్మ ఎలక్ట్రానులు కలిగి ఉంటాయని చూపించేరు. జేమ్స్ ఛాడ్విక్ అన్ని అణువుల నాభి లో ధనావేశం గల 'ప్రోటాన్' కాక కొన్ని అణువులలో విద్యుదావేశం లేని 'న్యూట్రాన్' అనే కణాలు కూడా ఉంటాయని నిరూపించేడు. ఈ అణువిజ్ఞాన పరిశోధనా ప్రముఖులైన శాస్త్రజ్ఞులు, భాభా కు కేంబ్రిడ్జ్ లో సమకక్ష్యులు. భాభా అణువిజ్ఞాన క్షేత్రం లో పరిశోధనలు చేస్తున్న అనేక శీర్షస్థ వైజ్ఞానికులతో సౌహార్ద్ర సంబంధాలు పెంచుకొన్నారు. స్వయంగా కణ-భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు భాభా మౌలిక కణాల సిద్ధాంతాలకు తన అవిష్కరణలను జోడించారు. 1939 లో కొన్ని బరువైన యురేనియం వంటి అణువులని అధిక శక్తివంతమైన న్యూట్రానులతో ఢీకోట్టించితే వాటి నాభి ముక్కలుగా విచ్ఛేదమై అత్యధిక శక్తిని విడుదల చేస్తుందని చూపించబడింది. తరువాత ఎన్రికో ఫెర్మీ ఈ శక్తిని వెలువరించే ప్రతిక్రియని నియంత్రించి ఒక గొలుసు ప్రక్రియగా కొనసాగించి శక్తిని స్థిరమైన ప్రమాణ గతిలో వెలువరించవచ్చని చూపించేడు. ఈ ఆవిష్కరణతో ఎన్రికో ఫెర్మీ 1942 లో ప్రదర్శనార్థం అమెరికాలో శక్తి ఉత్పాదన కోసం మొదటి అతిచిన్న నాభికీయ రియాక్టర్ నిర్మించాడు. నాభికీయ రియాక్టర్ నుండి వాణిజ్యపరంగా శక్తి సరఫరా 1955 లో మాత్రమె జరిగింది. దురదృష్టవశాన ఈ ప్రయోజనకారియైన న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ నిర్మాణానికి ముందే, రెండవ ప్రపంచ యుద్ధపు జ్వర తీవ్రతలో, ఇదే సిద్ధాంతంపై ఆధారపడిన వినాశకారి అణుబాంబు నిర్మించి, 1945 లో జపాను పై వెయ్యడం జరిగింది.

డా. హోమీ భాభా బెంగళూరు లో కాస్మిక్ కిరణాలపై పరిశోధనలు చేస్తూ, నాభికీయ భౌతిక శాస్త్రంలో ప్రగతిని గమనిస్తూ ఉండేవారు. అతని ఆసక్తి మాత్రం నాభికీయ శక్తియొక్క నిర్మాణాత్మక అంశాలపైనే ఉండేది. అతను నాభికీయ శక్తి ద్వారా విద్యుదుత్పత్తి గూర్చి చూసేవారు. ఈ క్షేత్రంలో ప్రపంచ వ్యాప్తంగా జరుగుతున్న పురోభివృద్ధిని

గమనించేవారు. నాభికీయ రియాక్టర్ల నిర్మాణ సంబంధమైన పరిశోధన అమెరికా, ఇంగ్లాండ్, ఫ్రాన్స్, కెనడా మరి రష్యా లో జరుగుతుండేది. భాభా కు అమెరికా కోసం రియాక్టర్ నిర్మిస్తున్న ఫెర్మీ తో పరిచయం ఉన్నట్లే, భాభా కేంబ్రిడ్జ్ లో చేరినపుడు అక్కడే ఉన్న సర్ జాన్ కాక్క్రాఫ్ట్ కూడా తెలుసు. సర్ కాక్క్రాఫ్ట్ బ్రిటిష్ నాభికీయ రియాక్టర్ నిర్మిస్తున్న వైజ్ఞానికుడు, భాభా కు అతని పని తో పరిచయం ఉంది. కెనడా నాభికీయ కార్యక్రమాన్ని ప్రారంభించినది కూడా సర్ కాక్క్రాఫ్టే. తరువాత 1946 లో దాని బాధ్యత మరొక కేంబ్రిడ్జ్ విద్యార్థి, భాభాకు సన్నిహితుడు ఐన బెన్నెట్ లూఇస్ కు అప్పజేప్పేడు. ఈ విధంగా విద్యుత్పాదనకై నాభికీయ ఊర్జా అనుసంధానం చేస్తున్న అంతర్జాతీయ అగ్రగణ్య వైజ్ఞానిక బృందం అంతా భాభా కు సుపరిచితులే.

భాభా విద్యుదుత్పాదనకు నాభికియ శక్తి ప్రాధాన్యతను, ముఖ్యంగా, భారత దేశం వంటి అభివృద్ధి చెందుతున్న దేశాలకు అది ఎంత ఉపయోగకరం కాగలదో గ్రహించారు. విద్యుత్చక్తి ఏ దేశానికైనా అభివృద్ధికి ప్రచోదకం. భాభా అంటూ ఉండేవారు 'ఏ శక్తి 'శక్తి హీనత' కంటే ఖరీదైనది కాదు' అని; అంటే అర్థం, తగినంత విద్యుత్చక్తి లేకుంటే దేశాభివృద్ధి మరింత ప్రియం అవుతుందని. దీర్ఘ కాలంలో నాభికీయ శక్తే విద్యుత్చక్తి ఉత్పాదనకి తగిన మూలాధారమౌతుందని ఆయన ధ్రుఢంగా విశ్వసించేవారు. అదే సమయంలో అతను ఈ విషయంలో వైజ్ఞానిక ప్రచురణలు అదృశ్యమవటం గమనించారు, అంటే అమెరికా ఐరోపా దేశాలలో వైజ్ఞానికులు అణ్వస్త్రాల రహస్య పరియోజనల వైపు మళ్ళారని గ్రహించారు.

టి ఐ ఎఫ్ ఆర్ జన్మకథ

194o దశాబ్దంలో పరిస్థితులను గమనించి భాభా, భారత దేశం తనదైన నాభికీయ భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనా కార్యక్రమం ప్రారంభించడం తప్ప వేరే గత్యంతరం లేదని నిశ్చయానికి వచ్చారు. బెంగుళూరులో భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనలు జరుపుతున్న భాభా వద్ద, తన పరిశోధనలను ముందుకు తీసుకు వెళ్లేందుకు అనేక పరిశోధనా ప్రతిపాదనలు ఉన్నాయి. దేశం లోని అనేక సంస్థలు, అతను తమ తో ఉండాలని కోరుకుంటున్నాయి. కాని భాభా ఆలోచనలు చాలా విశాలంగా, సందర్భోచితంగా ఉన్నాయి. అతను దేశంలోని విజ్ఞానము, తంత్రము స్థాయి, వానిని అభివృద్ధి చెందిన దేశాల స్థాయి కి తెచ్చేందుకు మార్గాలు ఆలోచిస్తున్నారు. ఆయన భారత దేశానికి అభివృద్ధి చెందిన దేశాలకు మధ్య మిగిలిన వైజ్ఞానిక రంగాలలో ఉన్న అగడ్తను పూడ్చడం, అతి కొత్తది, సవాళ్ళతో నిండిన అణు ఊర్జా క్షేత్రంలో సత్వర ప్రగతి ద్వారా సాధించవచ్చని, ఈ క్షేత్రంలోకి సత్వరంగా దూకాలని ఆలోచిస్తున్నారు.

1943 లో ఆయన జే ఆర్ డి టాటా కు రాసిన, తన ప్రసిద్ధమైన ఉత్తరం లో తను తిరిగి కేంబ్రిడ్జి వెళ్ళాలని ఆలోచిస్తున్నట్లు వ్రాసెరు. ఏమైనా, పరిశోధనకు తగిన సదుపాయాలు కల్పించినట్లయితే భారత దేశంలో

కొనసాగేందుకు సిద్ధమేనని వ్రాసేరు. తన దేశంలో ఉంటూ ఇతర దేశాల స్థాయిలో వైజ్ఞానిక పాఠశాలల స్థాపించడం వ్యక్తి కర్తవ్యమనే భావాభివ్యక్తి చేశారు. తగిన సదుపాయాలు లేక పోవడం, విజ్ఞతతో సమకూర్చబడే ఆర్థిక సహాయం లోపించడం భారతదేశంలో విజ్ఞాన ప్రగతి కుంటుబడడానికి కారణమని అభిప్రాయపడ్డారు. దీనివలనే దేశంలో ఉన్న ప్రతిభకు అనుగుణంగా ప్రగతిని సాధించలేక పోతున్నామన్నారు. జే ఆర్ డి టాటా, దేశంలో వైజ్ఞానిక పరిశోధనా స్థాయిని ఉద్ధరిచాలనే భాభా లోని నిజమైన ఆకాంక్షను గ్రహించారు. ఆతను, భాభా అతని సహచరులు దొరాబ్ టాటా ట్రస్ట్ కు ఒక దృఢమైన ప్రతిపాదన చేస్తే వారు దానికి అనుగుణంగా స్పందిచవచ్చని సూచించేరు.

భాభా ఈ సూచనను అంగీకరించి 1944 లో దొరబ్జి టాటా ట్రస్ట్ కు, ఒక చక్కగా వ్రాసిన ప్రతిపాదన సమర్పించేరు. అది కేవలం ఒక ఆధికారిక ప్రతిపాదన మాత్రమె కాదు, అందులో దేశంలో వైజ్ఞానిక ప్రగతికి ఉచ్చకోటి వైజ్ఞానిక సంస్థల స్థాపనకు మార్గదర్శక సూత్రాలు ఉన్నాయి. అది భారత దేశపు నాభికీయ కార్యక్రమ ప్రథమ అభివ్యక్తి. సాధారణ విధానంలో మొదట ఒక సంస్థనో, విభాగాన్నో స్థాపించి తరువాత దానిని నడిపేందుకు ఎవరినో వెదకడం కన్నా ముందుగా ఒక అర్హుడైన వ్యక్తిని గుర్తించి అతని చుట్టూ సంస్థను పెంపొందిచడం ఎక్కువ సఫలమౌతుందని ఆయన దృఢవిశ్వాసం. ఆయన ఈ సంస్థను ముంబాయి లో స్థాపించడానికి తగిన సమర్థన కూడా ఇచ్చేరు.

టాటా ట్రస్ట్ ఈ ప్రతిపాదనను మరుచటి నెలలోనే అంగీకరించడం ఒక విశేషం. ట్రస్టీలు దీనికై ఆర్థిక, పరిపాలనా సంబంధిత సహాయం ముంబై ప్రావిన్స్ ప్రభుత్వంనుండి, ముంబై విశ్వవిద్యాలయంనుండి పొందాలని నిర్ణయించేరు. భాభా దానికి అంగీకరించేరు.

టాటా ట్రస్ట్ కు చేసిన ప్రతిపాదనలో భాభా మానవ సంసాధనాలను గూర్చి దీర్ఘదర్శకమైన ఒక వాఙ్మూలము ఇచ్చేరు. భాభా "సుమారు రెండు దశాబ్దాల తరువాత భారత దేశం అణుశక్తిని విద్యుదుత్పాదనకై సఫలంగా వినియోగించుకొనే సందర్భంలో విషయ నిపుణులకై విదేశాల వంక చూడవలసిన అవసరం ఉండదు, వారు దేశంలోనే చేతికి అంది వస్తారు" అని రాసేరు. అది ఆయన సమర్థవంతమైన స్వదేశీ మానవ వనరులకు ఎంత ప్రాధాన్యమిచ్చారో సూచిస్తుంది. అది ఇంకా సంస్థ తో పాటు మానవ వనరులను కూడా వృద్ధి చేయాలనే ఆయన యోజనను తెలియజేస్తుంది. గుణవంతమైన మానవ వనరుల సృష్టి నిజంగా తరువాతి కాలంలో అణు ఊర్జా కార్యక్రమం పురోగతిలో ప్రధాన పాత్ర వహించింది. ఈ కార్యక్రమం స్వావలంబితమనే విషయం అందరికి కనుపిస్తోంది.

ఆయన చాలామంది ప్రతిభావంతులైన వ్యక్తులని తన ప్రతిపాదిత సంస్థలో చేరమని ఆహ్వానించేరు. ఆయన కేంబ్రిడ్జి కాలేజిలో తన పాత సహపాఠి ప్రస్తుతం యు ఎస్ ఎ లో చికాగో విశ్వవిద్యాలయంలో ఉన్న ఎస్ చంద్రశేఖర్ ను పిలిచారు. ఆయన పూణే లో ఫెర్గుసన్ కాలేజిలోని గణితజ్ఞుడు ధర్మానంద కోశాంబిని ఆహ్వానించేరు. భాభా ఇంకా బెంగుళూరు నుంచి బి వి శ్రీకాంతన్ ను భౌతిక శాస్త్రం కోసం, పూణే ఎస్ పీ కాలేజి లో పనిచేస్తున్న ఆర్ పీ థట్టే ను ఎలేక్ట్రోనిక్స్ విభాగం కోసం (ఆ రోజులలో దానిని రేడియో ఫిజిక్స్ అనేవారు) పిలిచారు.

టీ ఐ ఎఫ్ ఆర్ ప్రారంభమయింది

ఈ కొత్త సంస్థ జీవితం 1 జున్ 1945 లో తాత్కాలికంగా, భాభా తన పరిశోధనలు సాగిస్తున్న బంగళూరు లోనే ప్రారంభమయింది. 19 డిసెంబర్ 1945 న ముంబాయి కి తరలించబడింది. ముంబాయి గవర్నరు సర్ జాన్ కొల్విల్ గారి చేతులతో ఉద్ఘాటన జరిగింది. 'టాటా ఇనిస్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఫండమెంటల్ రిసెర్చ్' , క్లుప్తం గా 'టీ ఐ ఎఫ్ ఆర్' అని నామకరణం అయిన ఈ సంస్థ, ముంబాయి పెడర్ రోడ్ లో భాభా గారి మాతాసహోదరి కూవర్ పాండే కు చెందిన కేనిల్ వర్త్ బంగాళా లో ప్రారంభమయింది. ఈ విధంగా ఒక అనుగుణమయిన ప్రదేశం సిద్ధమయ్యేవరకు కనీసం కొన్ని సంవత్సరాల పాటు జాగాను వెదికే సమస్యను పరిష్కరించేరు భాభా. ఈ అమరిక 1953 వరకు కొనసాగింది. కొన్ని కార్యకలాపాలు, ముంబాయి లో 'గేట్ వే ఆఫ్ ఇండియా' దగ్గర ఉన్న 'ఓల్డ్ యాట్ క్లబ్' అనే భవనం లోనికి తరలింపబడటం మొదలయింది. కొన్ని ప్రయోగశాలలు కేడేల్ రోడ్ లో స్థాపించడం జరిగింది. చివరగా 1962 లో మొత్తం సంస్థ, ముంబయి కొలాబా లోని తన స్వంత నేవీనగర్ పరిసరానికి తరలించబడింది.

భాభా అణుభౌతిక శాస్త్రం, అనుబంధమైన క్షేత్రాలను అభివృద్ది చేసేందుకు ఉపయోగకరమైన అనేక విషయాలలో అనుసంధానం ప్రారంభించాలని తలచేరు. మనం మొదటగా సంస్థని స్థాపించి తరువాత వైజ్ఞానికులని అన్వేషిస్తే, సక్రమ మార్గంలో అనుసంధానానికి తగిన వ్యక్తులు ఉండకపోవచ్చునని ఆయన ధృఢ విశ్వాసం. అందుకే ఆయన ముందుగా ఆయా విభాగాలలో సమర్ధవంతులైన వ్యక్తులని గుర్తించి వారి చుట్టూ సంస్థలు, విభాగాలు నిలబెట్టేరు. అంకితులైన వ్యక్తులను అగ్రస్థానం లో ఉంచడం వలన భాభా ఈ పథకం మంచి ఫలితాలు ఇచ్చింది. ఈ వ్యక్తులు ఇంకెందరో సమర్ధవంతులైన వ్యక్తులకి మార్గదర్శకులై అనుసంధానాన్ని ముందుకు నడిపారు.

అభివృద్ది చెందిన దేశాల లో ఉన్న సంస్థల సమఉజ్జీ అయిన సంస్థను స్థాపించాలని భాభా కల. ఆయన అటువంటి సంస్థను స్థాపించి నడిపించేందుకు ప్రభుత్వం నుండి సంపూర్ణ సహకారాన్ని కోరేరు. కాని, అనుగుణమైన అనుసంధాన వాతావరణాన్ని స్రుష్టించేందుకు తగినట్టు సంస్థను నడిపే వెసులుబాటు, స్వాతంత్ర్యం కావాలని కోరేరు. ఆయన 'టాటా ఇనిస్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఫండమెంటల్ రిసెర్చ్' ను ఈ విధంగానే స్థాపించేరు. ఈ సంస్థ ఈ రోజు మౌలిక విజ్ఞాన పరిశోధనలో ప్రపంచ ప్రసిద్ది పొందింది.

ఒక ప్రక్క భౌతిక శాస్త్రజ్ఞునిగా తన పరిశోధనలను సాగిస్తూనే, ఈ కాలంలోనే భాభా భారత దేశంలో అణుఊర్జా కార్యక్రమానికి విత్తులు నాటారు. టి ఐ ఎఫ్ ఆర్ అణుఊర్జా "మొక్కలు, చెట్లు' పెంచే అంకురసంరక్షకం(నర్సరీ) గా పరిణమించింది. భాభా స్వంత మాటలలో "ఆ ఆరు ఏళ్ళు నా జీవితం లో అతి అనదకరమైన, ఫలవంతమైన సంవత్సరాలు"

అణువిజ్ఞానం, అణుయాంత్రికి మరియు తంత్రం (ఇంగినీరింగ్ ఎండ్ టెక్నాలజీ) లో అనుసంధానానికి వేరొక సంస్థను స్థాపించవలసిన అవుసరం ఉండింది. ఈ ప్రక్రియను ప్రారంభించేందుకు 1945 లో 'అటామిక్ ఎనర్జీ కమిటీ' స్థాపించబడింది. కమిటీ సభ్యులైన వైజ్ఞానికులు అణువైజ్ఞానిక క్షేత్రంలో ప్రవేశించడానికి మార్గాల గూర్చి చర్చించ సాగేరు. భాభా ఈ త్రోవన అతి చురుకుగా పయనించేందుకు పధకాలు వేసారు.

5

అణు ఊర్జా సంస్థల స్థాపన

ప్రాథమిక అనుసంధానానికై స్థాపించబడిన టీ ఐ ఎఫ్ ఆర్ కు అదనంగా అణు శక్తి నుండి విద్యుదుత్పత్తికి వ్యవస్థలను రూపకల్పన చేసి నిర్మించేందుకు అన్య సంస్థ అవుసరం. భాభా ఈ అవుసరాన్ని గుర్తించి, అణు విజ్ఞానం, యాంత్రికీ మరియు తంత్రం లో వేరొక సంస్థను స్తాపించేందుకు పరియోజన చేసేరు.

ఆగష్టు 15, 1947 న భారత దేశం స్వతంత్ర మయ్యింది, జవహర్ లాల్ నెహ్రూ మొదటి ప్రధాన మంత్రి అయ్యారు. దేశంలో అణు ఊర్జా పరిశ్రమ సాధించేందుకు యోజనలు సిద్ధమయ్యాయి. కాని, అణు ఊర్జా పరంగా వాతావరణం మరీ సహాయకారిగా లేదు.

అణు ఊర్జా ను కనుగొని 7-8 సంవత్సరాలే అయింది. భాభా దూరదృష్టి తో తొందరగా ప్రారంభించి అణు క్షేత్రం లో శోధనలకి, కనుగొనబడిన కొద్ది సంవత్సరాల లోపునే ప్రవేశం చేసారు. 1947 లో ఇంకా ప్రపంచంలో ఎక్కడా విద్యుదుత్పత్తికై అణు రియాక్టరు స్థాపించబడ లేదు. వలస పాలకుల అశ్రద్ధ వలన, విజ్ఞానం భారత దేశంలో ఇంకా శైశవావస్థ లోనే ఉంది. విజ్ఞానం, యాంత్రికీ అనుసంధానాలలో నిష్ణాతులు చాలా కొద్దిమందే ఉన్నారు. పరిశ్రమ అభివృద్ధి చెందలేదు. ఈ క్షేత్రం లో పురోగమనం పర్వతారోహణమే. అశాకరమైన దీర్ఘదర్శి యోజనల కల్పన కూడా, భాభా విజ్ఞత, ప్రభుత్వ సంపూర్ణ సహకారం వినా అనూహ్యం. ఈ సందర్భం లోనే భాభా, నెహ్రూ ల అన్యోన్య ప్రేరక సంబంధం అత్యధికంగా సహాయకారి అయ్యింది.

నాభికీయ విజ్ఞానం, నాభికీయ పదార్థాల సక్రమ నిర్వహణ దృష్ట్యా ప్రత్యేకమైనది. అణు నాభి నుండి ఉత్పత్తి అయ్యే శక్తి అత్యధికం. అది ఏ విధమైన దురుపయోగం కాకుండా అతి జాగ్రత్తగా చూసుకోవాలి. ఈ పదార్థం రేడియో ధార్మికత గలది, అనగా అది హానికారకమైన వికిరణాలను విడుస్తుంది, వాటిని బహిర్గతం కాకుండా ఒక మూసివేయబడిన ప్రదేశంలో బంధించాలి. ఆ విధంగా ఈ పదార్థాన్ని అతి జాగ్రత్తతో వాడుక చెయ్యాలి. అందుకే ఈ టెక్నాలజీ ప్రభుత్వ నియంత్రణలో నియమబద్ధం గా ఉండాల్సిన అవుసరం ఉంది. భారత ప్రభుత్వం అతి త్వరగా అణు ఊర్జా చట్టం తయారు చేసి దాని అనుమోదం చేయించింది. 15 ఏప్రెల్ 1948 నాడు,అనగా స్వాతంత్ర్యం వచ్చిన ఎనిమిది నెలల

లోపే ఈ పని పూర్తి చేసింది. ఈ త్వరిత ప్రక్రియ వెనుక బలం భాభాయే అయి ఉంటారనేది స్వయం విదితం. తిరువాన్కూరు సంస్థానం అధీనంలో ఉన్న కేరళ సముద్ర తటాన లెక్కించదగిన మాత్రలో నాభికీయ పదార్థం దొరికింది. ఈ సంస్థానం ఇంకా స్వతంత్ర భారత దేశంలో విలీనం కావలసి ఉంది. అణుఊర్జ చట్టబద్ధం త్వరగా కావటానికి ఇది కూడా ఒక దోహద మయింది.

చట్టం అనుమోదమయిన నాలుగు నెలలలోనే ఆగష్టు 10, 1948 న ఢిల్లీలో 'అరుదైన ఖనిజ సర్వేక్షణా ప్రభాగం' (రేర్ మినరల్స్ సర్వే యూనిట్) స్థాపించ గలిగారు. అదే రోజు ప్రధానమంత్రి అధ్యక్షతను త్రిసదస్యీయ 'అణుఊర్జా నిగమం' ఏర్పాటు జరిగింది.

అణుఊర్జా మాతృసంస్థ స్థాపన

అణుఊర్జా నిగమ స్థాపన అణుఊర్జా విభాగ స్థాపనకు దారి తీసింది. ఈ విభాగం దేశంలో పరిశోధనా కార్యక్రమాలు, అణువిద్యుత్ కేంద్రాల నిర్మాణం, పరిచాలన మరియు అణు విజ్ఞానానికి సంబంధిచిన అన్ని క్షేత్రాల సంచాలనకు బాధ్యత వహిస్తుంది. అణుఊర్జా నిగమం కార్యకలాపాలన్నీ గేట్ వే ఆఫ్ ఇండియా దగ్గరలో ఉన్న 'యాట్ క్లబ్' భవనంలో ప్రారంభమయ్యాయి. అణు విజ్ఞానం యాన్త్రికీ సంబంధమైన పరిశోధనా కార్యకలాపాలకి ఒక కొత్త స్థలం అవుసరమయింది. భాభా అనేక స్థలాలను పర్యవేక్షించి తూర్పు ముంబై లో ట్రాంబే గ్రామం వద్ద ఒక సుందర ప్రదేశాన్ని నిర్ధారించేరు. ఈ ప్రదేశానికి మూడుపక్కల ఎత్తైన కొండ, నాలుగవ వైపు కొన్ని కిలోమీటర్ల వెడల్పున్న థానే క్రీక్ ఉన్నాయి. అక్కడ 1954 లో పని ప్రారంభమయింది.

1954 లో 'ఓల్డ్ యాట్ క్లబ్' భవనంలో 'అణు ఊర్జా విభాగం, ప్రధాన కార్యాలయం స్థాపించేరు. చేయవలసిన కార్యకలాపాల విస్తృతి మరియు అణు పదార్థాల నిర్వాహకానికి అవుసరమైన ప్రత్యేక కౌశల్యం దృష్ట్యా అణు ఊర్జా కార్యక్రమానికి ప్రత్యేక విభాగం స్థాపన అత్యవసరం. డిపార్టుమెంటు అధీనంలోని మొదటి పరిశోధనా సంస్థ 'టీ ఐ ఎఫ్ ఆర్' అధ్వర్యంలో కొత్త స్థలం ట్రాంబే లో వివిధ అణుపరిశోధనా ప్రయోగశాలల నిర్మాణం చేపట్టరు. 1954 లో ట్రాంబే లో స్థాపించిన సంస్థానానికి 'అటామిక్ ఎనర్జీ ఎస్టాబ్లిష్మెంట్', క్లుప్తంగా 'ఎ ఇ ఇ టీ' అని నామకరణం చేసేరు. ఆ సంవత్సరంలోనే భాభా కు ప్రభుత్వం 'పద్మ భూషణ' పురస్కారం ఇచ్చింది. రసాయన శాస్తం, ధాతుతత్త్వం (మెటలర్జీ) కి సంబంధించిన కొన్ని తాత్కాలిక ప్రయోగశాలలు ముంబై లోని కేడేల్ రోడ్ లో పురాతన గిడ్డంగులలో పని ప్రారంభించేయి. ఇది యోచించిన కార్యక్రమాలను, స్థిరమైన ప్రాంగణం తయారయేందుకు వేచి ఉండకుండా, ఎక్కడ వీలయితే అక్కడ వెంటనే ప్రారంభించాలనే భాభా పనితీరుకు అనుగుణంగా ఉండింది.

ఓల్డ్ యాట్ క్లబ్ పరిపాలనా అధ్వర్యంలో స్వతంత్ర భారత అణు కార్యక్రమం టీ ఐ ఎఫ్ ఆర్ వైజ్ఞానికులు ట్రాంబే లో ప్రారంభించేరు. భాభా కార్యక్రమాలని సర్వతోముఖంగా ఒకేసారి ప్రారంభించేరు. నాభికీయ క్షేత్రానికి మిగిలిన క్షేత్రాలకు ముఖ్య భేదం ఇందులో వాడే పదార్ధాలలో ఉన్నాది. ఈ పదార్ధాలు తప్పు చేతులలో పడకుండా అతి జాగ్రత్తగా చూసుకోవలసిన అవుసరం ఉంది. అందుకే భాభా మొట్టమొదటగా నాభికీయ క్షేత్రంలో ఉపయోగపడే పదార్ధాల, ముఖ్యంగా నాభికీయ రియాక్టర్లలో వాడే ఇంధనం, వెదకడం, ఉత్పాదన చెయ్యడం, పరిష్కరణ చెయ్యడం పై పని ప్రారంభించేరు. నాభికీయ ఇంధనం నుండి అత్యధిక శక్తి తీయడం ఇంకా అతి తక్కువగా రేడియో ధార్మిక వ్యర్ధ పదార్ధం జనింప చేసేందుకు, రియాక్టర్లలో ఉపయోగించిన తరువాత ఇంధనాన్ని పునః పరిష్కరణ చేసి పునరుపయోగం చేయడం కీలక భాగం.

భారత దేశపు మొదటి నాభికీయ రియాక్టర్ల నిర్మాణం

తదుపరి ముఖ్య కార్యం నాబికీయ రియాక్టర్ల నిర్మాణపు టెక్నాలజీ ఆకళించుకోవటం. ప్రపంచలో విద్యుత్తు సరఫరా చేసిన మొదటి రియాక్టర్ 1955 లోనే నిర్మిచబడింది. అతి జాగ్రత్త, బాధ్యత తో నిర్వహించవలసిన ఈ కొత్త దుష్కరమైన క్షేత్రంలో ప్రవేశానికి భాభా ఎంతో సాహసం తన సహయోగుల పై అత్యంత నమ్మకం ప్రదర్శించారు. ఆయన భారత దేశానికి ప్రత్యేకమైన మూడు అంచెల నాభికీయ శక్తి కార్యక్రమాన్ని రూపొందించేరు. రియాక్టర్లకు ముఖ్య ఇంధనమైన యురేనియం నిలువలు భారత దేశంలో సీమితంగా ఉన్నాయి. తను స్వయంగా ఇంధనం కాకపోయినా, ఇంధనంగా మార్పు చేయదగిన థోరియం ఈ దేశంలో సమృద్ధంగా ఉపలబ్దమవుతోంది. కాని, థోరియం ఉపయోగించే టెక్నాలజీ అభివృద్ధి కావటానికి దశాబ్దాల కాలం పడుతుంది. అందుచేత యురేనియంతోనే ప్రారంభించడం అవసరమయ్యింది.

భాభా యురేనియంని తన సహజమైన కూర్పు లోనే వాడాలని నిర్ణయించేరు. సహజ యురేనియం ను ఉపయోగించే టెక్నాలజీ కెనడావారు అభివృద్ధి చేస్తున్నారు. కెనడా వారితో ఏరకమైన ఒప్పందం చేసుకునేముందు, మన సామర్ధ్యంలో ఉన్న ఏ టెక్నాలజీ తో నైనా మనంతమనమే నాబికీయ రియాక్టర్ నిర్మాణంచేసి అనుభవం గడించటం మంచిదని ఆయన భావించేరు. అలాగే 1956 లో భారత దేశపు తొలి రియాక్టర్ 'అప్సర' జననం అయింది. తరువాత కెనడావారి సహాయోగంతో 1962 లో వచ్చిన రియాక్టర్ కు 'సి ఐ ఆర్ యు ఎస్' అని నామకరణం చేసారు. ఇవి రెండు పరిశోధన కై ఉపయోగపడే రియాక్టర్లు, విద్యుదుత్పత్తికి కాదు. వాటివెనుకనే విద్యుదుత్పాదనకు రియాక్టర్లకై కెనడా తో ఒప్పందం జరిగింది. ఒప్పందం లో నియమం, భారతీయులు టెక్నాలజీని పూర్తిగా ఆకళింపు చేసుకొని ముందు ముందు అభివృద్ధి స్వయంగానే చేసుకోవాలని.   భాభా గారి జీవితకాలంలోను ఆతరువాత కూడా అదే జరిగింది. సహజ యురేనియంను ఇంధనంగా ఉపయోగించే టెక్నాలజీయే ఈనాటికి నాభికీయ విద్యుదుత్పాదకాగారాలకి ముఖ్యాధారంగా ఉన్నాది.

సహజ యురేనియం ని ఇంధనంగా వాడే రియాక్టర్లలో వేరేరకమైన 'హెవీ వాటర్' (భార జలం) అని పిలువబడే నీరు అవుసరం. అది సహజమైన నీటిలో అతి తక్కువ శాతం, సుమారు 0.016 శాతం, మాత్రమె ఉంటుంది. అందుచేత భాభా హెవీ వాటర్ ఉత్పత్తి కార్యక్రమం ప్రారంభించేరు; అందులో ఈ రోజు భారతదేశం అత్యధిక ఉత్పాదన చేసే దేశాల్లో ఒకటి.

థోరియం ను ఉపయోగించే స్థితికి చేరేముందు మధ్యంతరపు మెట్టుగా ప్లుటోనియం ఇంధనంగా వాడే రియాక్టర్లను చెయ్యాలి. ప్లుటోనియం సహజంగా దొరకదు, దానిని ఉత్పత్తి చెయ్యాలి. ప్లుటొనియం ఉత్పత్తి చేయడం దానితో పనిచేసే రియాక్టర్లు నిర్మించడం, ఈ రెండు టెక్నాలజీలు ఈ రోజు భారతీయ వైజ్ఞానికులు సాధించేరు. ఇలాగే భారత్ భాభా విశాల దృక్పధం, నిశితమైన ప్రగాఢ యోచనలను ద్యోతకం చేసే మార్గాన్నే పురోగమిస్తున్నాది. రియాక్టర్లపై అనుసంధాన కార్యక్రమం ప్రస్తుతం భారతదేశంలో రెండు అనుసంధాన కేంద్రాలలో జరుగుతున్నాది. ఒకటి ముంబాయిలో 1957 లో స్థాపించి భాభా మరణోపరాంతం 'భాభా ఎటోమిక్ రిసెర్చ్ సెంటర్' (భాభా అణు సంధాన కేంద్రం) లేదా క్లుప్తంగా 'బి ఎ ఆర్ సీ' అని నామకరణం చేయబడ్డ కేంద్రం, రెండవది తమిళనాడులో కల్పాక్కం వద్ద 1971 లో నెలకొల్పిన 'ఇందిరా గాంధీ ఏటోమిక్ రీసెర్చ్ సెంటర్' (ఇందిరా గాంధీ అణు సంధాన కేంద్రం) క్లుప్తంగా 'ఐ జి సి ఎ ఆర్'.

రేడియోధార్మిక పదార్థాలను (అంటే అణుధార్మిక వికిరణాలను పెదజల్లే పదార్ధాలు) నిజమైన నియంత్రిత ఉపయోగానికి అవుసరమైన మౌలిక, ప్రాయోగిక అనుసంధానం జరిపించటంలో కూడా భాభా సత్వరత చూపించారు. ఇది రెండు క్షేత్రాలలో ఉన్నాది. ఆ ఉపయోగాలలో ఒకటి కేన్సర్ మరియు ఇతర రుగ్మతల చికిత్సలో ఉపయోగం; రెండవది ఆహార పదార్ధాలను నిలవ చేయడంలో ఉపయోగం. ఈ రెండు క్షేత్రాలు, విద్యుదుత్పాదన ఇవి 'శాంతికై అణువు' అనటం మామూలు. భాభా ప్రారంభించిన రేడియోధార్మిక వస్తువుల వివిధోపయోగాలని ఇప్పుడు 'భాభా అటామిక్ రీసెర్చ్ సెంటర్' బాగా అభివృద్ధి చేసింది.

అప్పుడు భాభా కెనడాతో సహజ యురేనియం ఆధారిత విద్యుదుత్పాదక రియాక్టర్ల వికాసానికి సహకార ఒప్పందం చేసుకునేందుకు ప్రయత్నాలు చేసేరు. ఈ ఒప్పందం క్రింద భారత్, మొదటి రియాక్టర్ రాజస్థాన్ లోని కోటా లో స్థాపించింది. వీటి ప్రణాళికలను విస్తృతంగా మెరుగుపరచి, విద్యుదుత్పాదన మూడు రెట్లు పెంచి, భారత్ స్వయంగానే తరువాతి రియాక్టర్లను నిర్మించుకుంది. ఈరోజు ఈరకం రియాక్టర్లు మొత్తం ఇరవై భారత్ లో ఉన్నాయి.

విజ్ఞానం, సాంకేతికం లో ఇతర క్షేత్రాలు

భాభాకు భారత వైజ్ఞానిక ప్రగతిని గూర్చి చాలా విస్తృతమైన దృక్పధం ఉండేది. అణు విజ్ఞానమే గాక దాని అనుబంధిత క్షేత్రాలలో గూడా అణు ఊర్జా విభాగం, అటామిక్ ఎనర్జీ డిపార్టుమెంట్ (పూర్వపు డిపార్టుమెంట్ అఫ్ అటామిక్ ఎనర్జీ) లో అనుసంధానం ప్రారంభించేరు. ఆయన మిగిలిన క్షేత్రాలలో ఆరంబిక వైజ్ఞానిక యత్నాలకు కూడా దన్ను ఇచ్చేరు.

ఎలక్ట్రానిక్స్ ఒక ముఖ్య క్షేత్రం. ఈ విషయం, ఉష్ణోగ్రత, పీడనం వంటి సంబంధిత కొలతలు తీసుకొనేందుకు, నాభికీయ రియాక్టర్లను నియంత్రించేందుకు అవసరమైన యంత్రాలకు చాలా ముఖ్యమైనది. ఆయన భారతీయ ఎలక్ట్రానిక్ నిగమం (ఎలక్ట్రానిక్స్ కార్పొరేషన్ అఫ్ ఇండియా) హైదరాబాదులో స్థాపించేందుకు చర్యలు ప్రారంభిచేరు గాని, దాని వ్యవస్థాపన ఆయన మరణోపరాంతమే జరిగింది. ఇంకా విస్తృత పరిధిలో ఆయన దేశంలో ఎలక్ట్రానిక్ ప్రగతి ఎలా సాగాలనే మానచిత్రాన్ని రూపొందించే బాధ్యతతో భారత ప్రభుత్వం ఏర్పరచిన ఎలక్ట్రానిక్స్ కమిటీ అధ్యక్షత వహించేరు. టీ ఐ ఎఫ్ ఆర్ లో ప్రారంభించిన కంప్యూటర్ నిర్మాణ కార్యక్రమం ద్వారా భారత దేశపు మొదటి గణక యంత్రం టీ ఐ ఎఫ్ ఆర్ ఎ సి (టైఫ్రాక్) 1964 లో నిర్మించబడింది.

చాలా కాలం క్రితమే, 1944 లో సర్ ఎ వీ హిల్, జీవభౌతిక శాస్త్రం (బయోఫిజిక్స్) భారతదేశం లో నిర్లక్ష్యం చేయబడుతోందని భాభా ఈ విషయంలో చొరవ చేసుకొని దీని ప్రాచుర్యం చేయాలని సూచించేరు. తన సిద్ధాంతానుసారమే, భాభా తగిన వ్యక్తికై, అమెరికాలో అనుసంధానం చేస్తున్న ఒబైద్ సిద్దికి గారు దొరికే వరకు వేచిఉండి బి ఎ ఆర్ సి లో సూక్ష్మజీవశాస్త్రం లో అనుసంధాన కార్యక్రమాలు 1962 లో ప్రారంబించేరు.

రేడియో-ఖగోళ శాస్త్ర అద్యయనం కోసం ఊటీ లో టీ ఐ ఎఫ్ ఆర్ క్రింద రేడియో-దుర్భిణి యంత్రం స్థాపనకు బాధ్యత, తదుపరి రోయల్ సొసైటీ అఫ్ లండన్ సభ్యత్వం ద్వారా గౌరవింపబడిన ప్రొఫెసర్ గోవింద్ స్వరూప్ గారికి ఇచ్చేరు. దీనికి స్థలాన్ని చాలా పరిశ్రమతో సర్వేక్షణలు జరిపిన తరువాత మంచి సూక్ష్మ బుద్ధితో ఎంపిక చేసేరు.

భాభా స్వయంగా గణిత శాస్త్ర ప్రవీణుడు కావటంతో అతని భౌతికశాస్త్ర అనుసంధానానికి అది ధ్రుఢమైన ప్రాతిపదిక అయింది. ఆయన డీ డీ కోశాంబి, ప్రొఫెసర్ కే చంద్రశేఖరన్ వంటి అగ్రగణ్యులైన గణితజ్ఞులను టీ ఐ ఎఫ్ ఆర్ కు ఆహ్వానించి గణిత పాఠశాల స్థాపించేరు. గణితం మాటలలో చెప్పలేని ఊహలకు ఖచ్చితంగా అక్షర రూపమిచ్చే సశక్త వాహికగా అయన నమ్మేవారు.

రెండవ ప్రపంచ సంగ్రామ సంక్షోభం లో కేంబ్రిడ్జ్ నుంచి భారత్ కు తిరిగి వచ్చిన డా. విక్రమ్ సారాభాయ్ మరొక మహోన్నత దృక్పధం గల వైజ్ఞానికుడు. తిరిగి 1945 లో కేంబ్రిడ్జి వెళ్లి తన పీ హెచ్ డీ పూర్తిచేసుకునే వరకు ఆయన

బంగళూరు లో సర్ సి వీ రామన్ గారి మార్గదర్శకత్వంలో అనుసంధానం కొనసాగించేరు. 1939 నుండి 1945 వరకు భాభా, సారాభాయ్ బంగళూరు లో సన్నిహిత సంపర్కం లో ఉండేవారు, పరస్పరం మంచి గౌరవం ఉండేది.

రష్యా స్పుత్నిక్ ఉపగ్రహాన్ని ప్రయోగించిన తరువాత, భాభా, సారాభాయ్ ఇద్దరూ భారత దేశం కూడా ఈ రంగంలో వెంటనే ప్రవేశించడం అవసరమని భావించేరు. భాభా ఒప్పించగా పండిట్ నెహ్రూ, 1961 లో అటామిక్ ఎనర్జీ డిపార్టుమెంటు అధ్వర్యంలో అంతరిక్ష జ్ఞానం లో అనుసంధానానికి అంగీకరించేరు. సారాభాయ్ అప్పటికే అహమ్మదాబాద్ లోని భౌతిక అనుసంధాన ప్రయోగశాలలో (ఫిజికల్ రీసెర్చ్ లేబొరేటరీ, సూక్ష్మంగా పీ ఆర్ ఎల్) అంతరిక్ష విజ్ఞాన అనుసంధానం ప్రారంభించేరు. నిజానికి అణు విజ్ఞానానికి టీ ఐ ఎఫ్ ఆర్ ఎలాగో అంతరిక్ష విజ్ఞానానికి పీ ఆర్ ఎల్ అలాగే. భాభా భారత జాతీయ అంతరిక్ష అనుసందాన సంస్థ (ఇండియన్ నేషనల్ కమిటీ ఫర్ స్పేస్ రీసెర్చ్) స్థాపించి, దాని అధ్యక్షత, నిర్వహణా నాయకత్వం సహజంగానే సారాభాయ్ కి అప్పజెప్పారు.

మిగిలిన సంస్థల లాగానే అంతరిక్ష కేంద్రం కూడా ఒక తాత్కాలిక స్థానం, కేరళ థుంబా లో ఒక కేథోలిక్ చర్చి నుండి ఒక పశువుల కొట్టం ప్రయోగశాల, బిషప్ గారి ఇల్లు కర్మాగారం గా ప్రారంభమయింది. భాభా గారి మనస్సులో అంతరిక్ష అనుసంధానానికి ఒక అశాత్మకమైన కార్యక్రమం ఉండేది. కాని 1966 లో భాభా గారి దుర్మరణం వలన అణుఊర్జా, అంతరిక్ష కార్యక్రమం రెండిటి బాధ్యతా డా. సారాభాయ్ పూర్తిగా వహించేరు. డా.సారాభాయ్ భారతీయ అంతరిక్ష కార్యక్రమ జనకునిగా పేరొందారు. దురదృష్టవశాత్తు ఆయన కూడా దీర్ఘాయుష్కులు కాలేదు కాని తన నిష్క్రమణకు చాలా ముందే ఈ పనికి ఓంకారం చుట్టేరు.

భాభా నిధనం తర్వాత ఐదేళ్ళు సారాభాయ్ అటామిక్ ఎనర్జీ కమిషన్ అధ్యక్షులుగా ఉన్నారు. ఆయన భాభా నిర్ధారించిన కార్యక్రమాలు త్వరిత గతినే కొనసాగించేరు. అల్ప కాలంలోనే అణుశక్తి ఛత్రఛాయను అనేక ప్రత్యేక వ్యవస్థలను స్థాపించిన ఘనత ఆయనకే చెందుతుంది. అందులో యురేనియం ఖననానికి 'యురేనియం కార్పొరేషన్ అఫ్ ఇండియా' జాదుగుడా లో, ఎలక్ట్రానిక్ మరియు కంప్యూటర్ యంత్రాలు నిర్మించేందుకు 'ఎలక్ట్రానిక్స్ కార్పొరేషన్ అఫ్ ఇండియా' హైదరాబాద్ లో, కణాల త్వరీకరణ అనుసంధానం కోసం 'పరిణామయోగ్య శక్తి వార్తికం' (వేరియబుల్ ఎనర్జీ సైక్లోట్రోన్) కొలకతా లోను, హెవీ వాటర్ ఉత్పత్తికి హెవీ వాటర్ బోర్డు ముంబాయి లోను, రెండవ స్థాయి (సెకండ్ స్టేజి) రియాక్టర్ల అనుసంధానానికి రియాక్టర్ రీసెర్చ్ సెంటర్ (తదుపరి ఇందిరాగాంధీ సెంటర్ ఫర్ అటామిక్ రీసెర్చ్ గా నామకరణ మయింది) ఉన్నాయి. అయన లేజర్ టెక్నాలజీ కార్యక్రమాన్ని గూడా, అమెరికా నుండి డా. భావాల్కర్ ను ఆహ్వానించి ప్రారంభించేరు.

6

అంతర్జాతీయ దృశ్యం లో భాభా

కొన్ని అణువులను తునకలుగా విభజించి నాభికీయ శక్తిని ఉత్పన్నం చేసే ప్రక్రియ 1939 లో కనుగొనబడింది. ఉత్పన్నమయే శక్తి అపారమని గ్రహించారు. దానిని ఎలాగ విద్యుదుత్పత్తికి వినియోగించగలమో అలాగే దుష్పరిణామంగా అణు బాంబు కూడా చేయవచ్చును. రెండవ ప్రపంచ యుద్ధం లో అమెరికా, హిరోషిమా నాగసాకి అనే రెండు జపానుదేశ నగరాలపై రెండు అణు బాంబులు వేసింది. మొదటి నాభికీయ రియాక్టర్ విద్యుదుత్పత్తి చేయడానికి ముందే ప్రపంచానికి నాభికీయ శక్తియొక్క వినాశకారి ముఖం విదితమయింది.

1953 లో డ్వైట్ ఐసెన్ హోవర్ అమెరికా అధ్యక్షపదవి చేపట్టేరు. ఆయన ఐక్య రాజ్య సమితిని అణు శక్తి శాంతియుత ఉపయోగాలపై ఒక అంతర్జాతీయ సమాఖ్య ఏర్పాటు చేయమన్నారు. ఐక్య రాజ్య సమితి ప్రపంచ దేశాల శాంతియుత సహజీవనానికి తోడ్పడే ఒక భౌగోళిక దేశాల సమాఖ్య. అందులో ఈరోజు 193 దేశాలు సభ్యులు. ఐక్య రాజ్య సమితి పరిభాషలో ప్రతి సభ్యత్వాన్ని 'సభ్య దేశం' అంటారు. అద్యక్షుడు ఇసేన్ హోవర్ సూచించిన సమాఖ్య 1955 లో చేయాలని నిశ్చయించేరు. ఇది విజ్ఞానం టెక్నాలజీ కి సంబంధించి ఐక్యరాజ్యసమితి ప్రథమ సమావేశం.

భాభా అప్పటికే భారత దేశంలో శాంతియుత ఉపయోగాలకై అణు శక్తి కార్యక్రమాన్ని ప్రారంభించి ఉన్నారు. ప్రపంచమంతా భాభా ప్రయత్నాలను గుర్తించి ఆయనను సమావేశానికి అధ్యక్షునిగా ఎన్నుకున్నారు. ఆయన అధ్యక్షోపన్యాసం ఈనాటికి గుర్తుచేసుకుంటారు.ఆయన మానవుడు చారిత్రకంగా ఏ విధంగా వివిధ శక్తి రూపాలను ఉత్పన్నం చేసే యత్నం చేశాడో అది అభివృద్ధికి ఎలా సహాయ పడిందో విశదీకరించేరు. ఆయన అణుశక్తిని విద్యుత్తుత్పాదనకై వినియోగిచాలని నొక్కి వక్కాణించేరు. ప్రస్తుత టెక్నాలజీ బరువైన అణువుల విచ్ఛేదన పై ఆధారపడి ఉంది. అతి తేలికైన హైడ్రోజన్ వంటి అణువుల ఇక్యానుసంధానంతో కూడా శక్తి ఉత్పాదన చేయవచ్చు. కాని ఈ విధంగా శక్తి ఉత్పాదన గూర్చి అనుసంధానం ఇంకా శైశవావస్థలో ఉన్నాది. కాని భాభా ఈ విషయంలో చాలా ఆశాభావం కలిగి ఉండేవారు. ఏరోజైతే ఇక్యానుసంధానం (ఫ్యూజన్) ద్వారా శక్తి సాదిస్తామో ఆరోజు మనిషి విద్యుఛ్చక్తి సమస్య సర్వకాలానికి నివారణమౌతుంది.

అంతర్జాతీయ సంస్థ స్థాపన

నాభికీయ శక్తి శాంతియుత ఉపయోగాలపై 1955 లో జరిగిన సమావేశం లో, ఐక్య రాజ్య సమితి అధ్వర్యంలో అణు శక్తి శాంతియుత ప్రయోజనాల ప్రచారం విధ్వంశక ప్రయోగాలను నివారణ కోసం ఒక కొత్త అంతర్జాతీయ సంస్థ నెలకొల్పాలని నిర్ణయమయింది. అంతర్జాతీయ అణు శక్తి ఏజెన్సీ (ఇంటర్నేషనల్ అటామిక్ ఎనర్జీ ఏజెన్సీ), క్లుప్తంగా ఐ ఎ ఇ ఎ పేరిట ఈ ఏజెన్సీ 1959 లో ప్రారంభమయింది. భాభా గారి నాయకత్వంలో భారత్ 'అప్సర' రియాక్టర్ ను తనంత తానే నెలకొల్పింది. దానివలన భాభా అతని సహాయోగులు ప్రపంచవ్యాప్తంగా మంచి గౌరవం గడించారు. భాభా అతని సహచరులు అనేక ఐ ఎ ఇ ఎ కమిటీలలో చురుకుగా పాల్గొన్నారు. బ్రతికి ఉన్నంత కాలం భాభా ఐ ఎ ఇ ఎ గవర్నర్ గా ఉన్నారు. కమిటీ మిగిలిన గవర్నర్ లు, ఐ ఎ ఇ ఎ లో ఇతర కార్యకర్తల మధ్య ఆయన ఒక 'శక్తిమంతుడు, అనుగ్రహీతుడు' అయిన వ్యక్తిగా పేరొందారు. భాభా నాయకత్వపు కాలం నించి ఈరోజు వరకూ భారత్ ఐ ఎ ఇ ఎ కార్యకలాపాలలో చురుకుగా పాల్గోన్నాది. భారతీయులు ఐ ఎ ఇ ఎ కార్యాలయాలలో ప్రభావవంతంగా పనిచేస్తున్నారు. భారతీయ వైజ్ఞానికులు ఐ ఎ ఇ ఎ సమాఖ్యలన్నింటి లోను విలువైన పత్రాలను సమర్పించారు. అన్ని 'అణు శక్తి శాంతియుత వినియోగం' ప్రదర్శనల లోను తమ స్టాల్స్ పెట్టారు. అనేక దేశాలతో వైజ్ఞానిక జ్ఞాన వినిమయం, ప్రశిక్షణ, పరామర్శాలలో సహకారం చేసారు. భారత్ అనేక ప్రగతిశీల దేశాలకు అణుశక్తి శాంతియుత వినియోగంలో సహాయం చేసింది. ఇదంతా భాభా ఐ ఎ ఇ ఎ ప్రారంభిక సమయంలో ఏర్పరచిన మార్గదర్శకాలననుసరించే జరుగుతున్నాది.

మనం చూసేము గదా, భాభాకు ప్రపంచంలోని అగ్రగణ్యులైన వైజ్ఞానికుల దట్టమైన స్నేహజాలం ఉండేది. ఆయన ఈ స్నేహజాలాన్ని, భారత్ కు అణు క్షేత్రంలో సత్వర ప్రవేశం స్థిరత కల్పించేందుకు తెలివిగా ఉపయోగించేరు. నోబెల్ గ్రహీత జోలియట్ క్యూరీ తో వ్యక్తిగత స్నేహం ద్వారా ఆయన భారత వైజ్ఞానికులు ఫ్రెంచి 'అటామిక్ ఎనర్జీ కమిషన్' ప్రయోగశాలలో అనేక మాసాలు పనిచేసి కొత్త విజ్ఞానాన్ని తొందరగా నేర్చుకొని అవగాహన చేసుకునే లాగా చేసారు. కెనడా అటామిక్ ఎనర్జీ లో బెన్నెట్ లూయిస్ తో స్నేహం వలన భారత వైజ్ఞానికుల పెద్ద జట్టుకు, దేశంలో అభివృద్ధి చేస్తున్న రియాక్టర్ల పై ప్రశిక్షణ కల్పించడంలో సఫలులయ్యారు. అటువంటి నిపుణత పెంపొందించడం అణు శక్తి కార్యక్రమం ప్రారంభించి కొనసాగించేందుకు ఎంత అవుసరమో మనం ఊహించగలం.

7

వ్యక్తిగా భాభా

హోమీ భాభా భారతీయ అణుశక్తి కార్యక్రమ వ్యవస్థాపకుడు, ప్రముఖ వాస్తుజ్ఞుడు గా గుర్తింపబడిన విశ్వవిఖ్యాత మనీషి.

ఈ కార్యక్రమంలో మనం ఈ రోజు చూస్తున్న సఫలత అధికాంశం ఈయన మహోన్నత దృక్పధం తో ప్రారంభ దినాలలో తీసుకున్న చొరవల వలనే. భాభా అణు విజ్ఞానంలో అనుసంధానానికి టాటా ఇన్స్టిట్యూట్ అఫ్ ఫండమెంటల్ రీసెర్చ్ స్థాపించి శ్రీకారం చుట్టడం లోనే తన సూక్ష్మజ్ఞత నంతా ప్రయోగించారు. 1944 లో ఆయన ఈ చొరవ తీసుకున్నారు. అప్పట్లో దేశం లో వాతావరణం ఎలా ఉంది?

ఇంకా ప్రపంచం, కొత్తగా కనుగొన్న అణుశక్తి అపార క్షమతని తెలుసుకోవాల్సి ఉంది. భారత్ కు స్వయం నిర్ణయాధికారం, వలస పాలకుల నుంచి స్వాతంత్ర్యం రావడానికి ఇంకొన్ని సంవత్సరాలు పడుతుంది. అణుశక్తి విషయం విశ్వవిద్యాలయ పాఠ్యాంశాలలో ఎక్కడా లేదు. ఈ పనిని చేపట్టే మానవ వనరులు లేవు. విశేషజ్ఞ మానవ సంసాధనాలు నిర్మించే కార్యక్రమం సమూలం ప్రారంబించవలసి ఉంది. దేశం లో భౌతిక శాస్త్ర అనుసంధానం, భాభా కేంబ్రిడ్జి లో గమనించిన స్థాయికి ఎక్కడా దరిదాపులలో లేదు. భారత్ లో ఎన్నదగ్గ వైజ్ఞానికులు చెల్లాచెదరుగా ఉన్నారు. భారతీయ పారిశ్రామిక రంగం, ఈ కార్యక్రమం కార్యాన్వయం చేసేందుకు అనువుగా ఏమాత్రం లేదు. ఒక్క జంషెడ్పూర్ లోని టాటా వారి స్టీల్ కంపెని, కొండలనుండి ప్రవహిస్తున్న నీటి ద్వారా నదుల ఆనకట్టల పై విద్యుదుత్పత్తి చేస్తున్న జలవిద్యుత్ ప్రకరణాలు తప్ప వేరే వైజ్ఞానికాధారిత పరిశ్రమలు ఏవీ లేవు.

ఈ పరిస్థితిలో, అవుసరమైన ప్రతి వనరు అభావంలో, భాభా కు విస్తృతమైన దీర్ఘకాలిక అణు కార్యక్రమాన్ని నిర్మించే పెద్ద సవాలును ఎదుర్కొనే స్ఫూర్తి ఎలా కలిగింది? మొదటిది విఖ్యాత మైన కుటుంబంలో పెంపకం వలన కలిగిన సద్గుణాలు. జీవితంలో తరువాత కేంబ్రిడ్జి లో ఆవేశపూరితమైన సంధాన వాతావరణాన్ని రుచిచూసారు. 1920-30 దశాబ్దాలలో భౌతిక శాస్త్రంలో ఇతర వైజ్ఞానిక శాస్త్రాలలో విప్లవాత్మకమైన ఆవిష్కరణలు జరిగేయి. ఈ కాలంలోనే మానవాళి అతి సూక్ష్మ పదార్థ జ్ఞానాన్ని సాధించిందిగూడా. అణువును, దాని ఆకృతిని, దానిలో అంతర్గతమైన

సూక్ష్మ కణాలను వాటి ద్రవ్యరాసులు, అవేగాలు తెలుసుకున్నాది. కేంబ్రిడ్జి లో భాభా స్వయంగా ఈ ప్రతీతమౌతున్న విజ్ఞానచరిత్ర కు ప్రత్యక్ష సాక్షి అయ్యేరు. ఆయన విజ్ఞానంలో మహామనీషుల సంపర్కంలోనికి వచ్చి వారితో స్నేహసంబంధాలను నెలకొల్పుకున్నారు. ఆ సంపర్కాలు అతని దృక్పధాన్ని మరింత ఉదారం, విశాలంగా మలచేయి.

అదే సమయంలో ఐరోపా జర్మన్ నియంత హిట్లర్ దౌష్ట్యాన్ని అనుభవిస్తోంది. దాని ప్రతిక్రియగా భాభా సోషలిస్ట్ భావాలకి చేరువయ్యేరు. ఆ భావాలు అతని పెంపకంలో సముపార్జించిన ఉదార భావాలతో మేళవించేయి. సహజంగా ప్రతిభావంతుడైన వ్యక్తి భాభా పై, ఈ బలమైన అంశాలన్నీ స్థిరమైన ముద్రవేసి ఉండాలి. అవి ఆయనను సకారాత్మకంగా, దేశభక్తునిగా, ఉదారంగా కానీ ధ్రుఢంగా, సోషలిస్ట్ భావాలపై మొగ్గు చూపే వ్యక్తిత్వంగా తీర్చిదిద్దాయి. కొద్దిగా పరస్పరవిరుద్ధంగా తోచే ఈ సద్గుణాల మేళవింపే భాభా ను ఒక అద్వితీయ వ్యక్తిత్వంగా తీర్చిదిద్దింది.

---Continued.

ఎవరైనా భాభాలోని గొప్ప సంస్థానిర్మాతను చూడగలరు. ఆయన ముందుగా సంస్థలు స్థాపించి తరువాత వాటి నాయకత్వానికి వైజ్ఞానికుల పదువులను నింపటం తప్పని భావించేవారు, ఎందుకంటే ఆ పద్ధతిలో వ్యక్తులను తప్పుడు పదవుల్లో ఉంచే అవకాశం ఉంది. ఆయన ఒక పెద్ద గుంపు రెండవ శ్రేణి కార్యకర్తలు కొద్ది మంది నిలువెత్తు ఘనులకు సమానంకారు. ఆయన సంస్థలనుగాని, సంస్థలలో విషయ సమూహాలను గాని ఏర్పరచేటప్పుడు, ఈ నియమాన్ని పాలించేవారు.

ఆయన విజ్ఞాన ప్రగతికి తగినంత ద్రవ్యరాసి ముఖ్యమని, అభివృద్ధి చెందుతున్న దేశాలలో ఇది ముఖ్యంగా ప్రభుత్వం ద్వారానే సాధ్యమని అర్థంచేసుకున్నారు. కాని దీనివలన అనర్థకమైన ఆంక్షలు రావచ్చును అవి ఉత్పాదకతా నిరోధకాలు కావచ్చును. ఆయనకు నెహ్రూగారికి మధ్య అవగాహన బలంగా ఉండెను ఆయన నిధులను తదితర సహాయాన్ని ప్రభుత్వం నుండి సాధిస్తూనే కార్యాన్వయంలో నియమాల మార్దవతను సాధించారు.

ఆయన అణుశక్తి విభాగానికి కొన్ని కీలక కార్యాలలో, అంటే భవన నిర్మాణ, కొనుగోళ్ళు, అన్నిటికన్నా ముఖ్యం, ఉద్యోగుల భర్తీలలో తన స్వంత విధానాలు ఉండేలా చేసేవారు. అటామిక్ ఎనర్జీ డిపార్ట్‌మెంట్ ముఖ్య కార్యాలయం ముంబాయిలో ఉండేలా చూశారు, దీనివలన తను, ఇతర ముంబాయిలో ఉండే వైజ్ఞానికులు, విజ్ఞాన కార్యకలాపాలకు దగ్గరగా ఉండవచ్చునని. వీరు డిపార్ట్‌మెంట్ ఆఫ్ ఎటామిక్ ఎనర్జీకి ఇచ్చిన క్రియాన్వయ మార్దవత్వం, సత్వర, గుణవంత కార్యాన్వయంలో ముఖ్య పాత్ర వహించింది.

టి.ఐ.ఎఫ్.ఆర్. ఉద్ఘాటన సంభాషణలో సర్ జాన్‌కోల్‌విల్ చెప్పినట్టు చక్కగా యోచించి వెచ్చించిన ఐశ్వర్యం, వ్యక్తిగత చొరవ, ప్రభుత్వ సహాయం ఇవన్నీ ఈ సంస్థలో మిశ్రితమయ్యాయి.

8. భాభాలోని కళా రాధకుడు.

పురోగామి వైజ్ఞానంపై అపార ఔత్సాహికతతో పాటు భాభా దేశంలోని వివిధ ప్రాంతాలలో కార్యక్రమాలను జరిపేటప్పుడు సౌందర్య భావన పై కూడా శ్రద్ధచూపేవారు. టి.ఐ.ఎఫ్.ఆర్ అరబ్బు సాగరం ముందుట, ముంబాయి లెండ్సఎండ్ ప్రాంతంలో చుట్టూ అందమైన పసరిక తివాచీలతో, ఉద్యాన వనాలతో అతిసుందరంగా ద్యోతనకమయ్యే ఒక అద్భుత భవంతి ట్రాంబేలోని బి.ఎ.ఆర్.సీ. తన సహజ సౌందర్యం కలిగినదైనా, భాభా దానిని తన కళా నైపుణ్యంతో ఇనుమడింపజేసారు.

భాభాలో అనేక శుభలక్షణాలుండేవి. భాభా పాశ్చాత్యా, హిందుస్తానీ, కర్ణాటక సంగీతాభిమాని ముఖ్యంగా పాశ్చాత్య సంగీతంలో మంచి అవగాహన ఉండేది. ఆయనది చిత్రలేఖనంలో మంచి హస్తం. తను కలుసుకున్న ఎందరో ప్రముఖ వైజ్ఞానికుల స్కెచ్‌లను ఆయన గీశారు. బారత దేశపు ప్రముఖ చిత్రకారుడు ఎమ్ ఎఫ్ హుస్సేన్ పై గల ప్రశంసా భావంతో ఆయన చేత టిఐఎఫ్ ఆర్ లాబీలో ఒక పెద్ద భిత్తి చిత్రాన్ని గీయించారు. భవనాల వాస్తు కళగూడా సృజనాశక్తి ద్యోతకాలే. భాభా ఎంతవైజ్ఞానికుడో అంత వాస్తు కళాకారుడు గూడా టిఐఎఫ్ ఆర్, బిఎఆర్‌సి భవనాలు, ప్రాంగణాలు సహజ పరిసరాలు ఎత్తు పల్లాలతో విలీనమయ్యేరీతి ఆయన సృజనాత్మక శక్తికిద్యోతకాలు.

“హోమీకి కళలు కేవలం మనోరంజక సాధనాలు గాని, ఆహ్లాదకరమైన విశ్రాంతి సాధనాలు గాని కావు. అవి అతి గంభీరమైన జీవన వ్యాపకాలు. ఆయన మాటలలోనే చెప్పాలంటే జీవితాన్ని జీవన యోగ్యంగా చేసే వికళలే” అని అతని తమ్ముడు జమ్‌షెడ్, భాభా కళాపిపాసను సముచితంగా వర్ణించారు.

“మానవ పురోగతి ఎప్పుడూ కొద్ది మంది అసాదారణ ప్రజ్ఞావంతులు సృజనశీలులైన వ్యక్తుల విజయాల పైనే ఆధారపడ్డాయి. హోమీ భాభా అటువంటి వారిలో ఒకరు” అని నోబెల్ విజేత సర్‌జాన్ కాక్రాఫ్ట్ పేర్కొన్నారు. భాభా ఒక దీర్ఘదర్శి, ధైర్యశాలి, తనకార్యాలపై సంపూర్ణ నమ్మకం గలవ్యక్తి. ఆయనకు తన దర్శనాలను సత్యాలుగా రూపొందించే, గొప్ప శక్తి చోదనా నైజం ఉండేది. విజ్ఞానానికి, దేశానికి సర్వాధికంగా ఇష్టపడిన విశిష్ట కాంక్ష ఆయనను హద్దులు లేకుండా పరుగెత్తించేది.

జనవరి 24, 1966న అంతర్జాతీయ అణు ఊర్జా ప్రాతినిత్యసభ (ఇంటర్ నేషనల్ ఎటామిక్ ఎనర్జీ ఎంబసీ) యొక్క వైజ్ఞానిక సలహాకార సమితి సమావేశం కోసం వెళుతూ ఆల్ప్స్ పర్వతాలలో మాంట్ బ్లాంక్ శిఖరంపై విమాన దుర్ఘటనలో భాభా మరణించారు. భారత్ ఒక విశిష్ట అసాధారణ వైజ్ఞానికుడు, ఒక దీప్తి వంతుడైన ఇంజినీర్, ఒకమహత్తర గాన కళాపిపాసి, ఒక దేశభక్తుడు మరియు నోబెల్ గ్రహీత సర్ సి.వి.రామన్ మాటలలో చెప్పాలంటే ఆధునిక యుగపు లియోనార్డో డావించి నికోల్పోయింది. నిజంగా ఇటలీ దేశస్థుడు లియోనార్డో డావించి లాగానే హోమీ భాభా కూడా అనేక అధ్యయన క్షేత్రాలలో నిష్ణాతుడు సాధారణంగా అగ్రగాములైన నేతలెవరైనా పరమపదిస్తే, ప్రజా సంస్థలను గౌరవిస్తూ చక్కగా మూసివేస్తారు. భాభా పోయినప్పుడు బారత్ అణుశక్తి విభాగంలోని అన్ని సంస్థలు ఆరోజున తెరిచి ఉన్నాయి.

9. భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు భాభా

కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలో భాభా మొదటగా మెకానికల్ ఇంజనీరింగ్‌లోను తరువాత గణితంలోనూ కూడా ట్రైపోస్ పరీక్షలలో ఉత్తీర్ణులయ్యారు. ఆయన కేంబ్రిడ్జిలోని అనుసంధాన వాతావాతవరణం చూసి చాలా ముగ్ధులయ్యారు. అక్కడ పనిచేస్తున్న అగ్రగణ్య వైజ్ఞానికులలో, ఎర్నెస్ట్ రూథర్ ఫోర్డ్, పాల్ డైరాక్, జేమ్స్‌ఛాడ్విక్‌లు ఉన్నారు. సైద్ధాంతిక భౌతిక శాస్త్రంలో, పరిమాణిత యంత్రగతి శాస్త్రం (క్వాంటమ్ మెకానిక్స్) అతి సత్యంగా అభివృద్ధి చెందుతోంది. ప్రాయోగిక భౌతిక శాస్త్రంలో పదార్థాల అణు, నాభి ఆకృతి సంబంధిత అవిష్కరణలు చేయబడ్డాయి ఈ కాలంలో అణుభౌతిక శాస్త్రంలో విప్లవాత్మక అన్వేషణలు కనుపించాయి. భాభా కేంబ్రిడ్జిలో భౌతిక శాస్త్రంపై పిహెచ్‌డి కి నమోదయ్యారు. ప్రోటాన్లు, ఎలక్ట్రాన్లు, పోసిట్రాన్లు ఇంకా ఇతర పరమాణుకణాల విశ్వాంతరాళ జల్లులు (కాస్మిక్ షవర్స్) పై అనుసంధానానికి 1933లో ఆయనకు పిహెచ్‌డి డాక్టరేటు ఉపాధి లభించింది.

ఆయన గణిత శాస్త్రంలో లభించిన ఉపకార వేతనంతో ప్రయాణపు ఖర్చులు చేస్తూ ఐరోపాలో నీల్స్‌భోర్, వుల్ఫ్‌గాంగ్‌పౌలి, హెన్రికొఫెర్మి వంటి ప్రముఖ వైజ్ఞానికులను కలిసి వారితో పనిజేసారు. ఆయన 1934లో వచ్చిన ఐజాక్ న్యూటన్ సహకార వేతనం (ఫెలోషిప్)తో కేంబ్రిడ్జిలో భౌతిక శాస్త్రంపై అన్వేషన కొనసాగించారు. తరువాత ఆయనకు 1937లో లభించిన 1851 ప్రదర్శిని ఉపకార వేతనం, (1851 ఎగ్జిబిషన్ స్కాలర్‌షిప్)తో ఇంకా ముందుకు తన అనుసంధానాన్ని కొనసాగించగలిగారు. ఆవిధంగా భాభా 1932-39 మధ్య ఏడు సంవత్సరాల పాటు కేంబ్రిడ్జిలో తన భౌతిక శాస్త్ర అనుసంధానంచేసారు. ఆయన ముఖ్య అనుసంధాన విషయం 'కాస్మిర్ రేస్'.

10. కాస్మిర్ రేస్ పై భాభా అను సంధానం.

కాస్మిక్ కిరణాలు భూతలంపై, పృథ్విపై మరణాంతకమైన వలయంలా ఎక్కడి నుండైనా ఒక వర్షపు జల్లులా తాకే కిరణాలు. అవి అధికాంశం హైడ్రోజన్, హీలియం అణువుల నాభికీయ భాగాలు మరియు బీటా కణాలు అణువుల నాభి నుండి వెలువడే అత్యధికశక్తి ఎలక్ట్రాన్లను బీటాకణాలు అంటారు. పిహెచ్‌డి చదువులో భాభా అనుసంధానం పదార్థం ద్వారా కాస్మిక్ కిరణాలు-అంత:శోషణం.

భాభా వికీర్ణత

తరువాత ఆయన ఎలక్ట్రాన్-పోసిట్రాన్ వికీర్ణతను అధ్యయనం చేసారు. పాసిట్రాను, ఎలక్ట్రాన్లతో సమానమైన ద్రవ్యరాసి కలిగిఉండి, ఎలక్ట్రాన్ల ఋణావేశానికి ప్రమాణంలో సమానమైన ధనాదేశం కలిగి ఉంటాయి. అధిక శక్తి కణాలు కొన్ని నాభులను ఢీకొన్నప్పుడు ఎలక్ట్రాన్-పాజిట్రాన్ ఏవిధంగా ఎలక్ట్రాన్స్ వలన వికిరణము జరిగేది. తాము పరిశోధించారు. ఎలక్ట్రాన్-పాజిట్రాన్ వికిరణంపై తన కార్యాన్ని 1935లో భాభా ప్రచురించారు. ఆయన ఆవిష్కరణకు గుర్తింపుగా ఈ ప్రక్రియ భాభా వికిరణం అని ప్రసిద్ది చెందింది. భాభా వికిరణం తరువాత ఈ విషయమై ప్రపంచ వ్యాప్త విస్తృ అనుసందనానికి అనేకమంది వైజ్ఞానికులచే అనేక వేల అనుసంధానాల పత్రాల ప్రచురణకు త్రోవతీసింది.

కాస్మిక్ రేజల్లులు

ఆయన 1936లో బ్రిస్టల్‌లోని భౌతిక ప్రయోగ శాలకువెళ్ళి, వాల్టర్ హైట్లెర్ అనే వరిష్ఠ వైజ్ఞానికునితో పనిచేసారు. హైట్లర్‌తో కలసి భాభా, ఇప్పుడు ప్రసిద్ధమైన హైట్లర్ - భాభా అంచెలకొన (కేస్కేడ్) సిద్ధాంతం ఆవిష్కరించారు. ఈ సిద్ధాంతం మొదటిసారిగా కాస్మిక్ ఎయిర్‌షవర్ భావనను ప్రవేశపెట్టింది. అది కాస్మిక్ కిరణాలు భూమి వాతావరణంతో ఢీ కొన్నపుడు, అవివాతావరణంతో ప్రతి క్రియలో రెండవ శ్రేణి కణాలను, ఒక శ్రేణిలో ఉత్పన్నం చేస్తాయని" ఈరకంగా శ్రేణిలో ఉత్పన్నం కావటం వలన ఈ ప్రక్రియను అంచెలకోన (కేస్కేడ్) ప్రభావం అంటారు. ఈ ప్రభావం కణాలజల్లు, ఒక వానజల్లుగా కురిసేలా చేస్తుంది దీనినే కాస్మిక్ జల్లు అంటారు.

మీసాన్స్

ఆ తరువాత ఆయన కాస్మిక్ కిరణాల ఇతర లక్షణాలపై దృష్టి సారించారు. ఆయన ఎలక్ట్రాన్ల కన్న సుమారు వందరెట్లు బరువైన కణాలు గలిగిన, అతిగా చొచ్చుకుపోయే కొన్ని కాస్మిక్ కిరణాలు ఉన్నాయని భవిష్యసూచన చేసారు. ఈ విషయంలో ఆయన ఆఖరి అనుసంధాన పత్రం 'మీసాన్స్' అని పిలువబడే పరమాణు కణాలసిద్ధాంతం గూర్చి 'మీసాన్స్' ఆయన కాస్మిక్ కిరణాలలో ఉన్నాయని భవిష్య సూచన చేసిన కణాల వంటివి. తరువాత కాస్మిక్ కిరణాలు నిజంగానే 'మీసాన్స్' కలిగి ఉన్నాయని తెలిసింది. ఔత్సుక్యమైన విషయమేమిటంటే మీసాన్ అని భాభాగారే నామకరణం చేశారు, ఇది సర్వామోదకరం అయింది.

అన్ని రేడియోధార్మిక మూలాంశాల (ఎలిమెంట్స్) కణాలు వికిరణం ద్వారా విచ్ఛిన్నమవుతాయి. ప్రతికణం యొక్క విచ్ఛిన్నప్రక్రియ ఒక నిర్ధారిత సమయ క్రమణికను అను సరించి ఉంటుంది. మీసాన్ మహా వేగంతో ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు దాని క్షీణ క్రమ సమయాదధి ఐన్‌స్టైన్ సాపేక్ష సిద్ధాంతాను సారం, విస్తరిస్తుందని పూర్వానుమానం చేసారు. అది తరువాత ప్రయోగాల ద్వారా నిరూపించబడింది. భాభా ఆవిధంగా అణు కణాల అనుసంధానంలో లోతుగా సంబంధితులై ఉన్నారు. ఆయన తన విలువైన అనుసంధాన కార్యం 1939 వరకు కేంబ్రిడ్జిలో కొనసాగించారు. ఆయన ఉపలబ్దులు ఆయన పేరును కాస్మిక్ కిరణాల పాఠ్య గ్రంథాలలో చిరస్థాయిగా నిలిపేయి.

భాభాకు మాన్ ఛెస్టర్‌లో ప్రొఫెసర్ పిఎమ్ఎస్ బ్లాకెట్ గారి వద్ద పనిచేసేందుకు 1939లో రాయల్ సొసయిటీ వారి ప్రదానం గ్రాంటు అందింది. కాని వారు శలవులో భారత్‌లో ఉండగా రెండవ ప్రపంచయుద్ధ మొదలయింది ఆకారణంగా తిరిగి కేంబ్రిడ్జి వెళ్ళలేక పోయారు. అప్పుడు ఆయన తన అధ్యయనం భారత్‌లోనే కొనసాగించారు.

11. భారత్‌లో భాభా భౌతిక శాస్త్ర అనుసందానం

భాభా కేంబ్రిడ్జీలో చేస్తున్న అనుసంధానంలో చాలా భాగం అసంపూర్ణంగా ఉండింది. అది ఎక్కువగా గణిత సంబంధితం. భాభా బెంగుళూరులోని భారత విజ్ఞాన సంస్థానం (ఇండియన్ ఇన్స్టిట్యూట్ ఆఫ్ సైన్స్)లో చేరి కాస్మిక్ కిరణాలపై తన అనుసంధానం కొనసాగించారు.

కష్టాలను అధిగమించడం.

బెంగుళూరు అయస్కాంతిక భూమధ్య రేఖకు దగ్గరగా ఉంది. అప్పట్లో ప్రపంచంలో భూ అయస్కాంత మధ్య రేఖకు దగ్గరగా కాస్మిక్ కిరణాల అధ్యయనం చేయడానికి అనువైన కొద్దిస్థానాలలో ఇది ఒకటి. భూ అయస్కాంత మధ్య రేఖకు దగ్గరలో కాస్మిక్ కిరణాల తీవ్రత నిలకడగా తక్కువగా ఉండటం వైజ్ఞానికులు గమనించారు. ప్రయోగాల వలన తక్కువ శక్తిగల కాస్మిక్ కిరణాలు భూ అయస్కాంత మధ్య రేఖ దగ్గరలో దాదాపుగా లేనట్లే. ఈ ప్రత్యేకత అధిక శక్తి కాస్మిక్ కిరణాల అధ్యయనానికి అనువైనదిగా తెలసింది. భూ అయస్కాంత మధ్యరేఖ భారత్‌లో కేరళాలోని తిరువనంలో పురం దగ్గరగాపోతుంది. భాభా ఈ అవకాశాన్ని వినియోగించుకొని భూ అయస్కాంత మధ్యలేఖకు ఎక్కువ దూరంలో లేని బెంగళూరులో తన కాస్మిక్ కిరణాల అనుసంధానం కొనసాగించారు.

కాని ప్రయోగాలకు సరిపడే సౌలభ్యాలు కొరవయ్యాయి. ఆ కాలంలో భారత్‌లో ఎలక్ట్రానిక్స్ పరికరజ్ఞాన నిపుణులు సులభంగా లభ్యమయ్యే వారు కాదు. వనరుల సమకూర్చుకోవడంలో మంచి చాకచక్యంగల భాభా ఈ అవరోధాలన్నీ అధికమించారు. ఆయన కొందరు ఎలక్ట్రానిక్స్ నేర్చిన వారిని కూర్చుకొని 1 గీగర్ గణన దుర్భిణీ (గీగర్ కౌంటర్ టెలెస్కోప్), గీగర్ ముల్లర్ దుర్భిణీ (గీగర్ ముల్లర్ టెలిస్కోప్) అనె రెండు దుర్భిణీలను దేశంలోనే నిర్మింపజేశార. అవి యదార్థంలో కణదుర్భిణీలు, అంతరిక్షం నుండి వచ్చే మహాశక్తివంతమైన పరమాణు కణాలను కనుగొనే, కణ దుర్భిణీలు (పార్టికల్ టెలిస్కోప్స్). ఆయన ఈ దుర్భిణీలను బెంగళూరులో ఉన్న యు.యస్. వాయుసేన వారి విమానాలలో పంపించేరు కూడా. భాభా గారు చేసిన ఈ కొలతలే, భూమధ్య రేఖ సమీప ఆక్షాంశాలలో అతి - ఎత్తున లభించే 'మిసాన్స్' అనబడే అణుకణాల తీవ్రతల మొట్ట మొదటి కొలతలు.

12. ఇంగ్లాడులో భాభా గమనించలేక పోయిన ప్రయోగాలు.

భాభా తరువాత 'వృత్తా కార మేఘ కక్ష్య" (సర్క్యులర్ క్లౌడ్ చేంబర్) అనబడే పరికరాన్ని తయారుచేసారు. ఇదే పరికరం, భాభా అను సంధానం చేద్దామనుకున్న పిఎమ్ ఎస్ బ్లాకెట్ గారిచే మేన్ ఛెస్టర్‌లో నిర్మింపబడుతూ ఉండింది. భాభాగారు 1939లో భారతదేశం వచ్చి చిక్కుకు పోయి ఉండక పోతే వారు ఈ మెన్ ఛెస్టరు ప్రయోగాలలో భాగస్వాములయ్యుండే వారు. ప్రపంచ యుద్ధం ఆయన ప్రణాళికలలో అడ్డంకులు కలిగించింది. కాని భాభా ఈ బాధకాలను అవకాశాలుగా మార్చుకొని, పరికరాలను భారత్‌లోనే నిర్మించి యు.యస్ (అమెరికా) విమానాలను అద్దెకు తీసుకొని ప్రయోగాలు జరిపేరు ఈప్రణాళికలకు ధనరాశి సర్‌దొరాబ్జి టాటా ట్రస్టు ద్వారా అందజేయబడ్డది.

భాభావంటి సైద్ధాంతిక భౌతిక విజ్ఞాని ప్రయోగాత్మక భౌతికశాస్త్రంలో సన్నిహితంగా పనిచేయడం అరుదు, "సైద్ధాంతిక భౌతిక శాస్త్ర వేత్తలు గణితవిశ్లేషణాన్ని విశేషంగా ఉపయోగిస్తే, ప్రాయోగిక భౌతిక శాస్త్ర వేత్తలు తమ అధ్యనంలో ప్రయోగాలపై ఆధారపడతారు. కాని సందర్భానుసారం, మౌలికంగా సైద్ధాంతిక భౌతిక శాస్త్రవేత్త అయిన భాభా, ప్రయోగాలను చేయవలసి వచ్చింది. కాని భాభా అస్త్రసన్యాసం చేసి కూర్చోలేదు. ఆయన సిద్ధాం తము, ప్రయోగము రెండు వైపుల ద్విపాత్రాభినయం చేసారు. ఇది ఆయన ప్రజ్ఞ, అంకిత భావాన్ని వేనోళ్ళ చాటుతాయి.

కేంబ్రిడ్జిలో ఉన్నప్పుడు భాభా భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు, స్ఫటికశాస్త్రజ్ఞుడు అయిన జెడి బెర్నెల్ అభిప్రాయాలతో భాభా ప్రభావితులయ్యారు. సమాజంలో మార్పులు తెస్తున్న విజ్ఞానం ఒక నైరూప్య కార్యంకాదు, విజ్ఞానపు వేళ్ళు సమాజంలో దృఢంగా నాటుకొని ఉన్నాయి గనుక, విజ్ఞానం యొక్క సత్ఫలితాలు కేవలం పరిపాలక వర్గానికే గాక మొత్తం జనానికి చెందాలని బెర్నెల్ అనే వారు. భారత్‌కు తిరిగివచ్చి ఇక్కడి సామాజిక, రాజకీయ వాతావరణాన్ని చూసిన తరువాత, భాభా భావాలు కేవలం భౌతిక విజ్ఞానంతో తృప్తి పడక విస్తృత పరిధిని సంతరించుకొన్నాయి. త్వరలో రావడానికి అవకాశమున్న స్వాతంత్ర్యం తరువాత భారత్ ప్రగతిని గూర్చి ఆయన ఆలోచించసాగేరు. 1940 దశాబ్దపు మొదటి భాగంలో, ప్రపంచ రంగంలో నాభికీయ భౌతిక శాస్త్రంలో నాటకీయ సంఘటనలు చోటు చేసుకున్నాయి, నాభికీయ భౌతిక శాస్త్రం, మానవోపయోగ యోగ్యమైన నాభికీయ శక్తి ఆవిష్కరణతో కొత్త మలుపు తిరిగింది. వీటిని అనుసరిస్తూ భారత్ ఈ క్షేత్రంలో ప్రవేశించేందుకు ఇదే అదను అని భాభా భావించేవారు.

13. నాభికీయ శక్తి ఆవిష్కారం భారత్‌లో కార్య రూపాలు.

కేంబ్రిడ్జిలో ఉన్నప్పుడు అణుభౌతిక శాస్త్రం అనుసంధానంలో అగ్రగణ్యులైన చాలామంది వైజ్ఞానికులతో సౌహార్ద్ర సంబంధాలు నెలకొల్పేరు కేంబ్రిడ్జిలో పనిచేస్తున్న రూథర్ ఫోర్డ్"గారు, ఒక కేంద్రీయ నాభిచుట్టూ ఎలక్ట్రాన్ల మేఘావృత్తమైన అణు ప్రతిరూపం కల్పించారు. డెన్మార్క్‌లోని కొపెన్ హేగెన్ లో పనిచేస్తున్న నీల్స్‌భోర్, రూథర్ పోర్డ్ నమూనాను మెరుగు పరుస్తూ, నాభి చుట్టూ తిరిగి ఎలక్ట్రాన్లు నిర్ధారితమైన కక్ష్యలలో తిరుగుతాయని గుర్తించారు. ఈ ఆవిష్కరణలు 1910 దశాబ్దంలో జరిగాయి. జెమ్స్ ఛాడవిక్ 1931లో 'న్యూట్రాన్స్' కనుగొన్నాడు. న్యూట్రాన్స్ విద్యుదావేశం ఉండదు. అందుచే వాటికి ఏవిధమైన ప్రక్రియ లేక అవి అప్పటి వరకు కనుగొనబడలేదు. నాభిలో ప్రొటాన్స్‌తో పాటు న్యూట్రాన్స్ ఉంటాయనే ఆవిష్కరణ వలన అప్పట్లో ఎన్నో చిక్కుముడులు విప్పబడ్డాయి.

భాభా స్వయంగా అణువులలోని సూక్ష్మకణాలను అనుసంధానించే కణ వైజ్ఞానికుడు, భాభా అనుసంధాన విషయమైన కాస్మిక్ కిరణాలు ఈ విషయ క్షేత్రంలో ప్రముఖ భాగం. కాస్మిక్ కిరణాలు అంతరిక్షం నుండి, ముఖ్యంగా సౌరమండలం బయటి నుంచి వస్తున్న అధికశక్తి గల వికరణాలు. అతి వాతావరణం, అంతరిక్షంలో అధికశక్తి అణు కణాలను పరీక్షించేందుకు సహజప్రయోగ శాలలు అందువలన భాభా నాభికీయ భౌతిక శాస్త్రంలో ఆవిష్కారాలతో సన్నిహితంగా ముడివడి ఉన్నారు. కాని ఆయన భారత్ తిరిగి వచ్చిన వెంటనే అణుశక్తికి ఆవిష్కారం జరిగింది.

న్యూట్రాన్లతో ప్రయోగాలు

ఒక న్యూట్రాను నించి ఒక ఎలక్ట్రాన్ వెలువడితే అది ప్రోటాన్‌గా మారుతుంది, ఆ మూలకం అణుసంఖ్య (ఎటామిక్ నంబర్) ఒకటి పెరుగుతుంది. ఇది రసాయనిక ఆవర్తన పట్టికలోని అన్యమూలకంగా ఏర్పడుతుంది. హెన్రికో ఫెర్మిలాన్ గూడ అణు నాభులను న్యూట్రానులచే ఢీ కొట్టించినపుడు ఇదే జరిగి ఉంటుందని భావించాడు. యురేనియన్ నాభిని న్యూట్రాన్లతో ఢీకొట్టించినపుడు వేర్వేరు అణుసంఖ్య గల మూలకాలు ఏర్పడ్డాయని ఆయన నిర్ధారించారు. తరువాత జర్మనీ నుండి ఒట్టోహాన్ అదివేరే ప్రక్రియ అని నిరూపించారు.

ఒట్టోహాన్ కూడా ఎన్రికో ఫెర్మివంటి ప్రయోగాలే జరిపారు. ఒక రసాయన శాస్త్ర వేత్త కావటం వలన ఆయన యురేనియమ్ నాభిని న్యూట్రాన్లచే ఢీకొట్టించిన తరువాత బేరియం వచ్చినట్లు కనుగొన్నారు. ఎంతో ఆలోచన, చర్చ తరువాత ఆయన 1939లో నిజానికి యురేనియమ్ నాభిని న్యూట్రాన్లు ఢీకొట్టిన తరువాత అనేక తునకలుగా విడిపోయి, అత్యధిక శక్తిని గూడా వెలువరిస్తుందని నిర్ధారించారు. ఒట్టోహాన్‌కు ఈ ఆవిష్కరణకు 1944లో నోబెల్ పురస్కారం లభించింది.

ఎన్రికో ఫెర్మి అమెరికన్ సంయుక్త రాష్ట్రాలకు స్థానాంతరితులై అక్కడ నాభికీయ శక్తిపై అనుసందానం చేపట్టారు. ఆయన యురేనియమ్ అణువులు న్యూట్రాన్ల చేత నియమిత, స్వయంచాలిత పద్ధతిలో ఢీకొను ప్రయోగాన్ని తయారుచేసారు. ఆవిధంగా ఆయన స్థాయిగా కొనసాగే నాభికీయ గొలుసు ప్రక్రియ ద్వారా ఉష్ణ రూపంలో స్థిరశక్తి ప్రవాహాన్ని సాధించారు. ఈ ప్రయోగం ఆధారంగా ఉష్ణ శక్తిని జనింపజేసే నాభికీయ రియాక్టర్‌ను నిర్మించి, ఉష్ణశక్తిని, సువిదితమన పద్ధతుల ద్వారా విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చే అవకాశం సృష్టించారు. ఫెర్మికి మొదటి నాభికీయ రియాక్టరు నిర్మించబడానికి ఎన్నో సంవత్సరాలు పట్టింది. విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేసే మొదటి నాభికీయ రియాక్టరు 1951లో పూర్తయింది.

మొదట వెలువబడిన క్షుద్రరూపం.

నాభికీయ శక్తి ఆవిష్కరణ నుండి మొదటి రియాక్టర్ నిర్మాణానికి పట్టిన కాలంలో రెండవ ప్రపంచయుద్ధం ముమ్మరంగా సాగుతూఉండింది. చాలా మంది వైజ్ఞానికులను అణుప్రక్రియలో వెలువడె అపారశక్తితో నాభికీయబాంబు లేక అణుబాంబు అని పిలువబడే అణ్వాస్త్ర వికాసానికి మళ్ళించడం జరిగింది. రెండవ ప్రపం యుద్ధంలో 1945లో జపానులోని హిరోషిమా, నాగసాకీలపై రెండు నాభి కీయ బాంబులను

నిజంగానే యుద్ధ విమానాల నుండి వేయటం జరిగింది. ఈ దుఖదసంఘటనలలో అపారమైన మానవ ప్రాణ, స్వాస్థ్య, ఆస్తులకు అపారనష్టం జరిగింది. నాభికీయ ప్రక్రియతో విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదనకు చాలా ముందే మానవజాతి అణ్వాస్త్రాన్ని నిర్మించింది.

తదుపరి సాత్విక రూపం కూడా ఉద్భవించింది.

వైజ్ఞానికుల సకారాత్మక మస్తిష్కం, అణుశక్తిని మానవ కళ్యాణానికై వినియోగించడం కొరకు అనుసంధానాన్ని ముందుకు సాగించింది. వారు నాభి యొక్క రెండు అంశాలను అనుసరించి ఈ దిశగా పురోగమించారు. మొదటిది, నాభికీయ గొలుసు ప్రక్రియను నియంత్రించి విద్యుదుత్పాదన చేయడం. అమెరికా, ఇంగ్లాండ్, కెనడా, ఫ్రాన్స్, రష్యాలలో మొదటి రియాక్టర్లు, తగిన జ్ఞానం, అనుభవం ఆర్జించేందుకు ప్రయోగాలలో ఉపయోగించారు. దానితరువాత పెద్దరియాక్టర్లు విద్యుదుత్పాదనకై నిర్మించారు.

నాభి యొక్క వేరొక అంశం సదుపయోగానికి తగినదై ఉన్నది. అనేక మూలకాలు రేడియోధార్మికత కలిగి ఉన్నాయి. అంటే వాటి నాభి వికిరణాలు, చిన్న పరమాణు కణాలరూపంలోగాని, 'గామా' కిరణాలు అనిపిలవబడే విద్యుదయస్కాంత తరంగాలుగా గానివెలువరిస్తుంది. అటువంటి మూలకాలు ప్రకృతిలో కూడా ఉన్నాయి. మనం వికిరణాలను, అంతరిక్షం నుండి, భూమి నుండి, మనం తినే ఆహారం నుండి, పీల్చే గాలి నుండి పొందుతూనే ఉంటాము. కాని అది అతి సూక్ష్మ పరిమాణంలో ఉంటుంది. వికిరణం మరీశక్తి వంతమైతే అది అన్ని జీవరాసులకి హానికరం కాని నియమిత, సూక్ష్మ పరిమాణంలో రేడియో ధార్మిక పదార్థాలను కేన్సరు వంటి అనేక వ్యాధుల నిదానము, చికిత్సలకు ఉపయోగించవచ్చు. దాని ఉపయోగాలు వ్యవసాయంలోను పరిశ్రమలోనూ కూడా ఉన్నాయి. నాభియొక్క ఈ జౌపయోగాంశాలే ముందుకు పోయేందుకు వైజ్ఞానికులను ఆకర్షించాయి.

ఈ రెండు అంశాలు, విద్యుదుత్పత్తి, రేడియో ధార్మికత సదుపయోగాలు 'శాంతికై అణువు' (ఏటమ్‌ఫర్ పీస్) అని ప్రసిద్ధి చెందాయి.

10. భారత్‌లో పథ దర్శకుడు భాభా

కాస్మిక్ కిరణాలపై శోధనలు చేస్తున్న భాభా, అణు భౌతిక శాస్త్రంలో ప్రగతిని గమనిస్తూ ఉండేవారు. ఆయన ఆసక్తి మాత్రం శాంతికై అణువు పైన, అనగా అణుశక్తి సకారాత్మక అంశాలపైనే ఉండేది. ఆయన అణుశక్తి ద్వారా విద్యుదుత్పత్తికై యత్నంచేసేవారు. ఆయన ఈ క్షేత్రంలో ప్రపంచ వ్యాప్తంగా జరుపుగుతున్న

అభివృద్ధిని గమనించారు. ప్రపంచమంతటా అణుశక్తిని విద్యుదుత్పత్తికై వినియోగించడంపై అనుసంధానంచేస్తున్న వైజ్ఞానికులందరూ ఆయనకు సుపరిచితులే.

భారత్‌లో అణు విజ్ఞాన శంఖుస్థాపన.

అణు భౌతిక శాస్త్రం, తత్సంబంధిత క్షేత్రంలో అనుసంధానానికై భాభా ఒక సంస్థను స్థాపించడంతో ప్రారంభించారు. టాటా ఇన్స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఫండమెంటల్ రీసెర్చ్ (క్లుప్తంగా టిఐఎఫ్ఆర్), 19 డిసెంబరు 1945న ప్రారంభోత్సవం జరుపుకుంది. టిఐఎఫ్ఆర్‌లో సైద్ధాంతిక భౌతిక శాస్త్రం, నాభికీయ భౌతిక శాస్త్రం, కాస్మిక్ కిరణాలు, గణితము, రసాయన శాస్త్రము మరియు గణకయంత్రాలు కంప్యూటర్స్‌లో అధ్యయనం ప్రారంభమయింది.

సంస్థప్రారంభం కాగానే భాభా ప్రారంభించిన మరోక ముఖ్య కార్యక్రమం కణల్ట్ రీకరణ యంత్రం (పార్టికల్ ఎక్సిలరేటర్) దీని ద్వారా ప్రొటాన్స్, ఎలక్ట్రాన్స్, అయనీకృత కణాలు (ఐయొనైజ్డ్ పార్టికల్స్) ఇత్యాది పరమాణు కణాలకు అత్యధిక శక్తి కలిగించవచ్చును. తద్వారా అతివేగము, శక్తి, మరియు స్థితులలో కణాల వ్యవహారం ప్రయోగశాలలో ప్రయోగాల ద్వారా పరిశీలించవచ్చు.

భాభా అమెరికా నుండి ఒక త్వరీకరణ యంత్రం (Accelerator) ను దిగుమతి చేసుకోవాలని ప్రయత్నించారు. కాని, అమెరికా ఆ యంత్రం టిఐఎఫ్ఆర్‌కు ఇవ్వటానికి నిరాకరించింది. ఆయన అప్పుడు అది టిఐఎఫ్ఆర్‌లోనే నిర్మించేందుక పని ప్రారంభించారు. ఒక చిన్న యంత్రం 1950లో నిర్మించారు గాని అది ఉపయోగ యోగ్యం కాలేదు. 1960 దశకంలో తరువాత అనేక త్వరీకరణ యంత్రాలు భారతీయ వైజ్ఞానికలు నిర్మించారు.

అణువులను పనికై నియోగించడం టిఐఎఫ్ఆర్ మౌలిక అనుసంధానం చేయటానికి ఏర్పాటయింది. ఈ రకమైన అనుసంధానంలో ప్రాథమిక విజ్ఞానంలో ఆవిష్కరణలు జరుగుతాయి. అది ఔపయోగిక వ్యవస్థలు నిర్మించేందుకు పునాదులు వేస్తుంది. అదే ఔపయోగిక అణు సంధాన సంస్థలు కొన్ని ఉద్దేశాల సాధనకై కొత్త ఉపకరణాలు, వ్యవస్థలు నిర్మించేందుకు అణుశక్తి శాంతియుత ప్రయోజనాలకై స్థాపిస్తారు. భాభా నాభికీయ విజ్ఞానం, ఇంజనీరింగ్ మరియు టెక్నాలజీలకై ఔపయోగిక అనుసంధాన సంస్థను స్థాపించే కార్యక్రమం మొదలుపెట్టారు. దీనికి రెండు ఆదర్శాలు, ఒకటి విద్యుదుత్పత్తి, రెండవది వైద్యం, వ్యవసాయం, పరిశ్రమలలో రేడియో ధార్మిక పదార్థాల ఉపయోగం.

అణుక్షేత్రంలో అన్ని కార్యాలు నడిపించేందుకు 1948లో భారత ప్రభుత్వం ఎటామిక్ ఎనర్జీ కమీషన్ స్థాపించింది. నియమాలు చేయడం మొదలుకొని, పరియోజనాల కార్యాన్వయం తరువాత అణుశక్తి సంబంధిత సకల కార్యాలు ఈ ఆయోగం (కమిషన్) బాధ్యత ఆయోగం క్రింద పనిచేసే అటమీక్ ఎనర్జీ విభాగం అసలుగా క్రియాన్వయం చేస్తుంది. ఈ విభాగం 1954లో ఏర్పాటయింది. అణు సంబంధిత అధికార క్షేత్రంలో భారత ప్రభుత్వ సర్వాధికారాలు ఈ అణుశక్తి ఆయోగంలోనే నిహితమై ఉంటాయి. ఈ ఆయోగ అధ్యక్షతకు భాభా యే సహజ వర్యుడు అయ్యాడు. ఆయన ఆ పదవిని 1966లో దుర్మరణం పాలయ్యే వరకు అధిష్టించారు.

15. అణు కార్యక్రమాన్ని చేపట్టేందుకు మీకు అవసరమయే సర్వస్వం.

భాభాకు అణు కార్యక్రమంలో సఫలమయేందుకు ఏరకమైన అంతరాయం లేకుండా కాలవసిన వన్నీ స్పష్టంగా అవగతమే. ఆయనకు దేశంలోని సక్షమతలు, విశేషజ్ఞతలు పూర్తిగా తెలుగు. నాభి కీయ క్షేత్రంలో ముందున్న దేశాల నుండి వైజ్ఞానిక, తక్నీకీ రంగాలలో ఎక్కడ సహాయం అవుసరమో కూడా తెలుసు. ఆయనకు విజ్ఞానం టెక్నాలజీ ప్రపంచంలో ఏస్థాయిలో ఉన్నాయో తెలుసు. ఆయన ఆయా సంబంధిత క్షేత్రాలలో నిపుణులైన భారతీయులు దేశంలోనూ, బయటి దేశాలలోనూ ఎక్కడెక్కడ ఉన్నారో తెలుసుకొని ఉన్నారు. ఆయన అటువంటి వారు విదేశాలలో ఉంటే వారిని తెచ్చి నాభికీయ అనుసంధానానికి నాయకత్వం వహింపజేయాలని చూస్తున్నారు.

అణువిభాగం విషయంపై తన సర్వతో ముఖజ్ఞానంతో ఆయన దేశీయ నాభికీయ కార్యక్రమం చేపట్టేందుకు అవసరమైన విషయాలను పట్టిక చూపిస్తూ, ప్రధాని శ్రీ నెహ్రూకు 1954లో 2-3 పేజీల లఘు పత్రం వ్రాసారు. ఆపత్రం దానికదే సర్వసంగ్రహం. అది ఎంత యోచనతో వ్రాసినదంటే ఇప్పుడు 60ఏళ్ళ తరువాత కూడా, భారత నాభికీయ కార్యక్రమం ఆ పత్రంలో ఇవ్వబడిన మార్గంలోనే నడుస్తుంది. ఇది ప్రపంచంలో ఎక్కడా వ్యాపారిక నాభికీయ ఊర్జా ప్రకరణం నియమిత కార్యాన్వయంకావటానికి సంవత్సరాల ముందు వ్రాయబడింది.

మనుషులు-పదార్థాలు-రెండు ముఖ్య ససమరకాలు నాభికీయ కార్యక్రమంలో ప్రగతికి అత్యవసరమైన, సర్వ ప్రథమ కర్తవ్యములైన రెండు పనులు ఆయన చేపట్టారు. రేడియో ధార్మిక పదార్థాల వలన అణు-నాభికీయ క్షేత్రంలో పనులను మిగిలిన క్షేత్రాలకంటే అతి భిన్నంగా ఉంటాయి. అందుచేత,

స్వాతంత్ర్యంరాగానే చేపట్టవలసిన మొట్ట మొదటి పని ఈ కార్యక్రమ దృష్ట్యా కీలమైన పదార్థాల నియంత్రణ, ప్రబంధన మరియు సంస్కరణ. రెండవది" మానవ వనరుల అభివృద్ధి. ఇది చేసేందుకు సమయం పట్టేది, భవిష్యత్తులో నిత్యం అవుసరమయ్యేది కూడాను. తగినంత మంది ప్రాజ్ఞులను (ఎక్సపర్ట్స్) నిరంతరంగా నిర్మించే విధానాన్ని రూపొందించడం. భాభా ఈ రెండు పనులు ప్రారంభించేందు క్షణమైనా జాప్యం చేయలేదు.

16. ఇందన చక్రముఖం, నాభికీయ ఇందనం సముపార్జించేందుకు మూడు అడుగులు.

నాభికీయ రియాక్టరులో ఇంధనంగా ఉపయుగ పడడానికి ముందు పదార్థాలు మూడంచెల ప్రక్రియకులోనుగావాలి.

మెట్టు దేశంలోని ప్రాంతాలన్నింటినీ నాభికీయ కార్యక్రమానికి ఉపయుక్తమైన ఖనిజ భండారాలని కనుగొనాలి. నాభికీయ శక్తి ఉత్పాదనకు, సహజయురేనియం, ఇంకా మిగిలిన బెరిలియం, జిర్కోనియం వంటి ముఖ్య పదార్థాల భండారాలని కనుగొనాలి. భారతదేశపు విశాల భూభాగంలో ఈ ఖనిజాలను వెదికేందుకు, భాభా కార్యక్రమం మొదటిలోనే అణు ఖనిజ విభాగం (ఎటామిక్ మినరల్స డివిజన్) స్థాపించారు. ఆ విభాగం దేశంలోని విశాల భూభాగంలో సర్వేక్షణ (అన్వేషణ) ప్రారంభించింది. సింగ్ భూమ్ ప్రాంతంలోని జాదుగూడాలో (ప్రస్తుతపు ఝార్ఖండ్) 1951లో పెద్ద భండారాలు కనుగొనబడ్డాయి. అది దేశానికి పెద్ద యురేనియమ్ సరఫరా మూలస్థానమయింది, ఇప్పటికీ సరఫరా కొనసాగుతున్నది.

రెండవ మెట్టు, ఖనిజాల ఉత్పాననం, వాని నుండి కావలసిన రసాయన మిశ్రణాలను వెలిదీయటం, ఖనిజాలు భూగర్భం, భూతలంలో సహజంగా దొరికే ఘనపదార్థాలు. జాదుగూడాలో యురే నియం ఖనిజం భూతలానికి సుమారు 600 నుండి 900 మీటర్ల క్రింద దానిది పాషాణాలలో ఉంది. దాని నుంచి మనం కావలసిన పదార్థాన్ని తగిన సాంద్రతలో ఉండేలా అవసరమైన భాగాన్ని తీయాలి. ఈ సాంద్రమైన భాగాన్ని 'ఖనిజం' అంటారు. ఆ ఖనిజాన్ని సంసోధించి దానినుండి కావలసిన సమ్మేళనాన్ని తీయాలి. ఇది సాంప్రదాయకంగా 'పసుపు కేక్' (అది కేక్ రూపంలో ఉండదు గాని) అని పిలువబడే యురేనియమ్ ఆక్సైడుపొడి. యురేనియమ్ పిండి మరను జాదుగూడాలో స్థాపించే పనిని భాభా వెంటనే చేపట్టారు.

కేరళలో ఇసుకలో 'మొనజైట్' అని పిలువబడే ఖనిజం అధిక మాత్రంలో ఉన్నది. ఆ ఖనిజంలో ఇందనం చేసేందుకు ఉపయుక్తమైన యురేనియం, థోరియం ఉన్నాయి. యురేనియం స్వయంగా

ఇంధనమైతే, థోరియం నుండి, యురేని యమ్‌ను రియాక్టర్‌లోనే ఉత్పత్తి చేయవచ్చు ఈ 'మొనజైట్' ఇసుకలలో నాభికీయ క్షేత్రంలో ఉపయుక్తమైన అనేక రసాయన మూలకాలు ఉన్నాయి. భాభాకు కేరళ సముద్ర తీరంలోని ఇసుకలు, అలాగే తూర్పున సంపూర్ణ తమిళనాడు, ఒరిస్సా తీరప్రాంతాల ప్రాధాన్యత బాగా తెలుసు. ఆయన కేరళాలో థోరియం - యూరేనియం ఇతర పదార్థాలను, ధాతువులను సంగ్రహించే యూనిట్లను స్థాపించారు. ఈ పని ఆయన 1950 దశాబ్దంలో, ట్రాంబేలో ఏపనీ ప్రారంభం కాకముందే చేసారు.

మూడవ మెట్టు, ఈ పసుపు కేక్‌ని పరిశోదించి, యురేనియం ఇందన గుళికలుగా చేసి లోహపు గొట్టాలలో అమర్చడం ఈ గొట్టాలను ఇందనపు కట్టలుగా చేసి రియాకర్లలో ఉపయోగిస్తారు. భాభా 1950 దశాబ్దంలో ముంబయిలోని ట్రాంబేలో యురేనియమ్, థోరియం ఉత్పత్తి కర్మాగారాలు స్థాపించారు. ఆయనకు కొంత యురేనియమ్ జాదుగూడ రాగిగనుల నుండి ఉప-ఉత్పత్తి లభించింది. ఆయన రియాక్టర్లలో ఎక్కించేదుకు ఇంధనపు కట్టలను చేసే ఇంధనం తయారీ సౌకర్యాన్ని కూడా స్థాపించారు. టిఐఎఫ్ఆర్ రసాయన విభాగం, తరువాత ట్రాంబే రసాయన విభాగం ద్వారా యురేనియం పొందే విధానాలను వికసింపచేసారు. తరువాత 1969లో 'నాభికీయ ఇంధన సంకీర్ణం' (న్యూక్లియర్ ఫ్యూయల్ కాంప్లెక్స్) అనే ప్రత్యేక సంస్థను రియాక్టర్ల ఇంధనంల తయారికై హైదరాబాద్‌లో నెలకొల్పారు.

భాభా 1950 దశాబ్దంలోనే యురేనియం ఖననం నుండి రియాక్టర్లలో నింపేందుకు సిద్ధంగా ఉన్న సంకలిత ఇంధనం వరకు చేసే సంపూర్ణ ఇంధనపు గొలుసు ఎలా స్థాపించారో మనం చూడవచ్చు. ఈ గొలుసునే ఇంధన చక్రముఖం (ఫ్రంట్ ఎండ్ ఆఫ్ ఫ్యూయిల్ సైకిల్) అంటారు. అన్నిటికన్న ముఖ్యావసరు వ్యక్తిసంపద పెంపొందించడం.

నాభికీయ క్షేత్రంలో ప్రాధాన్యతతో చేయవలసిన రెండవ పని, అన్ని రంగాలలోను నైపుణ్యం సాధించడం ఇది ధీర్ఘ కాలిక ప్రణాలిక గనుక దీనిని చేసేందుక ఒక స్థాయి విధానాన్ని నెలకొల్పవలసి ఉంది. భాభా ఎంతో మంది ప్రముఖ వైజ్ఞానికులని టిఐఎఫ్ఆర్‌లో చేరమని ఆహ్వానించారు వారిలో చాలామంది వచ్చి చేరారు గూడా. వారితో ఒక్కొక్కరిని కేంద్రంగా చేసి ప్రయోగ శాలలు స్థాపించారు. అక్కడ వారు నాభి కీయ క్షేత్రానికి సంబంధించిన తమతమ క్షేత్రాలలో అను సంధానం ప్రారంభించారు. ఈ విధంగా మొదటి శ్రేణి విశేషజ్ఞులను తయారు చేసారు. ట్రాంబేలో 1954లో ప్రయోగశాలల స్థాపన ప్రారంభమయింది. ఆ టిఐఎఫ్ఆర్ విశేషజ్ఞతే, ట్రాంబేలో వివిధ విషయాలకు సంబంధించిన విజ్ఞానుల

బృందాలని ప్రారంభించారు. అక్కడ స్వహస్తాలలో ఆర్జించే అనుభవానికి అధిక ప్రాధాన్యత ఇచ్చారు. దీనివలన విజ్ఞుల తరువాతి శ్రేణి తయారయింది.

1954లో భాభా ఒక చిన్న స్వదేశీ రియాక్టరు ట్రాంచేలో నిర్మించాలని సాహసిక నిర్ణయం తీసుకున్నారు. నేర్చుకునేందుకు అదే అత్యుత్తమ విధానమని ఆయన ధృడవిశ్వాసము ట్రాంబేలో ఆ సమయంలో ఉన్న వైజ్ఞానికులకు ఈత కొలను రకం రియాక్టరు నిర్మాణంలో ఆత్మ విస్వాసం ఉందిగనుక, ఆరకమైన రియాక్టరు. ఎంపిక చేసారు. ఆరకమైన రియాక్టరుకు అవసరమైన భాగాలను భారతీయ పారిశ్రామిక రంగంలో నిర్మించే అవకాశంకూడా ఉండింది. భారత పరిశ్రమలలో లోపించిన సౌలభ్యత కేవలం శుద్ధిచేయబడిన యురేనియమ్ గల మూల్యవంతం చేయబడిన (ఎన్రిచ్డ్) విషేశ ఇంధనపు కడ్డీలు ఈ ఇంధనపు కడ్డీలను యునైటెడ్ కింగ్డమ్ (యు.కె.) నించి దిగుమతి చేసుకున్నారు.

రియాక్టరు నిర్మాణ కార్యం 1953లో ప్రారంభమై అతిత్వరగా ముగించబడింది. అది 1 మెగావాట్ ఉష్ణశక్తి ఉత్పాదన చేసింది. ఆ రియాక్టరు జనవరి 1957లో కార్యాన్వితమైయింది. ప్రధాని పండిట్ జవహర్‌లాల్ నెహ్రూ 20 జనవరి 1957న దాని ఉద్ఘాటన చేసారు. రియాక్టరుపై నుండి చూస్తే లోనున్న రియాక్టరు కొలనులో, 'సెరెన్ కోవ్ వికిరణం అని పిలవబడే అందమైన నీలివికరణం కనుపించేది. ఆ రియాక్టర్‌కు 'అప్సర' అని పేరుపెట్టారు ఆరోజునే ప్రధానమంత్రి దేశనాభికీయ కార్యక్రమాన్ని సూచీముఖంగా నడిపే ట్రాంబే అణు ఊర్జా స్థాపకము ఎటామిక్ ఎనర్జీ ఎస్టాబ్లిష్ మెంట్ - ట్రాంబే - (సూక్ష్మంగా ఎఇఇటి) ఔపచారిక ఉద్ఘాటన జరిపారు. ప్రస్తుతం భాభా అనుసంధాన కేంద్రం, (భాభా ఎటామిక్ రీసెర్చ సెంటర్) అని పిలువబడే ఈ సంస్థ అణు ఉర్జా విభాగపు అన్ని సంస్థలకు మాతృ సంస్థ.

'అప్సర' ఒక అనుసంధానపు రియాక్టర్. అది విద్యుదుత్పత్తి చేయలేదు. అప్సరను తమంతతామే నిర్మించటం, వైజ్ఞానికులకు అణు శాస్త్రంలో విశేషజ్ఞత సముపార్జించే దృష్టిలో చాలా ఉపయోగకారి అయింది. అణు రియార్డర్లలో విలువైన అనుభవాన్ని ఇచ్చింది. కొన్ని అణువుల రూపాంతరణలను (ఐసోటోప్స్) ఉత్పత్తిచేసే సౌలభ్యం కల్పించింది. ఒక మూలకపు రూపాంతరణలన్నీ ఒకే సంఖ్య ప్రోటానులు కలిగి ఉంటాయిగాని, న్యూట్రానుల సంఖ్యమారుతుంది. ఒక రూపాంతరణకు రేడియో ధార్మికత ఉంటే దానిని రేడియో రూపాంతరణము (రేడియో ఐసోటప్) అంటారు. అవి వైద్య క్షేత్రం, వ్యవసాయ క్షేత్రం, పారిశ్రామిక రంగం ఇలా అనేక క్షేత్రాలలో ఉపయోగ కారులు అప్సరలో భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులకి కొత్త ప్రయోగాలకు ఒక ప్రయోగశాల లభించింది. ఈ రియాక్టరు 2010 వరకు పనిచేసింది.

17. శిక్షణాశాల స్థాపన.

ఎఇఇటిలో చేరే కొత్త వైజ్ఞానికలకు ప్రశిక్షణచేసే ఏ ఇఇటి శిక్షణాశాల (ఎఇఇటి ట్రైనింగ్ స్కూల్) స్థాపన, రియాక్టరు నిర్మాణం తరువాత భాభా తీసుకొన్న అతిగొప్ప అడుగు. శిక్షణాశాలను నడిపేందుకు నిర్మించిన పథకం గత 60 సంవత్సరాలుగా చాలా ఫలవంతంగాను, విజయ వంతంగాను సాగుతున్నది. మొదట్లో చాలా సంవత్సరాలు కేంద్రంలో ఉన్న వైజ్ఞానికులు, బయటనుండి వచ్చిన కొందరు విశేషజ్ఞులు శిక్షణా శాలలో తర్ఫీదు ఇచ్చేవారు. ఎఇఇటిలో వైజ్ఞానికులుగా చేరేందుకు ఎంపికైన వారిని శిక్షణశాలలో విద్యార్థులుగా తీసుకొనే వారు కఠినమైన ముఖాముఖి ద్వారా తమ విషయాలలో ఆధారాత్మక అవగాహన, అనుసంధానంలో అభిరుచిని మాత్రమే పరీక్షిస్తూ ఎంపిక చేసేవారు. శిక్షణ సఫలంగా పూర్తి చేసిన తరువాత, విద్యార్థి తన విషయానికి సంబంధించిన ప్రయోగశాలలో అనుసంధానంలో అనుభవంపొంది, అధ్యాపనలో కుశలుడైతే, క్రొత్తగావచ్చే వారికి శిక్షణాశాలలో చదువు చెప్పడం ప్రారంభిస్తారు ఆవిధంగా అది స్వావలంబిత పథకం అవుతుంది. ఈ పథకం 1957లో ప్రారంభమై నేటివరకు దేశ అణుకార్యక్రమానికి మంచి సమర్థులైన అను సంధాతలను అందిస్తూనే ఉంది.

18. అణురియాక్టర్ల నిర్మాణం

రియాక్టర్లలో ఉపయోగించేందుకు ఇంధనాన్ని సిద్ధంచేయడం, ప్రశిక్షితులైన మానవ వనరులను సృష్టించడం అనే ఈ రెండు ముఖ్య కార్యాలు, బారతీయస్వంత నాభికీయ రియాక్టర్ల నిర్మాణం కోసమే ప్రప్రథమంగా ఉద్దేశించబడ్డాయి దేశంలో నిర్మించే రియాక్టర్లలో, దేశంలో పుష్కలంగా లభ్యమయ్యే ఇంధనాన్నీ వాడటం వాంఛనీయం. భారత్‌లో సీమిత యురేనియం భండారాలు ఉన్నాయి గాని, థోరియం నిల్వలు బహుళంగా ఉన్నాయి. ఇది గ్రహించి భాభా సాభికీయ విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తికి, దేశంలో ఇంధన సామాగ్రి ఉపలబ్దత దృష్ట్యా, ఒక నిర్దిష్టమైన మూడు అంచెల కార్యక్రమాన్ని రూపొందించారు.

భాభా రూపొందించిన కార్యక్రమంలో మొదటి దశ యురేనియంపై ఆధారితం. రెండవ దశలో కృత్రిమంగా రూపొందించిన 'ప్లుటోనియం' వాడాలని, ఇక 'థోరియం' నుండి చేసిన యురేనియం మూడవ దశలో వాడాలని నిర్ధారించారు. మొదటి దశలో కార్యక్రమం ప్రారూపంలో యురేనియం సహజ సమ్మేళన స్థితిలో వాడాలని, నిర్ధారించారు. ఎందుకంటే దీనిలో అతిస్వల్ప ఖనిజ ప్రక్షాళనం అవుసరమవుతుందని ఈ రకమైన రియాక్టర్లు కెనడాలో రూపొందిస్తుండేవారు. కాని 1950 దశాబ్దంలో ఇంకా విద్యుదుత్పాతనకు

వాటి అంతిమ ప్రారూపం ఇంకా సిద్ధమవుతుండేది.

భాభా కెనడావారి టెక్నాలిజీ పూర్తిగా సిద్ధమయే వరకు నిరీక్షించదలచుకోలేదు. అందుచే మొదటిదశకు సిద్ధమయేందుకు రెండు మార్గాల పథాన్ని ఎంచుకున్నారు. ఆయన ఆమెరికా నుండి రెండు రియాక్టర్లు కొనాలని నిర్ణయించుకున్నారు. ఈరకం రియాక్టరు ఆయన మూడు అంచెల పథకానికి అనువు కావు గాని వాటి ప్రారూపం నిర్మాణానికి సిద్ధంగా ఉంది. ఆరియాక్టర్లు కొనడంలో ఉద్దేశం, నాభికీయ ఉర్జా స్థానకాల నిర్మాణంలో ప్రత్యక్షతను భవంసాధించడమే అనుభవంలో, నాభికీయ రియాక్టర్ల స్థానారోపణం (ఎరెక్షన్), విద్యుదుత్పాదన దేశ విద్యుద్ఛక్తి చట్రంలోనికి సరఫరా చేయడం వంటి అన్ని అంశాలు ఉన్నాయి. ఈ మార్గంలోనే మొదటి దేశ నాభికీయ కార్యక్రమం సక్రియం అయింది.

19. కెనడాతో సహకారం.

దానికి సమానాంతరంగా, కెనడాతో అను సంధానానికి ట్రాంబేలో రియాక్టర్ నిర్మించేందుకు ఒప్పందం చేసుకున్నారు. ఆ ఒప్పందం అమెరికా నుండివలె కొనుగోలుకు కాక అభివృద్ధికి చేయబడింది. కెనడా ఒప్పందం, భారత్ తనస్వంత మూడంచెల కార్యక్రమం ప్రారంభించడానికే గాని, అమెరికా తోవలెకాదు.

సహాయ యురేనియం ఉపయోగించే రియాక్టర్ కెనడాలో పనిచేస్తున్నా 'ఎన్ఆర్ఎక్స్' రియాక్టర్ పై ఆధారపడి ఉండవలసింది. కాని, కొన్ని ప్రాథమిక ప్రారూపంలో మార్పులు చేయవలసి ఉండింది. అంతేకాదు, భాభా మొదటి సారి రియాక్టరులో ఎక్కించవలసిన ఇంధనంలో సగం దేశంలోనే తయారు కావాలని నిర్ణయించారు. అప్పట్లో ఇది చాలా కఠినమైన కార్యం. కాని అతనికి తన సహయోగులపై ఎంత విశ్వాసమంటే, ఈ విషయం ఆయన 1956లోనే కెనడా వెళ్ళినపుడే ప్రకటించారు. చివరకు, బారతవైజ్ఞానికులు ఇందనం తయారుచెయ్యడంలో సఫలీకృతులవటమే కాదు, ఆ ఇంధనం కెనడానుంచి వచ్చిన ఇంధనంతో సమానమైన, లేదా కొంచెం ఎక్కువే, గుణవత్తత కలిగి ఉంది. ట్రాంబేలో స్థాపించిన రియాక్టర్‌ను అప్పట్లో కెనడా ఇండియా రియాక్టర్ అనేవారు, తరువాత దానికి సిఐఆర్‌యుఎస్ (సైరస్) అనినామకరణం చేసారు. దాని ఉష్ణశక్తి 40 మెగావాట్లు అప్సరా లాగే సైరస్ కూడా అనుసంధాన రియాక్టరే. నాభికీయ భౌతికశాస్త్ర అనుసంధానం కోసం, రూపాంతరణలను (ఐసోటోప్స్) ఉత్పాదన కోసం సౌలభ్యం కలిగి ఉండేది. ఈరియాక్టరు 2010 వరకు పనిచేసింది.

20. భారజల (హెవీవాటర్) ఉత్పాదన

మొదటి స్థాయిలో భారత్ రియాక్టర్లు భార జలాన్ని నియంత్రకం (మోడరేటర్) గా వాడే అవసరం ఉండేది. భారజలం నియంత్రణ, న్యూట్రన్ల వేగాన్ని తగ్గించి, ముందుముందు అణువులను తునకలుగా ఛేదించే నాభికీయ ప్రక్రియ జరిపేందుకు అనువైన వేగానికి తెచ్చేందుకు ఉపయోగిస్తారు. అందు వలన భారజలం భారత్‌లో తయారు చెయ్యవలసిన అవసరం ఉంది.

భారజలం ఒకరకమైన నీరు ఇందులో నీట H_2O సమ్మేళనంలో H_2 ఉదజని (హైడ్రోజన్) అణువు దాని రూపాంతరణం డ్యూటీరియమ్‌తో మార్పిడి చేయబడుతుంది. భారజల రాసాయనిక కూర్పు D_2O. భారజలనిర్మాణానికి కావలసిన తంత్రం చాలా కష్టమైనది. భాభా రియాక్టర్ల నిర్మాణం జరిగే సరికే ఈ తంత్రం పై సంపూర్ణ జ్ఞానం సాధించి సిద్ధంగా ఉండాలని గ్రహించి, సమయానికి యుండే పని ప్రారంభించారు. ముందే భార జలాన్ని చేసేందుకు ఒక పద్ధతి దానితయారీ ఎరువుల తయారీతో ముడిపెట్టి ఒక ఉప-ఉత్పన్నంగా పొందటం. ఆవిధానంలోనే భాభా 1954లోనే పని ప్రారంభించారు. ఆయన నంగల్ లోని ఎరువల కర్మాగారం ప్రక్కన భారజల కర్మాగారాన్ని నిలిపారు అక్కడ భారజల నిర్మాణం 1962లో ప్రారంభమయింది. ఆకర్యాగారం సుమారు 40 సంవత్సరాలు పనిచేసింది.

21. మొట్ట మొదటి ఒకటవ స్థాయి నాభికీయ శక్తి స్థానకం (న్యూక్లియర్ పవర్‌స్టేషన్)

అప్పుడు విద్యుదుత్పత్తి కోసం మొదటిస్థాయి రియాక్టర్ నిర్మాణానికి సమయం వచ్చింది. బారత్ కెనడాలో నడుస్తున్న డగ్లస్ పాయింట్ రియాక్టరు నమూనాలో రియాక్టర్లు నిర్మించేందుకు వేరొక ఒప్పందం చేసుకొంది. ఇది భాభా మూడంచెల పథకంలో మొదటి స్థాయికి చక్కగా అమరింది. ఈ రకం నాలుగు రియాక్టర్లు 220 మెగావాట్ల విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తికోసం, రెండు రాజస్థానలోని కోటాలోను, రెండు తమిళనాడులోని కల్పాక్కంలోను నిర్మించేందుకు నిర్ణయమయింది. నిర్మాణము పని 1964లో ప్రారంభమయింది. ఈ సారి గూడా ఒప్పందం సహాయోగానికే గాని, కొనుగోలు కాదు. భాభా గారి ప్రణాలిక ప్రకారమే, కార్య పురోగతి, భారతీయ వైజ్ఞానికులు, రియాక్టర్ల విజ్ఞాన, సాంకేతిక విషయాలను సంపూర్ణంగా తనవిగా చేసుకొనేందుకు అనువుగా సాగింది. ఇది తరువాత ఎంతో యోజనాయుతంగా అత్యంత ఉపకారిగా నిరూపణమయింది.

భారత్ 1974లో జరిపిన శాంతియుత అణు విస్ఫోటనం కారణంగా చూపించి, కెనడా ఒప్పందం రద్దుచేసుకొని, భారతీయులతో పనిచెయ్యటం మానేసింది. ఇది కోటాలో ఒకరియాక్టరు పూర్తయి రెండవ రియాక్టరు సగంలో ఉన్నపుడు జరిగింది. కాని, భారత వైజ్ఞానికులకు సంపూర్ణ అవగాహన ఉండటంవలన మిగిలినమూడు రియాక్టర్లను పూర్తి చేయడమేగాక, వాటి రూపకల్పనలో అనేకమైన మెరుగులుదిద్ది తరువాతి కాలంలో నిర్మించిన రియాక్టర్ల శక్తి మరియు క్షమతను ఇనుమడింపజేసారు. భారతదేశపు నాభికీయ కార్యక్రమం నేటి వరకు ఈ విధమైన రియాక్టర్లపైనే ఆధారపడి ఉంది. 700 మెగావాట్ల విద్యుద్ఛక్తి క్షమతల గల 4 స్వదేశీ రూపకల్పన గల రియాక్టర్లు ప్రస్తుతం నిర్మాణమవుతున్నాయి. ప్రభుత్వం 2017లో మరో పది ఇదే ఫక్కీ రియాక్టర్లను అమోదించింది.

ట్రాంబేలో పని ప్రారంభమయిన 7-8 సంవత్సరాల లోపునే భాభాగారు రెండవ, మూడవ చరణాల కార్యక్రమాన్ని ప్రారంభించారు. భారత్ ఇప్పుడు రెంవడస్థాయి నాభికీయ శక్తి స్థానకానికి సిద్ధంగా ఉంది. మూడవ స్థాయి అనుసంధాన రియాక్టరు నిర్మాణం కూడా జరిగింది.

22. వాడిన ఇంధనంపున పరిశోధన.

నాభికీయ ఇంధనం రియాక్టర్లలో, ధాతువు గొట్టాలలో గుళికల రూపంలో నింపి రూపొందించిన ఇంధనపు కడ్డీలుగా నింపుతారు. ఆ గొట్టాలు జిర్కోనియం లేదా తుప్పుపడ్డని ఉక్కు (స్టెయిన్ లెస్ స్టీల్) వంటి లోహాలతో చేసినవి. రాబట్టి గలిగినంత అత్యధిక శక్తిని తీసిన తరువాత, ఇంధనపు కడ్డీలు బయటకు తీస్తారు. అప్పుడు వాటిఉష్ణోగ్రత చాలా ఎక్కువ, మరి అది అత్యధిక రేడియో ధార్మికత కూడా కలిగి ఉంటాయి. వాటిని ప్రత్యేక ఏర్పాటుతో ఎన్నో సంవత్సరాలు చల్లార్చిన తరువాతనే పున పరిశోధనకు తీసుకుంటారు.

23. ఇంధన చక్రం వెనుక చిగురు (బేక్ ఎండ్ ఆఫ్ ఫ్యూయల్ సైకిల్).

భారతదేశపు మొదటి స్థాయి రియాక్టర్లలో వాడే ఇంధనం సహజ యురేనియం. అందులో శక్తిని జనింపజేసే యురేనియం పరిమాణం 1% కన్న తక్కువగా ఉంటుంది. 99కన్న అధిక శాతం వేరొక రకం యురేనియమ్. అదిశక్తి ఉత్పాదనలో పాల్గొనదు కాని, రియాక్టరులో ఉన్నప్పుడు న్యూట్రానులు దానిని కూడా ఢీ కొంటాయి, అందులో కొంత భాగం వేరొక ఇంధనమైన ప్లుటోనియంగా మారుతుంది ఆవిధంగా కాలిపోయి రియాక్టర్ల నుండి వెలువడే ఇంధనంలో అతి ఉపయోగ కరమైన ఇంధన మూలకాలు ఉంటాయి.

ఈ కాలిపోయిన ఇంధనాన్ని అనుగుణమైన కర్మాగారంలో పరిశోధించి 'ప్లుటోనియం' రాబట్టి వలసి ఉంటుంది. ఈ విధంగా రియాక్టర్లలో కాలిపోయిన ఇంధనపు శోధనను పున:శోధన (రిప్రోసెసింగ్) అంటారు. భాభా భారతీయ నాభికీయ కార్యక్రమాన్ని, వాడిన ఇంధనాన్ని పున పరిశోధనపై అన్ని విధాల ఆధారితంచేసి, అత్యధిక శక్తిని వెలికితీసేందుకు రూపొందించారు. అప్పుడు మిగిలినది నాభికీయ వ్యర్థపదార్థం అవుతుంది. రియాక్టరు నుండి బయటపడిన ఇందనంపై జరిగే పున శోధనని ఇందన చక్రం కొస చిగురు (బేక్ ఎండ్ ఆఫ్ పునయల్ సైకిల్) అంటారు.

భాభా, మరియు భారతీయ వైజ్ఞానికులు పున:శోధన తంత్రంపై మంచిపట్టు సాధించెందుకు, చాలా ముందుగానే చర్యలు తీసుకున్నారు. "ఈరోజు పున: శోధన తంత్రంలో భారత్ వికసిత దేశాల సమఉజ్జీయే కాదు, కొన్ని అంశాలలో వారికన్నా బాగా ముందున్నది. ఉపయోగ కరమైన భాగాలన్నీ తీసేసిన తరువాత మిగిలిన ఇంధన వ్యర్ధ పదార్థం ఇంకా రేడియోధార్మికత కలిగి ఉంటుంది. దానిని చక్కగా మూతబిగించి భూగర్భంలో ఉంచుతారు. కొన్ని దశాబ్దాల తరువాత, మూతబిగించిన స్థితిలోనే భూగర్భంలో లోతుగా పాతిపెడతారు.

24. భాభా పూర్తి యోజన జన సిద్ధం చేసారు.

భాభా ప్రారంభంలోనే భారత నాభికీయ కార్యక్రమానికి అన్నీ సంకలించిన బృహత్ప్రణాలిక ఏవిధంగా రూపొందించారో మనం గమనించవచ్చు, ఆయన తన విద్వత్తు అన్ని విజ్ఞానశాస్త్రాల ప్రగాఢ పరిజ్ఞానం, దృక్పధం, దూరదృష్టితో కేవలం, తంత్రసంబంధిత విషయాలే కాక, విశేషజ్ఞుల అభివృద్ధి, విజ్ఞాన విద్య, అనుసంధానం, చివరకు భారత పారిశ్రామిక రంగానికి ఈ కొత్త క్షేత్రంలో సవాళ్ళను ఎదుర్కొనేందుకు ప్రేరణ, అన్నిటినీ కలిపి ఒక సమగ్ర ప్రణాళిక చేసారు.

25. రేడియో ధార్మిక రూపాంతరణల ఉపయోగాలు.

విద్యుదుత్పత్తికి శక్తిని కల్పించే కొన్ని మూలకాలు కాక, రేడియో ధార్మిక పదార్థాలకు, వైద్య రంగంలో, వ్యవసాయ రంగంలో, పారిశ్రామిక రంగంలో ఎన్నో ఉపయోగాలు ఉన్నాయి. ఇవి శాంతికి అణువు ఉపయోగాలలో ముఖ్య భాగం. భాభా ఈ క్షేత్రంలో అను సంధానం త్వరగా ప్రారంభించారు. వైద్యరంగంలో రేడియో ధార్మిక మూలకాలు, క్యాన్సర్, థైరాయిడ్ సంబంధిత వ్యాధుల ఉపచారంలో చాలా ఉపయోగపడతాయి. రేడియో ధార్మిక మూలకాలు రోగ నిదానంలో కూడా చాలా ప్రభావశీలమైనవి.

కొబాల్టు, ఐయోడిన్, సీజియం వంటి ఈ ప్రత్యేక మూలకాలను రేడియోధార్మిక రూపాంతరణలు (రేడియో ఐసోటోప్స్) అనిపిలుస్తారు. 'రేడియో' పదం రేడియో ధార్మికతను, 'ఐసోటోప్' రూపాంతరణను సూచిస్తాయి.

భాభా వైద్య ఉపయోగాలకై వికిరణ ఔషధీ కేంద్రం (రేడియేషన్ మెడిసిన్ సెంటర్)ను 1963లో స్థాపించారు. ఈ కేంద్రం, కేన్సరు అనుసంధానం వైద్యోపచాలకై ఉన్న టాటా జ్ఞాపకార్థ కేంద్రం (టాటా మెమోరియల్ సెంటర్)కు అనుబంధితం చేయబడింది. రేడియోధాత్మిక రూపాంతరణలు, శస్త్ర చికిత్స పరికరాలు ఇతరవైద్య పరికరాలను 'క్రిమిరహితం' (స్టెరిలైజ్) చేసేందుకు కూడా వాడుతారు. క్రిమిరహితం అంటే సూక్ష్మక్రిములు (బాక్టీరియా) ఇతరసూక్ష్మ జీవుల నుంచి ఏపరికరాన్నైనా ముక్తం చేయటం భాభా 1960 దశకంలో ప్రారంభించిన ఈ కార్యక్రమం ఫలంగానే 'ISOMED' (ఐసోమెడ్) పేరుతో వైద్య పరికరాలు, పదార్థాలను క్రిమిరహితం చేసే సంస్థ స్థాపనజరిగింది.

రౌడియోధార్మిక రూపాంతరాలు ఆహార పదార్థాల పరిరక్షణలో కూడా ఉపయోగపడతాయి. భాభా ప్రారంభించిన కార్యక్రమంవలన మసాలా పదార్థాలు, ఉల్లిపాయలు, మామిడి పండ్లు, ధాన్యాలు వంటి ఆహారపదార్థాల పరిరక్షణకు ఉపయుక్తమైన తంత్రాలు నెలకొల్పబడ్డాయి.

26. భాభా మూడంచెల నాభికీయ ప్రణాళిక

భారత్ దూరగామి నాభికీయ ప్రణాలిక రూపొందించటానికి భాభా దానిని సుస్థిరమైన ఆధారపంపై నిలపవలసి ఉండినది. దానిని ఎలా రూపొందించాలంటే, విదేశాలపై ఎక్కువ ఆధారపడక అది స్వావలంబితమై స్వయంగా నిలదొక్కుకోవాలి. ముఖ్యంగా దేశంలో నాభికీయ పదార్థాల ఉపలబ్ధిని గణనలోనికి తీసుకోవాలి. అంచనా ప్రకారం యురెనియం భారత గనుల నుండి ఉపలబద్ధమవుతుంది గాని దాని పరిమాణం సీమితం. యురేనియం ఆధారిత నాభికీయ ప్రణాలిక కొన్నిదశాబ్దాలు నడవవచ్చు. కాని, ఆ తరువాత భారత యురేనియం దిగుమతి చేసుకోవాలి. కాని థోరియంనుంచి వేరే యురేనియం రూపాంతరణ ఇంధనం చేయవచ్చు. థోరియం నిల్వలు దేశంలో పుష్కలంగా ఉన్నాయి కనుక, చివరకు భారత్ తన నాభికీయ ప్రణాలి విద్యుదుత్పత్తికి థోరియం ఆధారిత తంత్రం ఉపయోగించాలి.

విద్యుదుత్పత్తిగా థోరియం ఆధారిత తంత్ర వికాసం, భాభా నాభికీయ ప్రణాళికలో ముఖ్య మార్గదర్శక సూత్రం.

రియాక్టర్‌లో ఇంధన పదార్థపు అణువులు ఒకసారి బద్దలైనంతననే అనేక రేడియో ధార్మిక మలుకాలు ఉత్పన్న మౌతాయి. ఈ రేడియో ధార్మిక పదార్థాలు నాభికీయ వికరణాలను చిరకాలం ప్రసరిస్తాయి. ఈ నాభికీయ వికరణాలు జీవజంతువులకి అత్యంత హానికారకాలు. కాలిపోయిన ఇంధనంలో చాలాభాగం అధికాంశం. రేడియో ధార్మికతను కొన్ని నెలలలో కోల్పోయినా, కొద్ది మూలకాలు వికిరణాలను చాలా లక్షల సంవత్సరాల పాటు ప్రసరిస్తూనే ఉంటాయి.

కాలిపోయిన నాభికీయ బూడిదను ఎంత వీలైతే అంత తక్కువ చేయాలి. అందుచేత ఈ రియాక్టర్లనుండి వచ్చే కాలిపోయిన ఇంధనాన్ని పున:శోధన (రీప్రోసెసింగ్) చేసి పునరుపయోగ చక్రంలో వినియోగించాలి. దీనివలన వేరొక పెద్ద లాభంకూడా ఉన్నది. దీని నుండి ఒక కృత్రిమ ఇంధనం ప్లుటోనియం వస్తుంది, దానిని వేదా రకమైన రియాక్టర్లలో ఇంధనంగా వాడవచ్చు.

ఈరకమైన ఇంధన ఆవృత్తిలో ఇంధనాన్ని అత్యధికంగా పునరావృత్తి చేయవచ్చు. దీనిని మూసుకొన్న ఇంధన చక్రం (క్లోజ్డ్ ఫ్యూయల్ సైకిల్) అంటారు.

ఈ మూసుకొన్న ఇంధన చక్రం వాడుకోవటం భాభా నాభికీయ కార్యప్రణాళికలో రెండవ మార్గదర్శక సూత్రం.

ఈ సూత్రాల అనుసరణకు మనకు రెండు రకాల తంత్రాలలో సంపూర్ణ తంత్రజ్ఞానం ఉండాలి. ఒకటి థోరియం ఆధారిత నాభికీయ తంత్రం. రెండవది వాడేసిన ఇంధనాన్ని పున:పరిశోధనచేసే తంత్రం ఈ తంత్ర విశేషజ్ఞులు దేశంలోనే ఉపలబ్దమవ్వాలి.

నాభికీయ తంత్రాలలో స్వావలంబనకోసం, మన స్వంత మానవ వనరులను అభివృద్ధి చేయటం, భాభా రూపొందించిన నాభికీయ కార్య ప్రణాలికలో మూడవ మార్గదర్శక సూత్రం.

ఈ మూడు మార్గదర్శక సూత్రాలపై ఆధారపడి భాభా భారత త్రిస్థాయి నాభికీయ కార్యక్రమాన్ని రూపొందించారు.

మొదటి స్థాయిలో భారత్ సహజ యరేనియం ఇందనం ఉపయోగించే రియాక్టర్లు కలిగి ఉంటుంది.

రెండవ స్థాయిలో భారత్ ప్లుటోనియం ఇంధనంగా గల రియాక్టర్లు కలిగి ఉంటుంది. ఈ ప్లుటోనియం మొదటిస్థాయి, రెండవస్థాయి రియాక్టర్లలో నిర్మిత మవుతుంది.

మూడవ స్థాయిలో భారత్ రియాక్టర్లు యురేనియం-233ని ఇంధనంగా వాడుతాయి. ~~ఈ~~ యురేనియం-233 రెండవ, మూడవ స్థాయి రియాక్టర్లలో థోరియం నుండి ఉత్పత్తి చేస్తారు.

అనుబంధం - 1

భాభా కాల క్రమణిక

1909 అక్టోబరు 30, ముంబాయి (అప్పట్లో బొంబాయిలో జననం)

1924-27 సీనియర్ కేంబ్రిడ్జి ఉత్తీర్ణత - ఎల్ఫిన్‌స్టన్ కళాశాల మరియు రాయల్ ఇంస్టిట్యూట్ ఆఫ్‌సైన్స్

1927 అక్టోబర్, గోన్‌విల్ ఎండ్ కేయిస్ కళాశాల, కేంబ్రిడ్జి, ఇంగ్లాండులో ప్రవేశం.

1930 మెకానికల్ సైన్స్ ట్రైపోస్‌లో ఉత్తీర్ణత

1932 గణితంలో రౌజ్‌బాల్ ట్రావెలింగ్ స్టూడెంట్‌షిప్‌తో గణితంతో ట్రైపాస్ ఉత్తీర్ణం, కొపెన్ హేగన్, జ్యూరిచ్‌ల పర్యటన..

1933 ఐజాక్ న్యూటన్ స్కాలర్‌షిప్ పొందటం.

1934 పిహెచ్‌డి, కేంబ్రిడ్జి

1937 భాభా - హైట్లర్ కేస్కేడ్ థియేరీ ఆఫ్ కాస్మిక్ రే షవర్స్, పత్రం ప్రొసీడింగ్స్ ఆఫ్ రాయల్ సొసయిటీలో ప్రచురణ.

1939 రెండవ ప్రపంచ యుద్ధ కారణంగా భారత్‌లో చిక్కుబడడం.

1940 స్పెషల్ రీడర్ ఇన్ కాస్మిక్ రే ఫిజిక్స్, ఐఐఎస్‌సి, బంగళూరు.

1941 ఫెలో ఆఫ్ రాయల్ సొసయిటీ, లండన్‌కు ఎన్నిక

1942 ఏడమ్స్ ప్రైజ్, కేంబ్రిడ్జీ విశ్వ విద్యాలయం, కాస్మిక్ రే రీసెర్చ్ యూనిట్, ఐఐఎస్‌సి, బంగళూరులో పూర్తి ఫ్రొఫెసర్ షిప్ పదవి.

1945 టిఐఎఫ్ఆర్ స్థాపన, డైరెక్టర్, టిఐఎఫ్ఆర్.

1946 ఎటామిక్ రిసెర్చ్‌కమిటీ, సిఎస్ఐఆర్ సదస్యత

1947 'బోర్డ్ ఆఫ్ రీసెర్చ్ ఆన్ ఎటామిక్ ఎనర్జీ' అధ్యక్షత

1948 కొత్తగా స్థాపించిన 'ఎటామిక్ ఎనర్జీ కమిషన్ అద్యక్షత. కేంబ్రిడ్జి ఫిలసాఫికల్ సొసైటీ 'హాప్కిన్స్ప్రైజ్'

1954 పద్మభూషణ్ ఉపాది భారత ప్రభుత్వ సచివుడు డిఎఇ స్థాపక దిగ్దర్శి.

1955 ప్రెసిడెంట్, ఫస్ట్ ఇంటర్నేషనల్ కాన్ఫరెన్స్ ఆన్ పీస్ ఫుల్ యూజెస్ ఆఫ్ ఎటామిక్ ఎనర్జీ, జెనీవా.

1956 అప్సర - స్విమ్మింగ్ పూల్ రియాక్టర్ కార్యాన్వయం

1957 ఎయియిటిలో **(Atomic Energy Estiblishment - Trombay)** ట్రైనింగ్ స్కూల్ స్థాపన, నేషనల్ ఇంస్టిట్యూట్ ఆఫ్ సైన్సెస్ **(NISI India)** అద్యక్షత.

1959 ఆనరరీ ఫెల్లో ఆఫ్‌ది అమెరికన్ ఎకాడమీ ఆఫ్ ఆర్ట్స్ ఎండ్ సైన్సెస్ గా ఎన్నిక ఐఎఇఎ గవర్నింగ్ కౌన్సిల్ సదస్యత.

1960 'సైరస్' రియాక్టరు ప్రారంభం

1963 ఎలక్ట్రానిక్స్ కమిటీ అద్యక్షునిగా నియామకం నేషనల్ ఎకాడమి ఆఫ్ సైన్సెస్ యుఎస్ఏకు విదేశీ సహసంబంధిగా ఎన్నిక.

1960-63 ఇంటర్ నేషనల్ యూనియన్ ఆఫ్ ప్యూర్ ఎండ్ ఎప్లాయిడ్ ఫిజిక్స్ అధ్యక్షత

1965 ట్రాంబేల్ 'పుటోనియం ప్లాంట్' ఉద్ఘాటన "ఎలక్ట్రానిక్ కమిటీ" నివేదిక సమర్పణ.

1966 జనవరి 24న ఆల్ప్స్ పర్వతాలలో మాంట్ బ్లాంక్ పై ఎయర్ ఇండియా విమాన దుర్ఘటనలో మృతి.