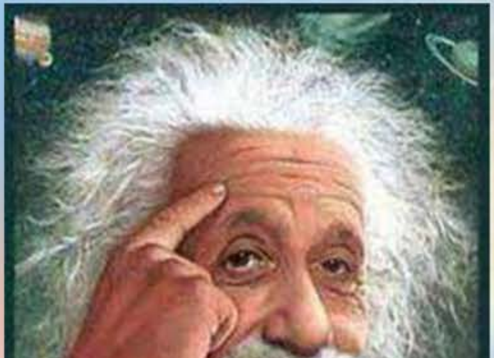
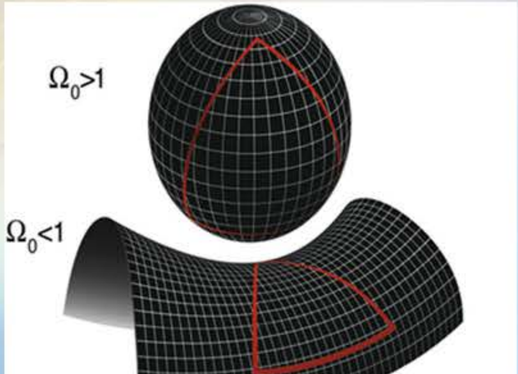
విశ్వస్వరూపం

ఈ విశ్వం పుట్టు పూర్వోత్తరాల కథ





వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు

విశ్వస్వరూపం

వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు

© Author

© Vemuri Venkateswara Rao

This digital book is published by -

కినిగె డిజిటల్ టెక్నాలజీస్ ప్రయివేట్ లిమిటెడ్.

సర్వ హక్కులూ రక్షించబడ్డాయి.

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the author. Violators risk criminal prosecution, imprisonment and or severe penalties.

విశ్వస్వరూపం - వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు

విషయసూచిక

తొలి పలుకు

1. ఒక విహంగావలోకనం
2. లెక్కకు అందని కాలమానం
3. అష్టావక్రుడు, రోమహర్షుడు
4. లెక్కకు అందని సంఖ్యామానం
5. ఈ సృష్టికి ఎవ్వరు కారణం?
6. ఈ విశ్వం నిర్మాణశిల్పం
7. న్యూటన్ నిర్మించిన గురుత్వాకర్షణ సౌధం
8. ఈ విశ్వం యొక్క చరిత్ర
9. ఈ విశ్వం ఏ ఆకారంలో ఉంది? - 1
10. ఈ విశ్వం ఏ ఆకారంలో ఉంది? – 2
11. సమస్త సిద్ధాంతం అవసరమా?
12. కంటికి కనిపించే కాంతి కథ
13. కంటికి కనిపించని కాంతి కథ
14. టెలిస్కోపులు
15. కాంతికిరణం జన్మ వృతాంతం
16. ప్రకృతిలోని నాలుగు ప్రాథమిక బలాలు
17. ప్రామాణిక నమూనా
18. ప్రకృతిలోని ప్రాథమిక రేణువులు
19. శూన్యం యొక్క నిర్మాణ శిల్పం
20. హిగ్స్ బోసాను కోసం వేట
21. చివరికి మిగిలినది

సంప్రదించిన మూలాలు

1. http://news-service.stanford.edu/pr/95/950509Arc5236.html
2. MIRA, Life and Death of a Photon, http://www.mira.org/museum/photon.htm
3. Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Shape_of_the_Universe
4. Patricia Schwarz, http://www.superstringtheory.com/index.html
5. V. Vemuri, http://www.lolakam.blogspot.com
6. వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు, "ఈ విశ్వం ఏ ఆకారంలో ఉంది?," ఈమాట, http://www.eemaata.com/em/, సెప్టెంబరు 2009
7. M. S. Turner, "The Universe," Scientific American, September 2009
8. J. Frieman, M. S. Turner and D. Huerter, Dark Energy and Accelerating Universe, 2008, available online at arxiv.org/abs/0803.0982
9. Andy Fell, "Cosmic Convergence," UC Davis Magazine, pp 14-19, Spring, 2008.
10. N. D. Tyson, Death by Black Hole and other Cosmic Quandaries, W. W. Norton and Company. New York, 2007.
11. M. Riordan and W. A. Zajc, "The First Few Microseconds," Scientific American, May, 2006
12. Loeb, "The Dark Ages of the Universe," Scientific American, November, 2006
13. Lisa Randall, Warped Passages: Unraveling The Mysteries of The Universe's Hidden Dimensions, Ecco, 2005.
14. వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు, "ప్రకృతిలో చతుర్విధ బలాల బలాబలాలు," ఈమాట, http://www.eemaata.com/em/, సెప్టెంబరు, 2005.
15. R. Bousso and J. Polchinski, "The String Theory Landscape," Scientific American, September, 2004
16. Paul Halpern, The Great Beyond, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2004.
17. G. Veneziano, "The Myth of the Beginning of Time," Scientific American, May, 2004

18. వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు, అంకెలు, సంఖ్యలు :లెక్కకు అందని కాలమానం, ATA Souvenir, July 2004
A. Guth, The Inflationary Universe, Basic, 1998
19. V. Vemuri, "The Geometry of the Universe," Science Reporter, pp 30-31, August. 1996. (Published by National Institute of Science Communication, New Delhi, India. Also available at http://www.cs.ucdavis.edu/~vemuri/EnglishPopularScience.htm
20. Robert Osserman, Poetry of the Universe: A mathematical exploration of the Cosmos, Doubleday, New York, 1996
21. E. W. Kolb and M. S. Turner, The Early Universe, Westview Press, 1994
22. వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు, బ్లేక్ హోలు అంటే ఏమిటి?, విద్యార్థి చెకుముకి, pp 40-43, మే, 1993, Also in Rachana, pp 55-56, Feb. 1993
23. వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు, అన్వేషణ, స్వాతి మాసపత్రిక, pp 8-15, 1991
24. S. Weinberg, The First Three Seconds, Basic, 1977
25. Robert Jastrow and Malcolm Thomson, Astronomy: Fundamentals and Frontiers, Third Edition, John Wiley, 1972
26. Heinrich Zimmer, Maya: Der Indische Mythos, 1936.

తొలిపలుకు

ఈ పుస్తకంలో ఉన్న వ్యాసాలు అన్నీ ఒక్క సారి కూర్చుని రాసినవి కావు; నాలుగైదు ఏళ్ల కాల వ్యవధిలో రాసేను. వీటిని అనేక పత్రికలలో ప్రచురించేను. కనుక అన్నిటిని ఒకే సారి, ఒకే వరుస క్రమంలో చదవాలనే నియమం ఏదీ లేదు. మిగిలిన అధ్యాయాలతో ప్రమేయం లేకుండా ఏ అధ్యాయానికి అది చదివినా అర్థం అవాలనే లక్ష్యంతో రాసేను. అధ్యాయాలని నాకు నచ్చిన వరుస క్రమంలో అమర్చేను.

ఈ పుస్తకంలోని పాఠ్యాంశం పురాణ కాలంలో మొదలయి నేటి వరకు నడుస్తుంది. పూర్వులు ఈ విశ్వ స్వరూపాన్ని ఎలా అర్థం చేసుకున్నారు? ఇప్పుడు మనకి ఎలా అర్థం అవుతోంది? విశ్వ రహస్యాలని ఛేదించడానికి తాత్త్వికులు చేసిన ప్రయత్నాలు ఎటువంటివి? భౌతిక శాస్త్రవేత్తలు చేసిన ప్రయత్నాలు ఎటువంటివి? ఈ రకం ప్రశ్నలకి వీలయినంతమట్టుకు సమాధానాలు చర్చించేను.

ఈ రకం పుస్తకం తెలుగులో రాయబూనుకోవడం సాహసమే. ఈ రకం పుస్తకాలు ఇంగ్లీషులో ఎన్నో ఉన్నాయి. ఆవి కూడ అర్థం అవాలంటే ఆధునిక విజ్ఞాన శాస్త్రంతో కొద్దో గొప్పో పరిచయం ఉండాలి. ఈ పుస్తకంలోని విషయాలన్ని అర్థం చేసుకోగలిగే సామర్థ్యం ఉండాలంటే కనీసం ఉన్నత పాఠశాల వరకు అయినా "సైన్సు" చదివి ఉండాలి. అటువంటి నేపథ్యం లేని వారికి కొన్ని అధ్యాయాలు కొరుకుపడవు. అటువంటివారు ఆయా అధ్యాయాలని మినహాయించి మిగిలిన పుస్తకం చదవండి; పుస్తకంలో చెప్పిన విషయాలలో కనీసం 50 శాతం అందరికీ అందుబాటులో ఉంటుందనే నా నమ్మకం.

ఈ పుస్తకంలో వాడిన భాష. ఈ పుస్తకాన్ని తెలుగులో రాయాలనే కోరికతో సాధ్యమైనంత వరకు తెలుగు, సంస్కృతం మాటలు వాడి, అవసరమైన చోట్ల కుండలీకరణాలలో ఇంగ్లీషు మాటలు రాసి చూపించేను.

నవంబరు 2014 పేమూరి వేంకటేశ్వరరావు

1. విశ్వస్వరూపం: ఒక విహంగావలోకనం

1. ఎందుకీ ప్రయత్నం? ఏమిటీ ప్రయత్నం?

“అమ్మా! నేను ఎక్కడనుండి వచ్చేను?” అని పిల్లలు తల్లిని అడగటం సహజం.

“నా కడుపులోంచి వచ్చేవు!” అని తల్లి సమాధానం చెప్పిందనుకుందాం.

“నీ కడుపులోకి ఎలా వచ్చేను?” అన్న ప్రశ్న రాక మానదు.

ఈ రకం కుతూహలం ఉండటం మానవ నైజం.

ఇదే విధంగా మనం రోజూ చూసే ఈ ప్రపంచం ఎక్కడ నుండి వచ్చింది అన్న కుతూహలం సహజం. మనం మన చుట్టూ చూసేవి ఏవీ శాశ్వతం కావనే ఇంగిత జ్ఞానం మనకి వచ్చేసరికి ఈ ప్రపంచం కూడ శాశ్వతం కాదా అన్న అనుమానం వస్తుంది.

ఈ రకం ప్రశ్నలు ఈ ప్రపంచం (వరల్డ్, world) యెడలే కాదు, ఈ విశ్వం (యూనివర్స్, universe) యెడల కూడ పుడతాయి.

ఈ విశ్వం ఎక్కడ నుండి వచ్చింది? ఎప్పుడు పుట్టింది?

విశ్వం పుట్టక మునుపు ఏమి ఉండేది?

పుట్టినది గిట్టక మానదు అని చెబుతారు కనుక ఈ విశ్వం ఒకప్పుడు పుట్టి ఉంటే మరొకప్పుడు అంతం అవాలి కదా? విశ్వం అంతం అవటం అంటే ఏమిటి? ఆ తరువాత ఏమవుతుంది?

ఈ విశ్వం శాశ్వతమా? అశాశ్వతమా?

సాంతమా? అనంతమా? (ఫైనైట్? ఆర్ ఇన్‌ఫైనైట్?, finite? or infinite?)

ఈ విశ్వం యొక్క స్వరూపం ఏమిటి? దీని ఆకారం ఎలా ఉంటుంది? బల్లపరుపుగా ఉంటుందా? గుండ్రంగా ఉంటుందా? చిల్లుగారెలా ఉంటుందా? గుర్రపు జీను ఆకారంలో ఉంటుందా?

ఈ విశ్వాన్ని ఎవ్వరైనా సృష్టించేరా? సృష్టిస్తే ఆ సృష్టికర్త ఎవ్వరు? ఒకరు సృష్టించి ఉంటే ఎందుకు ఆ సృష్టి జరిగి ఉంటుంది?

సృష్టికార్యం అకస్మాత్తుగా జరిగిందా? తాపీగా జరిగిందా?

అంటే, ఒక క్షణంలో జరిగిందా? లేక బైబిలులో చెప్పినట్లు ఆరు రోజులలో సృష్టి పూర్తి చేసేసి ఏడో రోజున విశ్రాంతి తీసుకున్నాడా ఆ సృష్టికర్త? లేక ఒక కల్పం పాటు సృష్టికార్యం జరిపి ఒక కల్పం పాటు విశ్రాంతి తీసుకుంటాడా (తీసుకుంటుందా)?

సృష్టికర్త బాధ్యతలు ఏమిటి? సృష్టించేసి "నీ దారి నువ్వు చూసుకో" అని విశ్వాన్ని అచ్చోసిన ఆంబోతులా వదిలేసేడా? లేక, విశ్వం యొక్క దైనందిన కార్యకలాపాలలో కలుగజేసుకుంటూ విశ్వం మంచిచెడ్డలు నిరంతరం ఆ సృష్టికర్త చూస్తున్నాడా?

దేవుడనే భావానికీ ఈ విశ్వాన్ని సృష్టించిన కర్తకీ ఏదైనా సంబంధం ఉందా? దేవుడు పేరు, సృష్టికర్త పేరూనా?

అసలు విశ్వం అంటే ఏమిటి? విశ్వం అంటే మనకి కనిపించే సూర్యుడు, గ్రహాలు, నక్షత్రాలు, పాలపుంత వంటి క్షీరసాగరాలు, తేజోమేఘాలు, మొదలైనవేనా? లేక, వీటితోపాటు వాటి వాటి

లక్షణాలని నియంత్రించే ప్రకృతి శక్తులు కూడా ఉన్నాయా? ఇవే కాకుండా మన కళ్లకి, మన పనిముట్లకి గోచరం కాని "పదార్థాలు", "శక్తులు" ఇంకా ఏమయినా ఈ విశ్వంలో నిబిడీకృతం అయి ఉన్నాయా?

ఇటువంటి ప్రశ్నలకి ఇక్కడ సమాధానాలు వెతుకుదాం. ఈ అన్వేషణ జరిగేది ముఖ్యంగా ఆధునిక భౌతిక శాస్త్రం నిర్మించిన పరిధిలోనే జరిగినప్పటికీ, సారూప్యం చూపించటం కోసం అప్పుడప్పుడు ఈ ప్రశ్నలకి సమాధానాలు పురాతన కాలంలో ఎలా ఉండేవో చవి చూపిస్తూ ఉంటాను. కాని ముఖ్యంగా ఆధునిక శాస్త్రీయ కోణానికే ఇక్కడ ప్రాధాన్యత. గత ఏభై ఏళ్లల్లోనూ ఈ విశ్వం గురించి ఎన్నెన్నో కొత్త విషయాలు మన అవగాహనలోకి వచ్చేయి. వాటిలోని ప్రధాన అంశాలని పాఠకుల ముందు ఉంచాలన్న కోరికే ఈ ప్రయత్నానికి ప్రేరణ కారణం.

2. ప్రాచ్య, పాశ్చాత్య దృక్పథాలు

ప్రాచీన భారతీయ సంస్కృతికీ, దృక్పథానికీ, పాశ్చాత్య సంస్కృతికీ, దృక్పథానికీ మధ్య కొట్టొచ్చినట్లు చాల తేడాలు కనబడుతూ ఉంటాయి. ముఖ్యంగా ఆధునిక విజ్ఞాన శాస్త్రం పరిణతి చెంది, పురోభివృద్ధి చెందుతూన్న దశలలో క్రైస్తవ మతాధికారులు, కేథలిక్ చర్చి అభ్యుదయ భావాలని తీవ్రంగా ఎదుర్కొన్నాయి. దీనికి కారణాలు అనేకం. క్రైస్తవ మతానిది మానవకేంద్ర దృక్పథం. మానవుడి జన్మ ఉత్కృష్టమైనదని ఒప్పుకున్నా, భారత దేశంలో పుట్టిన మతాలన్నీ కూడ సర్వభూతాలనీ మానవుడితో సమానంగానే చూశాయి. అందువల్ల విశ్వస్వరూపాన్ని అవగాహన చేసుకునే ఈ ప్రయత్నంలో ప్రాచ్య, పాశ్చాత్య భావాల మధ్య కొంత ఘర్షణ కనిపిస్తుంది. ఆధునిక శాస్త్ర విజ్ఞానంలో సింహభాగం పాశ్చాత్యుల పర్యవేక్షణలో సేకరించబడింది కనుక వారి కోణంలో ఈ కథ చెప్పక తప్పదు. అయినా ఉండబట్టక కథని చెప్పేవాడిని నేను కనుక, కొంతవరకు భారతీయ సనాతన దృక్పథాన్ని చెప్పి, ప్రాచ్య, పాశ్చాత్య

దృక్పథాలలో పోలికలు చెప్పకుండా ఉండటం సాధ్యం కాదు. కనుక విశ్వస్వరూపం మనకి అవగాహన అయిన వయినాన్ని ఈ రెండు కోణాలలోనూ చెప్పటానికి ప్రయత్నం చేస్తాను.

“ఈ విశ్వం ఎంతో పెద్దది, ఎంతో పురాతనమైనది” అన్న విషయం పాశ్చాత్యులకి ఈ మధ్యనే అవగాహన అయింది. మొన్నమొన్నటి వరకు పాశ్చాత్యులు సృష్టి జరిగి 5,000 సంవత్సరాలు మాత్రమే అయిందని నమ్మేవారు. కాని భారతీయ పురాణాలలో సృష్టి ఎంత పురాతనమైనదో వర్ణించే కథలు ఎన్నెన్నో ఉన్నాయి. కురుక్షేత్ర యుద్ధ రంగంలో కృష్ణుడు అర్జునుడికి విశ్వరూపం చూపిస్తాడు. ఆ విశ్వరూపం వర్ణన చదివిన వారికి విశ్వం అంటే ఏమిటో కొద్దో, గొప్పో అవగాహన ఉండి తీరుతుంది. మనం ఇక్కడ చేస్తూన్నదల్లా అధునాతన శాస్త్రీయ దృక్పథంతో విశ్వస్వరూపాన్ని ఆకళింపు చేసుకోటానికి చిన్న ప్రయత్నం.

3. ఈ ప్రయత్నం యొక్క పరిధి

ఇంగ్లీషులో "కాస్మాలజీ” అన్న మాటని తెలుగులో “విశ్వశాస్త్రం” అనొచ్చు. "కాస్మోస్" అంటే విశ్వం. ఇంగ్లీషులో “యూనివర్స్” అనే మాటని కూడ విశ్వం అన్న మాటకి పర్యాయపదంగా వాడతారు. “విస్” అనే సంస్కృత మూలానికి “వ్యాప్తి చెందేది” అనే అర్థం ఉంది. ఈ మూలం నుండే విష్ణు శబ్దం పుట్టింది. వ్యాప్తి చెందే “విష్ణువు” విశ్వం అంతటినీ ఆక్రమించి ఉన్నాడు కనుక సర్వాంతర్యామి అయేడు. ఈ విశ్వం సమస్తాన్నీ ఆక్రమించుకుని ఉంది. కనుక “విశ్వరూపమే విష్ణువు, విష్ణురూపమే విశ్వం!” అనటం తప్పు కాదేమో!

విశ్వశాస్త్రాన్ని కూలంకషంగా అధ్యయనం చెయ్యాలంటే భౌతిక శాస్త్రంలోనూ, గణిత శాస్త్రంలోనూ ఏళ్లతరబడి పరిశ్రమ చెయ్యాలి. అంత పరిశ్రమ చెయ్యలేనివారికి ఈ శాస్త్రంలోని ముఖ్యాంశాలని జనరంజక శైలిలో చెప్పాలనే కోరికతో ఈ వ్యాసాలని ఇక్కడ పొందుపరుస్తున్నాను. ఎంత జనరంజక శైలి అయినా కొద్దో, గొప్పో శాస్త్రంతో పరిచయం ఉంటే

తప్ప "భావ సూక్ష్మతలు" (కాన్సెప్ఛ్యువల్ సటిలిటీస్, conceptual subtleties) అప్పుడప్పుడు అర్థం కావు. అందుకని సందర్భోచితంగా అక్కడక్కడ కొంచెం పాఠం చెప్పటం కూడ జరిగింది.

విశ్వం గురించి పెద్ద ఎత్తున, అధునాతన దృక్పథంతో పరిశోధన మొదలయి అర్ధ శతాబ్దం అయిందేమో. రోజుకో కొత్త వార్త, కొత్త సిద్ధాంతం! కొన్ని సిద్ధాంతాలు కాలప్రవాహపు తాకిడికి తట్టుకుని నిలబడగలుగుతున్నాయి. కొన్ని సిద్ధాంతాలు వీగిపోయి ఆ ప్రవాహంలో కొట్టుకుపోతున్నాయి. పస లేక వీగిపోయాయనుకున్న సిద్ధాంతాలు కొన్ని ప్రాణం పోసుకుని మళ్లా తలెత్తుతున్నాయి. కనుక ఈ వ్యాసాలని చదివిన తరువాత "ఇదే వేదం" అని నమ్మేయకండి.

ఉదాహరణకి ఈ విశ్వం ఒక మహా విస్ఫోటనం లేదా పెను పేలుడులో (బిగ్ బేంగ్, Big Bang) పుట్టిందని చాలామంది ఒప్పుకుంటున్నారు. ఆ పేలింది ఏమిటో ఇదమిత్థంగా తెలియదు. ఆ పేలుడు ఎప్పుడు జరిగింది అన్న విషయంలో కూడ భేదాభిప్రాయాలు ఉన్నాయి. ఇప్పుడు ఎక్కువ ఆదరణలో ఉన్న సిద్ధాంతం ప్రకారం మన విశ్వం వయస్సు ఉరమరగా 13.5 బిలియను సంవత్సరాలు. ఆదిలోనే అభిప్రాయ భేదాలు ఉన్న ఈ శాస్త్రంలో ఇంకా ఎన్నో వాదోపవాదాలు ఉన్నాయి. ఇదే విధంగా విశ్వం ఎంత పెద్దదో కూడ మనకి పరిపూర్ణంగా అవగాహన కాలేదు. అసలు ఈ విశ్వం తయారీలో వాడబడ్డ ఘటక ద్రవ్యాలు (ఇన్గ్రీడియంట్స్, ingredients) ఏమిటో అన్న విషయం మీద కూడ ఏకీభావం లేదు. మహా విస్ఫోటనం జరిగిన తరువాత, "తత్‌తక్షణ ఉత్తర క్షణాలలో" (ఇన్ ద మొమెంట్స్ ఇమ్మీడియెట్లీ ఆఫ్టర్వర్డ్స్, in the moments immediately afterwards), ఏమయిందో మనకి ఇంకా అంతుబట్టటం లేదు. ఈ విశ్వం ఎలా లయం అవుతుందో కూడ తెలియదు. నిజానికి మన చుట్టుపట్ల ఉన్న క్షీరసాగరాలని దాటి దూరం వెళుతూన్న కొద్దీ అక్కడ విశ్వస్వరూపం ఎలా ఉంటుందో మనకి బాగా తెలియదు. మన చుట్టూ - మనకి దగ్గరగా ఉన్న - విశ్వాన్నయినా అంతా "చూడ" గలుగుతున్నామా లేక మన పక్కనే మన కంటికి

కనపడకుండా అదృశ్య పదార్థాలు, అదృశ్య శక్తులు ఏమయినా ఉన్నాయా అన్న విషయం కూడ మనకి పరిపూర్ణంగా తెలియదు. విశ్వం గురించి మనకి తెలియని మహా సింధువుతో పోల్చితే మనకి తెలిసినది, నేను ఇక్కడ చెప్పబోయేది కేవలం బిందు ప్రమాణం.

ఈ వ్యాసాలు సులభ గ్రాహ్యంగా ఉండాలంటే ఏ వ్యాసానికి ఆ వ్యాసం స్వయంపూర్ణంగా, స్వయంసమృద్ధిగా, స్వయంవివరణాత్మకంగా నిలబడగలగాలి. అలా రాయాలంటే ఒక చోట చెప్పిన విషయాన్నే మరొక చోట చెప్పవలసి వస్తుంది. చెప్పే విషయం క్లిష్టమైనది కనుక ఈ చర్వితచర్వణం వల్ల పునరుక్తి దోషం ఉండదనే అనుకుంటున్నాను.

2. లెక్కకు అందని కాలమానం

విశ్వం, సృష్టి ఎంతో పురాతనమైనవని పాశ్చాత్యులు మొన్నమొన్నటి వరకు ఒప్పుకోనే లేదు. బైబిలు ప్రకారం దేవుడు ఈ విశ్వాన్ని 5,000 ఏళ్ల క్రితం సృష్టించేడు. వారి దృష్టిలో దేవుడు మానవ స్వరూపుడు, మగ వాడు. విశ్వమూ, సృష్టీ ఆదిమధ్యాంతరహితం అని మనం అంటాం. ఆదిమధ్యాంతరహితుడయిన సృష్టికర్తని మానవ కాలమానం తోటీ, దైర్ఘ్య మానం తోటీ కొలవలేము. ఆ సృష్టి ప్రక్రియలని వర్ణించటానికి పెద్ద పెద్ద సంఖ్యలు కావాలి. అందుకనే కాబోలు పెద్ద పెద్ద సంఖ్యలంటే మనవాళ్లకి బొత్తిగా భయం లేదు. “పాశ్చాత్యులకి పెద్ద పెద్ద సంఖ్యలంటే భయమా?” అని మీరు అడగొచ్చు. వాళ్లకి భయమో కాదో నాకు తెలియదు కాని, వాళ్ల పురాతన సంస్కృతిలో మిక్కిలి పెద్ద సంఖ్యల ప్రస్తావనే లేదు; వాటి అవసరం వాళ్లకి వచ్చినట్లే లేదు. ఎందుకొస్తుంది? క్రైస్తవుల దృష్టిలో సృష్టికి ముందు ఏదీ లేదు. కనుక 5,000 ని మించిన పెద్ద సంఖ్య అవసరం వాళ్లకి తట్టి ఉండక పోవచ్చు - కనీసం కాలాన్ని కొలిచేటప్పుడు.

1. కాల నిర్ణయం

సనాతన హైందవ కాలమానం ప్రకారం కలియుగం ఒక్కటే 432,000 సంవత్సరాలు నడుస్తుంది. కలియుగం కంటె ద్వాపరయుగం రెండింతలు, త్రేతాయుగం మూడింతలు, కృతయుగం నాలుగింతలు. ఈ నాలుగు యుగాలనీ కలిపి ఒక మహాయుగం అంటారు. అంటే ఒక మహాయుగం కలియుగం కంటే పదింతలు, లేదా 4,320,000 సంవత్సరాలు. ఆధునిక పరిభాషలో 4.32 మిలియను సంవత్సరాలు. మనందరికీ ఈ రోజుల్లో ఐన్‌స్టయిన్ సిద్ధాంతాలలోని మౌలికాంశలు పరిచయం అయిపోయాయి కనుక, పైన చెప్పిన

'సంవత్సరాలు' మన భూలోకం లెక్క ప్రకారం అని మరచిపోకండి. కనుక వీటిని 'మానవ సంవత్సరాలు' అందాం.

కాని సృష్టి జరిపే బ్రహ్మ ఎక్కడో సత్యలోకంలో ఉంటాడు. అక్కడ సంవత్సరం పొడుగు వేరు. అక్కడ లెక్క ఇలా ఉంటుంది. సత్యలోకంలో పగటి పూటని ఒక కల్పం అనీ రాత్రి పూటని ఒక కల్పం అనీ అంటారు. ఒక పగలూ, ఒక రాత్రీ కలపగా వచ్చిన దినాన్ని విశేష కల్పం అంటారు.

సత్యలోకంలో బ్రహ్మ కాలకృత్యాలు తీర్చుకుని "అక్కడి సూర్యోదయం" వేళకి సృష్టి మొదలు పెడతాడు. సాయంత్రం అయేసరికి సృష్టి లయమై పోతుంది. దీనినే ప్రళయం అంటారు. రాత్రి బ్రహ్మకి విశ్రాంతి సమయం. రాత్రి వేళప్పుడు మన మెదడు కలలు కంటూ ఎలా 'విశ్రాంతి' తీసుకుంటుందో అదే విధంగా బ్రహ్మ నిద్రపోతూన్నప్పుడు, మరునాటి సృష్టికి జరగవలసిన ప్రయత్నాలు జరుగుతాయన్నమాట. ఇటువంటి ప్రక్రియనే ఇంగ్లీషులో 'రీ గ్రూపింగ్' (regrouping) అంటారు.

1 మహాయుగం = 4,320,000 సంవత్సరాలు = 4.32 మిలియను సంవత్సరాలు. హిందూ సంస్కృతిలో ఈ 432 కి ఒక ప్రత్యేక స్థానం ఉందని చెప్పి, ప్రస్తుతానికి కథనం కొనసాగిస్తాను.

(అమెరికాలో వాడే పద్ధతి ప్రకారం ఒక మిలియను అంటే 1 తర్వాత 6 సున్నలు వెయ్యాలి, బిలియను అంటే 1 తర్వాత 9 సున్నలు వెయ్యాలి. ఈ పద్ధతే ఇక్కడ వాడబోతున్నాను. అందుకనే అమెరికన్ పద్ధతిలోనే సంఖ్యలో అంకెలని విడదీసే కామాలు పెట్టేను.)

1 మన్వంతరం = 71 మహాయుగాలు = 4.32*71 = 306.72 మిలియను సంవత్సరాలు (ఇక్కడ నక్షత్రం గుర్తు గుణకారానికి వాడుతున్నాను.)

ఇలాంటి మన్వంతరాలు 14 ఉన్నాయిట.

ప్రతి మన్వంతరం ప్రారంభంలోనూ, అంతంలోనూ కృతయుగపు ప్రమాణంలో ఒక సంధి కాలం (లేదా, సంధ్యా కాలం) ఉందని ఊహించుకుంటే ఒక కల్పం పొడుగు తెలుస్తుంది.

1 కల్పం = 14 మన్వంతరాలు + 15 సంధి కాలాలు = బ్రహ్మకి ఒక పగలు

1 బ్రహ్మ పగలు = 1 కల్పం = (306.72 * 14) + (1.728 * 15) = 4294.08 + 25.92 = 4,320 మిలియను సంవత్సరాలు = 4.32 బిలియను సంవత్సరాలు (ఇది బిలియను, మిలియను అని పొరబడకండి)

కనుక బ్రహ్మ పగలు 4.32 బిలియను, రాత్రి 4.32 బిలియను మానవ సంవత్సరాలు. లేదా సత్యలోకంలో ఒక దినం 8.64 బిలియను మానవ సంవత్సరాలు. ఇటువంటివి 360 దినాలు గడిస్తే అది ఒక సత్యలోకపు సంవత్సరం. (చూసేరా, ఇక్కడ మన భూలోకంలో ఉరమరగా 360 రోజులు ఒక సంవత్సరం అవుతుంది కాని, మరే లోకం లోను అవాలని లేదు, సాధారణంగా కాదు. మానవ సంవత్సరాల పొడుగుని సత్యలోకపు సంవత్సరానికి అంటగట్టేం. దీనినే మానవ కేంద్ర దృక్పథం (ఏంథ్రొపొమార్ఫిక్ వ్యూ - anthropomorphic view) అంటారు. కాని ఇది మనకి ఇప్పుడు అనవసరం.) కనుక బ్రహ్మకి ఒక సంవత్సరం గడిచేసరికి ఈ భూలోకంలో 360 * 8.64 = 3.1104 ట్రిలియను సంవత్సరాలు. (అమెరికాలో వాడే పద్ధతి ప్రకారం ఒక ట్రిలియను అంటే 1 తర్వాత 12 సున్నలు.)

బ్రహ్మ ఆయుర్దాయం 100 బ్రహ్మ సంవత్సరాలు అనుకుందాం.(ఇదీ మానవకేంద్ర దృక్పథమే!)

బ్రహ్మ ఆయుర్దాయం = 100 సంవత్సరాలు = 100 * 3.1104 = 311.040 ట్రిలియను భూలోక సంవత్సరాలు. దీనిని ఒక “పర” అంటారు. బ్రహ్మ ఆయుర్దాయంలో మొదటి అర్ధభాగాన్ని ప్రథమ పరార్ధం అనిన్నీ, రెండవ అర్ధ భాగాన్ని ద్వితీయ పరార్ధం అనిన్నీ అంటారు.

సృష్టి మొదలయిన దగ్గరనుండి ఇప్పటికి ఆరుగురు బ్రహ్మలు గతించేరు. గతించిన బ్రహ్మల పేర్లు: మానస, చాక్షుష, వాచిక, శ్రావణ, సత్య, అండజ. ఇప్పుడు ఏడవ బ్రహ్మ అయిన పద్మజుని కాలంలో ఉన్నాం. ఈయనకి ఇప్పుడు 51 వ సంవత్సరం నడుస్తోంది. ఇందులో ప్రథమ కల్పమైన శ్వేతవరాహ కల్పంలో ఉన్నాం. మన సంవత్సరాలకి ప్రభవ, విభవ, శుక్ల మొదలైనవి 60 పేర్లు ఉన్నట్లే, ఈ కల్పాలకి 30 పేర్లు ఉన్నాయిట. అవి ఇక్కడ ఏకరవు పెట్టవలసిన అవసరం లేదు. కుతూహలం ఉన్నవాళ్లకి ఈ పేర్లు పురాణాలలో దొరుకుతాయి.

ఇప్పుడు మనం ఈ శ్వేతవరాహ కల్పంలో వచ్చే 14 మన్వంతరాలలో ఏడవ మన్వంతరం అయిన వైవస్వత మన్వంతరంలో ఉన్నాం. సరదా ఉన్న వాళ్లకి ఈ 14 మన్వంతరాల పేర్లు ఇక్కడ ఇస్తున్నాను: స్వాయంభువ, స్వారోచిష, ఉత్తమ, తామస, రైవత, చాక్షుస, వైవశ్వత, సూర్యసావర్ణి, బ్రహ్మసావర్ణి, ధర్మసావర్ణి, రుద్రసావర్ణి, రౌచ్య, మరియు బౌచ్చ. (అల్లసాని పెద్దన రాసిన మనుచరిత్ర పై జాబితాలో రెండవ మనువైన స్వారోచిష మనువు గురించి అనుకుంటాను.)

ఈ వైవస్వత మన్వంతరంలో 27 మహాయుగాలు గడిచి, ఇప్పుడు 28 వ మహాయుగంలో ఉన్నాం. ఈ 28 వ మహాయుగంలో కృత, త్రేత, ద్వాపర యుగాలు గడచిపోయేయి. కలియుగం ప్రవేశించి 5111 సంవత్సరాలు (ఇది రాసిన తేదీ సా. శ. 2010) అయింది.

2. స్థల నిర్ణయం

ఇంతవరకు కాల నిర్ణయం గురించి మాట్లాడుకున్నాం. ఇప్పుడు స్థల నిర్ణయం ఎలా జరుగుతుందో చూద్దాం.

పరిపాలనా సౌలభ్యం కొరకు మనువులు భూమిని 7 భాగాలుగా విభజించి పాలించేరు. ఆ ఏడు భాగాల పేర్లు ఇవి: జంబూద్వీపం, ప్లక్షద్వీపం, క్రౌంచద్వీపం, శాల్మిక ద్వీపం, పుష్కరద్వీపం,

శాకద్వీపం. (ఈ ఏడు ద్వీపాలనీ ఏడు ఖండాలుగా మనం ఊహించుకోవచ్చు: ఆఫ్రికా, ఐరోపా, ఆస్ట్రేలియా, ఉత్తర అమెరికా, దక్షిణ అమెరికా, ఆసియా (ఇండియా ఉపఖండాన్ని మినహాయించి), మరియు ఇండియా ఉపఖండం.

ఆధునిక భారత దేశం జంబూద్వీపంలో ఉంది. ఈ జంబూ ద్వీపానికి అధిపతి పేరు నాభి. ఈ నాభికి మేరూదేవి యందు ఋషభుడు కలిగేడు. ఈ ఋషభుడుకి 100 మంది సంతానం. వీరిలో పెద్దవాడు భరతుడు. ఈ భరతుడు పాలించిన ప్రాంతమే భరతవర్షం. సముద్రానికి ఉత్తరమున, హిమాలయాలకి దక్షిణమున ఉన్న ప్రాంతమే భరతవర్షం. ఆధునిక పరిభాషలో చెప్పుకోవాలంటే ఇండియన్ సబ్‌కాంటినెంట్.

కనుక మనం పూజ చేసేటప్పుడు దేవుడికి మన చిరునామా నిర్ద్వందంగా చెబితే ఆయన మనం కోరిన కోరికలని మన చిరునామాకి పంపుతాడు. అందుకనే…”అద్యబ్రహ్మణః, ద్వితీయపరార్ధే, శ్వేతవరాహకల్పే, వైవశ్వత మన్వంతరే, కలియుగే, ప్రథమపాదే, జంబూద్వీపే, భరతవర్షే, భరతఖండే. అంటూ మనం ఉన్న కాలాన్ని, స్థలాన్ని చెప్పి అంతటితో ఊరుకోము. ఆ తరువాత మనం ఆ పూజ ఎప్పుడు చేస్తున్నామో కూడ “వేళ” చెప్పటానికి “అస్మిన్ వర్తమాన వ్యావహారిక చాంద్రమానేన …సంవత్సరే, ….ఆయనే, ….ఋతౌ, ….మాసే,…..పక్షే, ….తిథౌ,…, అంటూ కాలనిర్ణయం చేస్తాం.

ఇక్కడ గమనించవలసిన సూక్ష్మం ఏమిటంటే మన ఉనికిని చెప్పటానికి ఒక్క స్థలనిర్ణయం చేస్తే సరిపోదు, కాలనిర్ణయం కూడా చెయ్యాలని వేదకాలం నుండీ మనవాళ్లు గమనించేరు. ఇదే విషయాన్ని ఇరవైయ్యవ శతాబ్దపు ఆరంభంలో అయిన్‌స్టయిన్ వచ్చి, సాపేక్ష సిద్ధాంతాన్ని ప్రవచించి, స్థల-కాల సమవాయం (స్పేస్-టైం కంటిన్యువం, space-time continuum) అనే భావన ప్రవేశపెట్టి, “ ఈ విశ్వం నాలుగు దిశలలో వ్యాపించి ఉంది” అని ఉటంకించేసరికి, “ఔరా! ఇదంతా మా పురాణాల్లో ఉందిస్మీ!” అని ఇప్పుడు అనుకుంటున్నాం.

సనాతనులు మరొక అడుగు ముందుకు వేసి, స్థలం, కాలం చెప్పినంత మాత్రాన్న సరిపోదు, మన ప్రవర కూడ చెప్పాలి అన్నారు. ఒక వంశవృక్షంలో ఉత్తమోత్తమమైన పూర్వుల పేర్లు చెప్పి, వారి వంశం వాడిని అని చెప్పటాన్ని "ప్రవర" చెప్పటం అంటారు. ఎవరికి తోచిన "పూర్వుల పేర్లు" వారు చెప్పకుండా ఒకే వంశంలో ఉన్నవారంతా ఒకే "పూర్వుల సమితిని" చెప్పటం ఆనవాయితీ. ఉదాహరణకి రామ శర్మ అనే వ్యక్తి ప్రవర చెబితే ఇలా ఉండొచ్చు:

> "చతుస్సాగర పర్యంతం గోబ్రాహ్మణేభ్యః శుభం భవతు
> ఆంగీరస భారద్వాజ గార్గ్య శైన్య త్రయాఋుషయోః ప్రవరాన్విత
> గర్గ్య భారద్వాజ గోత్రః
> ఆపస్తంబ సూత్రః తైత్రీయ కృష్ణ యజుః శాఖాధాయీ
> శ్రీ రామ శర్మః అహం భో ఆభివాదయే"

అభివాదం అంటే నమ్రతతో నమస్కరించటం. ఈ ప్రవర చెప్పేటప్పుడు ఒక్క గోత్రాన్నే కాకుండా, ఆ వ్యక్తి కుటుంబం యొక్క "సూత్రం" ఏమిటో, "వేదం" ఏమిటో, చెప్పి అప్పుడు పేరు చెబుతారు. అంటే మనం ఎవ్వరమో చెప్పాలంటే మనం ఉన్న స్థలం, కాలం, ప్రవర చెప్పాలన్నమాట. స్థలానికి అక్షాంశం, రేఖాంశం, ఎత్తు అనే మూడు అంశాలు, కాలానికి ఒక అంశం, ప్రవరకి గోత్రం, సూత్రం, వేదం, నామధేయం అనే నాలుగు అంశాలు, వెరసి ఎనిమిది చెప్పాలి. ఈ ఎనిమిదింటిని ఎనిమిది నిరూపకాలు (కో-ఆర్డినేట్స్, coordinates) ఉపయోగించి నివేదించినప్పుడు ఆ ఎనిమిది నిరూపకాలూ నిర్దేశించిన "స్థలం"లో మన ఉనికి ఒక "బిందువు" అవుతుంది. ఈ విషయాలన్నీ రాబోయే వ్యాసాలలో మరికొంచెం వివరంగా చూస్తారు.

3. అష్టావక్రుడు, రోమహర్షుడు

విశ్వం ఎంత పురాతనమైనదో ఊహించుకోవటం కష్టమని భారతీయులు రకరకాల కథలు అల్లి పురాణాలలో చెప్పేరు. వాటిల్లో రెండు కథలు ఇక్కడ చెబుతాను.

1. రావణాసురుడి కథ

నా చిన్నతనంలో మా నాన్నగారు తమాషాకి ఒక కథ చెప్పే వారు. రావణాసురుడు కొన్ని వేల సంవత్సరాలు రాజ్యం ఏలేడని అంటారు కదా. రావణుడు పుట్టగానే ఎవ్వరో బ్రహ్మ దగ్గరకి ఈ వార్తని మోసుకెళ్ళి మనవడికి జాతకం రాయమని అడిగేరుట. బ్రహ్మ అప్పుడే కాలకృత్యాలు తీర్చుకుందుకని చెంబు చేత పుచ్చుకుని బైలుకి బయలుదేరుతున్నవాడు కావున, "ఈ పని అయిన తర్వాత ఆ పని చూద్దాం" అన్నాడుట. బ్రహ్మ పని ముగించుకుని తిరిగి వస్తూ ఉంటే, మరొకరెవ్వరో, "తాతా! నీ మనవడు చచ్చిపోయేడు" అని చావు వార్త చల్లగా అందించేరుట. మన కాలమానం ఎంత విస్తృతమైనదో ఊహించుకోటానికి ఈ కథ ఉపయోగపడుతుంది.

2. ఇంద్ర గర్వభంగం కథ

ఒకనాడు స్వర్గలోకంలో ఇంద్రుడు చాల ఉషారుగా ఉన్నాడు. అప్పుడే రాక్షసుల మీద దండయాత్ర చేసి, వారిని హతమార్చి, విజయోత్సాహంతో ఉన్నాడేమో ఆయన మేఘాల లోనే ఉన్నాడు. ఈ సందర్భాన్ని పురస్కరించుకుని ఒక విజయ స్తంభం – ఛ! స్తంభం ఏమిటి, మరీ భూలోకపు రాజుల్లా – ఒక పెద్ద భవనం నిర్మించటానికి సమకట్టేడు. (ధర్మరాజులవారు రాజసూయ యాగం చేసే ముందు మయ సభ నిర్మించ లేదూ, అలాగన్న మాట.) వెంటనే

విశ్వకర్మకి కబురు పెట్టేడు. విశ్వకర్మ ఇంద్రుడి ఆజ్ఞని శిరసావహించి రాజభవనానికి కావలసిన హంగులన్నీ కూర్చి ఒక దివ్యమైన కట్టడానికి రూపు రేఖలు దిద్దుతున్నాడు. కట్టబోయే భవనం నమూనాలు చూసినప్పుడల్లా ఇంద్రుడి మనస్సులో కొత్తకొత్తవి, పెద్దపెద్దవి అయిన ఊహలు మొలకెత్తటం మొదలెట్టేయి. తనంతటి వాడు తను. రాక్షసుల చేత మట్టి కరిపించిన తను. తన అంతస్తుకి తెస్సోడుతూన్న భవనమా? అందుకని భవనం చుట్టూ ఒక ఉద్యానవనం కావాలన్నాడు. విశ్వకర్మ 'సరే' అన్నాడు. తర్వాత వనంలో పాలరాతి లతాగృహం అన్నాడు. విశ్వకర్మ 'సరే' అన్నాడు. తర్వాత పాలరాతి గోడలమీద రత్నాలు తాపడం పెట్టాలన్నాడు. విశ్వకర్మ 'సరే' అన్నాడు. ఆ తర్వాత జలయంత్రాలు, అంబుస్పోటాలు కావాలన్నాడు ఇంద్రుడు. ఇలా అధికార మదాంధతతో రోజుకో కొత్త కోరిక వెలిబుచ్చటం మొదలు పెట్టేసరికి విశ్వకర్మకి విసుగు పుట్టుకొచ్చింది.

విశ్వకర్మ రహశ్యంగా ఊర్ధ్వలోకమైన సత్యలోకానికి ప్రయాణమై వెళ్ళేడు. బ్రహ్మకి అసలు విషయం అవగాహన అయింది. పరిస్థితికి తగిన చర్య జరుగుతుందని నచ్చచెప్పి, విశ్వకర్మని దిగువకి పంపి తనేమో ఊర్ధ్వలోకమైన వైకుంఠానికి వెళ్ళేడు. అక్కడ విష్ణుమూర్తి కథ అంతా సావధానంగా విన్నాడు.

మరునాడు ఇంద్రుడు సింహాసనారూఢుడై, అప్సరసల సాన్నిధ్యంలో ఆనంద డోలికలో ఊగిసలాడుతూ ఉన్న సమయంలో పట్టుమని పదేళ్లు కూడ నిండని ఒక బాలుడు ఒక చేతిలో దండం, మరొక చేత కమండలం, చంకలో కృష్ణాజినం, ముఖంలో దివ్యమైన తేజస్సుతో ఆస్థానంలో ప్రవేశించేడు. అతడు సకల విద్యా కోవిదుడని చెప్పకుండానే తెలుస్తోంది.

ఇంద్రుడు ఆ బాలుడిని చూసి సింహాసనం దిగి ఎదురేగి స్వాగతం పలికేడు. అర్ఘ్యపాద్యాదులు ఇచ్చి యథోచితంగా అతిథిని సత్కరించి, "స్వామీ, తమరెవరో, తమ రాకకి కారణం ఏమిటో శలవియ్యండి" అంటూ వినయ విధేయతలతో అడిగేడు.

“ఓ, మహాబలీ! ప్రపంచంలో ఎక్కడా కనీ వినీ ఎరగని అత్యద్భుతమైన రాజప్రాసాదాన్ని నిర్మిస్తున్నావని నాలుగు నోట్లా విని విషయావలోకన చేసి పోదామని వచ్చేను. గతంలో ఏ ఇంద్రుడూ ఇటువంటి సౌధాన్ని నిర్మించలేదటగదా?”

గర్వమదాంధతతో ఉన్న ఇంద్రుడు ఈ ముక్కుపచ్చలారని బాలుని ధిషణని పరాభవించటానికా అన్నట్లు, తూష్ణీభావంతో, “వత్సా, ఎంతమంది ఇంద్రులని చూసేవేమిటి? అహ, ఎంతమంది ఇంద్రుల గురించి విన్నావేమిటి?” అని హేళనగా అడిగేడు.

ఆ ప్రశ్నకి సమాధానంగా మందస్మిత వదనారవిందంతో ఆ బాలుడు ఇలా అన్నాడు.

“దేవేంద్రా! కుమారా! సావధానంగా విను. నేను చాల మంది ఇంద్రులని చూసేను. నీ తండ్రి కశ్యపుడిని నాకు తెలుసు. బ్రహ్మకి కుమారుడు, నీకు తాత అయిన మరీచిని నాకు తెలుసు. ఆ బ్రహ్మ విష్ణుమూర్తి నాభి లోని కమలం నుండి ఉద్భవించటం నేను స్వయంగా ఎరుగుదును. ఆ మాటకొస్తే సాక్షాత్తూ ఆ విష్ణుమూర్తినే నేను ఎరుగుదును.

“సృష్ట్యాది ప్రళయ పర్యంతం జరిగే కార్యక్రమాన్ని అంతా కళ్లారా చూసిన వ్యక్తిని నేను. ఒక సారి కాదు. పదే పదే చూసిన వాడిని. ప్రళయ సమయంలో విశ్వస్వరూపం ఎలా ఉంటుందో తెలుసా? ‘ఈ విశ్వం’ లోని స్థావర జంగమాత్మకమైన ప్రతి అణువు నామరూపాలు లేకుండా నశించిపోయి ప్రళయ నిశీధిలోని అనంతంలో లీనమై అదృశ్యమైపోతుంది. ఆ దృశ్యం వర్ణనాతీతం.

“ ‘ఈ విశ్వం’ అన్నాను కదూ? ఇటువంటి విశ్వాలు ఎన్నో! ఎన్నని ఎవరు లెక్కపెట్టగలరు? అవి అనంతం. సముద్రంలోని నీటి బుడగలులా అనంతమైన విశ్వాలు అలా ఉద్భవిస్తూనే ఉంటాయి, నశిస్తూనే ఉంటాయి. ఒకొక్క విశ్వంలో సృష్టికార్యాలు నిర్వహించటానికి ఒకొక్క బ్రహ్మ. ఇటువంటి విశ్వాలలోని ప్రపంచాలలో ఇక ఇంద్రులు ఎంతమంది ఉంటారో? వారిని లెక్క పెట్టే ఓపిక ఎవ్వరికి ఉంది? సముద్రపుటొడ్డున ఉన్న ఇసక రేణువులని లెక్కపెట్టగలమా?

“ఒకొక్క ఇంద్రుడు ఒకొక్క మన్వంతరం పాటు రాజ్యం ఏలుతాడు. ఇలాంటి ఇంద్రులు 28 అయేసరికి బ్రహ్మకి ఒక రోజు.....”

ఇలా చెప్పుకు పోతూన్న ఆ కథనాన్ని ఆ బాలుడు హఠాత్తుగా ఆపి, నేల మీద బారెడు వెడల్పున బారులు తీర్చి పోతూన్న చీమలని చూసి ఒక చిరునవ్వు నవ్వేడు.

“మహానుభావా! ఎందుకు కథనాన్ని ఆపివేసేరు? ఎందుకలా నవ్వుతున్నారు?” అని ఇంద్రుడు ఆత్రుతగా అడిగేడు.

“ఎందుకు నవ్వుతున్నానా? అది పరమ రహస్యం. దుఃఖానికి మూల కారణం ఏమిటో ఈ రహస్యంలో ఇమిడి ఉంది. చీకటిలో తాడుని చూసి పాము అని ఎలా అనుకుంటామో, దీపపు వెలుగులో అది పాము కాదు, తాడే అని ఎలా తెలుసుకుంటామో అలాగే జ్ఞానోదయం అయిన వ్యక్తి ఈ సృష్టిలోని నిజానిజాల తారతమ్యాన్ని తెలుసుకోగలుగుతున్నాడు. చూడు, ఈ చీమల బారు ఎంత పెద్దగా ఉందో. బారెడు వెడల్పుతో ఒక నదీ ప్రవాహంలా పాకుతూన్న ఈ చీమలన్నీ ఒకనొకప్పుడు నీలాగే ఇంద్ర పదవిని అధిష్ఠించిన వారే. వారి కర్మానుసారం ఇలా చీమల జన్మ ఎత్తి కర్మ పరిపక్వం కొరకు ఎదురుచూస్తున్నారు.....”

ఆ బాలుడు ఇలా ఉపదేశం చేస్తూ ఉంటే సభలోనికి మరొక విచిత్రమైన వ్యక్తి వచ్చేడు. అతనికి నఖశిఖ పర్యంతం జుత్తే. ఛాతీ మీద మాత్రం గుండ్రంగా కొంత మేర రోమాలేవీ లేకుండా బోడిగా ఉంది. ఆ ఖాళీ చుట్టూ వలయాకారంగా బొద్దుగా జుత్తు పెరిగి ఉంది.

ఇప్పటికే సంభ్రమాశ్చర్యాలలో మునిగి తేలుతూన్న ఇంద్రుడు తేరుకొని, “మహానుభావా! తమరు ఎవ్వరు? ఎక్కడనుండి వస్తున్నారు? నేను మీకు ఏ విధంగా సేవ చెయ్యగలను?” అని కుశల ప్రశ్నలు వేసేడు.

“ఇంద్రా! నువ్వు దిగ్విజయ యాత్ర ముగించుకొని ఒక అత్యద్భుతమైన భవనం నిర్మిస్తున్నావని విని ఆ భవనం చూసిపోదామని వచ్చేను.

“నేనెవరినా? నన్ను రోమహర్షుడు అంటారు. నా వక్షస్థలం చూస్తున్నావు కదా. ఒకొక్క ఇంద్రుడు మరణించినప్పుడల్లా ఒకొక్క వెంట్రుక ఈ వక్షస్థలం నుండి రాలి పోతుంది. అందుకనే మధ్యలో వెంట్రుకలు లేకుండా బోసిగా ఉంది.

ఈ ద్వితీయ పరార్థం పూర్తి అయేసరికి ఇప్పటి బ్రహ్మ జీవితం చాలిస్తాడు. అప్పుడు వచ్చే మహా ప్రళయంలో నేను కూడ లీనమయిపోతాను. ఇటువంటి అల్పాయుర్దాయంతో పెళ్లి చేసుకుని జంఝాటన పెంచుకోవటమెందుకని బ్రహ్మచారిగా ఉండిపోటానికే నిశ్చయించుకున్నాను. ఆ విష్ణు మూర్తి ఒక్క సారి కళ్లు తెరచి మూసే వ్యవధిలో ఒక బ్రహ్మ జీవిత కాలం పూర్తి అయిపోతుంది.”

ఈ మాటలు చెబుతూ రోమహర్షుడు అకస్మాత్తుగా అదృశ్యమై పోయాడు. చీమల బారు గురించి చెబుతూ ఉన్న బాలుడు ఎప్పుడో అదృశ్యమైపోయాడు.

ఇదంతా వింటూన్న ఇంద్రుడికి గర్వభంగం అయింది. తను భవన నిర్మాణ పథకాన్ని విరమించుకున్నట్లు విశ్వకర్మతో సవినయంగా మనవి చేసుకున్నాడు.

అదండీ, భారతీయులు ఈ విశ్వం ఎంత పురాతనమైనదో చెప్పటానికి ఈ కథ అల్లి చెప్పేరు.

4. లెక్కకు అందని సంఖ్యామానం

అష్టావక్రుడి కథ, రోమహర్షుడి ఉదంతం చదివిన తరువాత సృష్టి, లయ ఎంతో పురాతనమైన సంఘటనలే అని అనిపించకమానదు. ఆధునిక శాస్త్రం దృష్ట్యా కూడ విశ్వం బహు పురాతనమైనది. నిజానికి విశ్వ స్వరూపాన్ని ఆకళింపు చేసుకోవాలంటే ఊహకి అందని దూరాలనీ, ఊహకి అందని కాలాలనీ, ఊహకి అందని సంఖ్యామానాలనీ ఊహించుకోవటానికి అలవాటు పడాలి. ఈ విశ్వం సుమారు 13.7 బిలియను సంవత్సరాల క్రితం పుట్టిందని నేను చెపితే సామాన్యులలో ఎంతమందికి అర్థం అవుతుంది? ఈ సూర్య మండలం పుట్టి 4.6 బిలియను సంవత్సరాలు దాటిందంటే ఎంతమందికి అవగాహన అవుతుంది? ఈ భూమి పుట్టి 4 బిలియను సంవత్సరాలు అయిందంటే అందరూ ఆకళింపు చేసుకోగలరా? వేలకీ, లక్షలకీ, కోట్లకీ అలవాటు పడిపోయిన మన ప్రాణాలకి మిలియను, బిలియను ఊహించుకోవటం వీలవుతుందా? ఇంతకీ కోటి పెద్దదా? బిలియను పెద్దదా? అలాగే విశ్వం భ్రూణ దశలో 10E-35 క్షణాల (సెకండ్లు) కాలం గడిపిందని నేను అంటే, వివరణ లేకుండా, నా సహాధ్యాయులే అర్థం చేసుకోలేరు.

1. పెద్ద పెద్ద సంఖ్యలని లెక్క పెట్టటం

పెద్ద పెద్ద సంఖ్యలని ఊహించటమే కాదు, వాటిని లెక్క పెట్టటం కూడ భారతీయులకి వెన్నతో పెట్టిన విద్య. ఉదాహరణకి పెద్ద పెద్ద సంఖ్యలని లెక్కపెట్టటంలో ఉన్న కష్టసుఖాలని ఒకసారి పరిశీలించి చూద్దాం.

ఒకటి పక్కన సున్న వేస్తే అది పది. పదిని ఊహించుకోవడం పెద్ద కష్టం కాదు. మన చేతులకి పది వేళ్లు ఉన్నాయి కదా!

ఒకటి పక్కన రెండు సున్నలు చుడితే అది వంద లేక నూరు. వందని ఊహించుకోవడం కూడ పెద్ద కష్టం కాదు. వంద రూపాయలు ఖర్చు పెడితే ఏమీ రాని ఈ రోజులలో వంద పెద్ద సంఖ్య కానే కాదు. నా చిన్నతనంలో పెళ్లికొడుక్కి నూటపదహార్లు కట్నం ఇచ్చేవారు!

ఒకటి పక్కన మూడు సున్నలు చుడితే అది వెయ్యి.

ఇంతవరకు ఒకొక్క సున్న చేర్చినప్పుడల్లా సంఖ్య విలువతో పాటు ఆ సంఖ్య పేరు కూడ మారింది: పది, వంద, వెయ్యి.

ఒకటి పక్కన నాలుగు సున్నలు చుట్టటంతో మనం పేర్లు పెట్టే బాణీలో కొంచెం మార్పు వచ్చింది. మునపటిలా 10,000 కి మరో కొత్తపేరు పెట్టకుండా "పది" అనే పూర్వ ప్రత్యయం చేర్చి "పదివేలు" అనేసి ఊరుకున్నాం. ఎంతకని కొత్త పేర్లు పెట్టకలం?

మనమే కాదు ఇంగ్లీషు వాడూ ఇదే పని చేసి, "టెన్, హండ్రెడ్, థౌజండ్" అయిన తర్వాత మనలాగే "టెన్ థౌజండ్" అన్నాడు. కాని ఇంగ్లీషు వాడు మన దేశం రాక పూర్వం దీనిని "మిరయడ్" అనే పేరుతో పిలచేవాడు.

ఒకటి పక్కన ఐదు సున్నలు చుడితే అది లక్ష. దీన్ని హిందీలోనూ, ఇంగ్లీషులోనూ కూడ "లేక్" అంటారు. పూర్వం గొప్పవాళ్లు లక్షాధికారులు. "వాళ్లింట్లో లక్షలు మూలుగుతున్నాయి!" అనుకునే వాళ్లం. ఇప్పుడు లక్ష అంటే ఎవ్వరూ ఖాతరు చెయ్యటం లేదు.

ఒకటి పక్కన ఆరు సున్నలు చుట్టగా వచ్చిన సంఖ్య పది లక్షలు లేదా మిలియను. అమెరికాలో మిలియను డాలర్లు ఆస్తి ఉంటే మధ్య తరగతిలో కొంచెం పైమెట్టు లో ఉన్నట్లు లెక్క వేసుకోవచ్చు. భారత దేశంలో లక్షాధికార్లకి పట్టిన గతే అమెరికాలో ఈ మిలియనీర్లకి కూడ పడుతోంది. బిలియనీర్లు వచ్చిన తరువాత మిలియనీర్ల ముఖాలు ఎవ్వరూ చూడటం లేదు.

ఒకటి పక్కన ఏడు సున్నలు చుడితే అది కోటి. దీన్ని హిందీలో "కరోర్" అంటారు. ఇదే ఇంగ్లీషులో "క్రోర్" అయింది. ఈ రోజులలో గొప్పవాళ్లు కోటీశ్వరులు, లేదా కరోర్‌పతులు. "వాళ్లింట్లో డబ్బు కోటికి పడగలు ఎత్తింది!" అనుకునే వాళ్లం. అంత డబ్బుంటే ఆ డబ్బు పాములుగా మారిపోతుందనే కథ నా బాల్యంలో వినేవాడిని.

కోటిని ఊహించుకోవటం కొంచెం కష్టం నా బోంట్లకి. ఉదాహరణకి భారతదేశం జనాభా ఉరమరగా 100 కోట్లు! ఈ వంద కోట్ల ప్రజలని ఒకేసారి చూడలేము కనుక ఈ విషయం ఊహించుకుందికి ఉపయోగపడదు. సాధారణ శకం (సా. శ.) 1992 లో ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో పుగాకు, సారా వగైరాల అమ్మకం పన్ను ద్వారా ప్రభుత్వానికి వచ్చిన ఆదాయం 840 కోట్ల రూపాయలుట!

ఒకటి పక్కన ఎనిమిది సున్నలు చుడితే వచ్చే సంఖ్యకి మంచిపేరు, నలుగురికీ పరిచయం అయిన పేరు ఏదీ లేదు. పదికోట్లు అనో, దశకోటి అనో, వంద మిలియన్లు అనో అనవచ్చు; కాని అవి కొత్త పేర్లు కావు. "వెంకట్రావు, పెద వెంకట్రావు" అన్నట్టు పాత పేర్లనే పునరావృత్తం చేసేం, అంతే.

ఒకటి పక్కన తొమ్మిది సున్నలు చుడితే వచ్చే సంఖ్య వంద కోట్లు లేదా బిలియను. మిలియను ఊహించుకోవటం చేతనయిన వాళ్లకి కూడ బిలియను ఊహించుకోవటం కష్టం. ఈ భూలోకపు జనాభా 5 బిలియనుల పై చిల్లర అంటే ఉపయోగపడుతుందేమో ఆలోచించుకొండి. లేదా, వెయ్యి మిలియనులు ఒక బిలియను అంటే ఉపయోగపడుతుందేమో.

అసలు ఆధునిక శాస్త్రీయ యుగం మొదలయే వరకు పాశ్చాత్య దేశాలలో పెద్ద పెద్ద సంఖ్యలతో పనే ఉండేది కాదు. బిలియనుతో సామాన్యులకి అవసరం ఏముంటుంది? కనుక మొన్న మొన్నటి వరకూ పాశ్చాత్య భాషలలో పెద్ద పెద్ద సంఖ్యలకి పేర్లే లేవు. పని ఉంటే కదా పేర్ల అవసరం? కాని భారతదేశంలో ఏమి పని వచ్చిందో తెలియదు కాని "పెద్ద

పెద్ద” సంఖ్యలకే కాదు, “పేద్ద పేద్ద” సంఖ్యలకి కూడ పేర్లు ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి ఒకటి తర్వాత 11 సున్నలు చుడితే అది అర్బుదం, 13 సున్నలకి ఖర్వం, 15 సున్నలకి పద్మం, 17 సున్నలకి క్షోణి, 19 సున్నలకి శంఖం. ఇక్కడ బాణీ ఏమిటంటే - ఒకటి తరువాత బేసి సంఖ్యలైన సున్నలుంటే వాటి పేర్లు మామూలుగానే ఉంటాయి. ఒకటి తరువాత సరి సంఖ్యలైన సున్నలుంటే వాటి పేరుకి ముందు “మహా” అనే పూర్వ ప్రత్యయం తగిలించి మహాపద్మం, మహాఖర్వం, వగయిరా పేర్లు పెట్టేరు. ఈ బాణీని కూడ పూర్తిగా పాటించ లేదు: ఒకటి తర్వాత 27 సున్నలుంటే పర్వతం, 28 పరార్థం, 29 అనంతం. ముప్పయ్ సున్నలుంటే సాగరం, 31 అవ్యయం, 32 అచింత్యం, 33 అమేయం, ... భూరి, వృందం, అన్న పేర్లు ఉన్నాయి. ఈ లెక్కలో వృందం తర్వాత ఏమి పేర్లు వస్తాయో ఇదమిత్థంగా తెలియదు కానీ రావణాసురుడి సైన్యం ఎంత పెద్దదో వర్ణిస్తూ వాల్మీకి “ఒకటి తర్వాత 55 సున్నలు చుడితే వచ్చే సంఖ్యంత” అని చెప్పి దానికి మహౌఘం అని పేరు పెట్టేడు ట.

ఈ పేర్లు భారత దేశంలో వాడుకలో లేవు కానీ వారి దగ్గర ఈ పేర్లు నేర్చుకున్న జపాను వాళ్లు ఇప్పటికీ ఈ రకం పేర్లు వాడుతున్నారు. మచ్చుకి ఒకటి తర్వాత 80 సున్నలు వేయగా వచ్చిన సంఖ్యని జపాను వాళ్ళు “పుకషీగీ” అంటారు. పుకషీగీ అంటే ఆలోచనకి అందనిది లేదా “అచింత్యం” కదా. ఒకటి తర్వాత 56 సున్నలు వేయగా వచ్చిన సంఖ్యని “కుగాషా” అంటారు. కుగాషా అంటే “గంగా నది ఒడ్డున ఉన్న ఇసుకంత” అని అర్థం ట!

భారతీయులు పేర్లు పెట్టటం అంటూ పెట్టేరు కానీ, ఈ పేర్లలో ఒక బాణీ లేకపోతే జ్ఞాపకం పెట్టుకోవటం కష్టం. అప్పుడు ఒకదానికి మరొక పేరు వాడే ప్రమాదం ఉంది. భారతీయ ప్రాచీన గ్రంథాలలో, మచ్చుకి, ఒకటి తర్వాత 12 సున్నలు ఉన్న సంఖ్యని ఒక చోట మహార్బుదం అన్నారు, మరొక చోట న్యర్బుదం అన్నారు. ఇలాంటి ఇబ్బందుల నుండి తప్పించుకుందికి అధునాతనులు ఒక పద్ధతి ప్రవేశపెట్టేరు. ఈ పద్ధతిలో సంఖ్యల పేర్లలో

బాణీ ఈ విధంగా ఉంటుంది: పది, వంద, వెయ్యి మామూలే. తరువాత కొత్త పేరు ఒకటి తర్వాత ఆరు సున్నలు చుట్టగా వచ్చిన మిలియను. తరువాత కొత్తపేరు ఒకటి తరువాత తొమ్మిది సున్నలు చుట్టగా వచ్చిన బిలియను. అలా మూడేసి సున్నలు అధికంగా చేర్చినప్పుడల్లా మరొక కొత్త పేరు. ఈ లెక్కని ఒకటి తర్వాత ఆరు సున్నలుంటే మిలియను, తొమ్మిది ఉంటే బిలియను, 12 అయితే ట్రిలియను, 15 సున్నలకి క్వాడ్రిలియను, తదుపరి క్వింటిలియను, అలా.

బాగానే ఉందయ్యా! ఇవన్నీ "లియను" అనే శబ్దంతో అంతం అవుతున్నాయి. కాని ఈ "లియను" ముందుండే పూర్వప్రత్యయం (లేదా, ఉపసర్గ) జ్ఞాపకం పెట్టుకోవడం ఎలా? ఈ పూర్వ ప్రత్యయాలని విడిగా, వరసగా వాటి అర్థాలతో రాసి చూద్దాం.

లేటిన్ భాషలో బి రెండు, ట్రి మూడు, క్వాడ్ నాలుగు, క్వింట్ అయిదు, సెక్స్ట్ ఆరు, సెప్ట్ ఏడు, ఆక్ట్ ఎనిమిది, నవ్ తొమ్మిది ... అలా అలా వెళుతుందీ వరస. ఈ వరస అర్థం ఏమిటంటే మిలియనుని మూలంగా తీసుకుని ఆ మిలియనుని రెండు సార్లు వేసి హెచ్చవేస్తే వచ్చే సంఖ్య బిలియను, మూడు సార్లు గుణిస్తే వచ్చే సంఖ్య ట్రిలియను, నాలుగు సార్లు గుణకారం చెయ్యగా వచ్చింది క్వాడ్రిలియన్, ..

ఆగాలి, కొంచెం ఆగాలి.. ఇక్కడ నేను తప్పయినా చెబుతూ ఉండుండాలి లేదా మీరు తప్పుగా అర్థం చేసుకుంటూ ఉండుండాలి. ఎందుకంటే మిలియనుని రెండు సార్లు వేసి గుణిస్తే ఒకటి తర్వాత 12 సున్నలు వస్తాయి కాని తొమ్మిది రావు. నిజానికి అది నిజమే. బ్రిటిష్ వాళ్ల హయాంలో ఈ ప్రపంచం ఉన్నప్పుడు వాళ్లు అన్నీ తార్కికంగా ఆలోచించి ఒక పద్ధతిలో పేర్లు పెట్టేరు. ఒకటి తర్వాత 12 సున్నలుంటే దానిని బిలియను అనీ, 18 సున్నలుంటే దానిని ట్రిలియను అనీ, అలా అనుకుంటూ వెళ్లమన్నారు. అలాగే వెళ్లేవాళ్లం. తరువాత ఈ అమెరికా వాళ్లు వచ్చేరు. ముందొచ్చిన చెవుల కంటే వెనకొచ్చిన కొమ్ములు వాడి, పైపెచ్చు ఈ అమెరికా వాడి దగ్గర డబ్బు మస్తుగా ఉంది. దానితో జబ్బశక్తి, గోరోజనం పుంజుకున్నాయి. తన శక్తిని ప్రపంచానికి చాటడం ఎలా? ఇంగ్లీషువాడు ఎడం

పక్కని నడిపితే తను కుడి పక్కన కారు నడుపుతానన్నాడు. ఇంగ్లీషు మాటలకు స్పెల్లింగులు మార్చేస్తానన్నాడు. కొన్నింటికి అర్థాలే మార్చేసేడు. అందుకనే ఈ రోజులలో బిలియను అంటే ఒకటి తర్వాత తొమ్మిది సున్నలే. ట్రిలియను అంటే ఒకటి తర్వాత 12 సున్నలు,...., అలాగ వెళుతోంది ఈ బండి. ఈ మార్పు వల్ల వచ్చిన నష్టం ఏమిటంటే పూర్వప్రత్యయాన్ని చూసి ఆ సంఖ్యలో ఎన్ని సున్నలుంటాయో చెప్పడం కష్టం; బట్టీ పట్టేయాలి అంతే.

ఈ పేర్లు ఇంకా ఎంత దూరం వెళతాయి? మిలియనుని వంద సార్లు వేసి హెచ్చవేస్తే వచ్చే సంఖ్యని "సెంటిలియన్" అనమన్నాడు బ్రిటిషువాడు. అప్పుడు సెంటిలియన్ అంటే ఒకటి తర్వాత 600 సున్నలు అని ఠకీమని చెప్పగలిగి ఉండేవాళ్ళం. కాని ఈ అమెరికా వాడి సొద వల్ల ఆ సౌలభ్యం పోయి ఒకటి తర్వాత 303 సున్నలు చుడితే అది సెంటిలియన్ అయింది.

పాశ్చాత్యుల లెక్కింపు పద్ధతిలో మిలియను, పది మిలియనులు, వంద మిలియనులు, బిలియను, పది బిలియనులు, వంద బిలియనులు, ట్రిలియను, పది ట్రిలియనులు, వంద ట్రిలియనులు,... అంటూ లెక్కపెడతారే, మరి, ఈ రోజుల్లో, భారత దేశంలో వెయ్యి, పది వేలు, లక్ష, పది లక్షలు, కోటి, పది కోట్లు, అంటూ లెక్క పెట్టి అటుపైన నూరు కోట్లు, వెయ్యి కోట్లు, పదివేల కోట్లు, లక్ష కోట్లు, పది లక్షల కోట్లు.... అంటారెందుకు? పది లక్షల కోట్ల తరువాత ఏమిటి వస్తుంది? కోటి కోట్లా? కోటి కోట్ల తరువాత? ఇలా పెద్ద పెద్ద సంఖ్యలని లెక్కపెట్టటానికి ప్రస్తుతం తెలుగులో వాడుకలో ఉన్నవి, అందరికీ అర్థం అయేవి, తర్కబద్ధం అయినవి అయిన మాటలే లేవు. ఉదాహరణకి మన లెక్కింపు పద్ధతి ప్రకారం 300,00,00,00,00,00,000 అనే సంఖ్యని ఏమని పిలవాలి? అర్బుదాలు, మహా పద్మాలు, శంఖాలు వాడకుండా చెప్పండి చూద్దాం.

ఈ ఇబ్బందులని ఇక్కడ పరిష్కరించటానికి బదులు మనం పెద్ద పెద్ద సంఖ్యలని వాడవలసి వచ్చినప్పుడు ఒక మిలియను (1,000,000), పది మిలియనులు, వంద

మిలియనులు, ఒక బిలియను (1,000,000,000), పది బిలియనులు, వంద బిలియనులు, ఒక ట్రిలియను (1,000,000,000,000), ... అంటూ లెక్క పెడదాం. ఇది అంతర్జాతీయ పద్ధతి కనుక తెలుగులోంచి ఇంగ్లీషులోకి మారినప్పుడు ఇబ్బంది ఉండదు.

2. కామాలు పెట్టే నియమం

మీరు గమనించేరో లేదో! నేను పాశ్చాత్య పద్ధతిలో సంఖ్యలు రాసేటప్పుడు మూడేసి అంకెలని ఒక గుంపుగా గుప్పించి, వాటిని విడదీస్తూ కామాలు పెట్టేను. ఉదాహరణకి 46,520,000 అనే సంఖ్యని "నలభయ్ ఆరు మిలియన్ల ఐదువందల ఇరవై వేలు" అని పాశ్చాత్య పద్ధతిలో అంటాము. ఇదే సంఖ్యని భారతీయ పద్ధతిలో రాసినప్పుడు 4,65,20,000 అంటూ కామాలతో విడదీసి రాస్తాము. ఈ సంఖ్య ఇప్పుడు నాలుగు కోట్ల 65 లక్షల ఇరవై వేలు అని చదువుతాం. కనుక రాసే పద్ధతికీ, చదివే పద్ధతికీ అన్వయం చూసుకోవాలి.

3. చిన్న చిన్న సంఖ్యలని లెక్క పెట్టటం

అలాగే చిన్న చిన్న సంఖ్యలని వాడవలసి వచ్చినప్పుడు మిల్లీ (వెయ్యవ వంతు), మైక్రో (మిలియనవ వంతు), పికో (బిలియనవ వంతు), అనే పూర్వ ప్రత్యయాలు వాడదాం. అలవాటు చేసుకుంటే అవే అలవాటు అయిపోతాయి. విశ్వశాస్త్రాన్ని అధ్యయనం చేసేటప్పుడు ఇంకా చిన్న సంఖ్యల అవసరం వస్తుంది. అప్పుడు మిల్లీ, మైక్రో, పికో, మొదలైనవి సరిపోకపోవచ్చు.

4. పెద్ద సంఖ్యలని, చిన్న సంఖ్యలని రాసే పద్ధతి

పెద్ద పెద్ద సంఖ్యలని, చిన్న చిన్న సంఖ్యలనీ రాసి చూపించటానికి ఒక శాస్త్రీయ పద్ధతి ఉంది. ఈ పద్ధతిని ఘాతీయ పద్ధతి (exponential notation) అంటారు. ఈ పద్ధతితో సుఖం ఏమిటంటే సంఖ్యల పేర్ల ముందు వచ్చే పూర్వ ప్రత్యయాలని కంఠస్థం చేసి గుర్తు

పెట్టుకోనవసరం లేదు. ఈ ఘాతీయ పద్ధతిని కూడ రకరకాలుగా రాయవచ్చు. ఇక్కడ మనకి అనుకూలమైన పద్ధతి కంప్యూటరు రంగం నుండి అరువు తెచ్చేను. ఉదాహరణకి, 10E1 అంటే 10 ని ఒకసారి వెయ్యటం, 10E2 అంటే 10 ని రెండు సార్లు వేసి గుణించగా వచ్చినది లేదా 100 అని అర్థం. ఇక్కడ 10E2 లో ఉన్న 2 పదిని రెండు సార్లు వేసి గుణించమని చెబుతుంది, లేదా ఒకటి తరువాత రెండు సున్నలు ఉన్నాయని చెబుతోందన్నమాట. ఇదే సూత్రం ప్రకారం 10E3 = 1000, 10E6 = 1,000,000 = మిలియను.

ఇదే ధోరణిలో చిన్న చిన్న సంఖ్యలని కూడ రాయవచ్చు. ఉదాహరణకి 10E-1 అంటే 1 ని 10 చేత భాగించగా వచ్చిన 0.1. అలాగే 10E-2 అంటే 1 ని 100 చేత భాగించగా వచ్చిన 0.01. ఇదే సూత్రం ప్రకారం 10E-3 = 0.001, 10E-6 = 0.000001.

ఈ పద్ధతి ఉపయోగించి కొన్ని విషయాలు చెబుతాను. ఒక సంవత్సరంలో 31.7E6 క్షణాలు (సెకండ్లు) ఉన్నాయి. కావలిస్తే లెక్క కట్టి చూసుకోండి. భూమి నుండి సూర్యుడి సగటు దూరం 150E6 కిలోమీటర్లు. ఈ భూమి వయస్సు ఉరమరగా 4.6E9 = 4.6 బిలియను సంవత్సరాలు. మన సూర్యుడి నుండి మనకి అత్యంత సమీపంగా ఉన్న ప్రాక్సిమా సెంటారీ నక్షత్రం దూరం 40E12 = 40 ట్రిలియను కిలోమీటర్లు. విశ్వంలో ఉరమరగా 10E22 నక్షత్రాలు ఉన్నాయి ట. విశ్వంలో 10E80 ప్రాథమిక రేణువులు ఉన్నాయని ఒక అంచనా!

మరికొన్ని ఉదాహరణలు ఇస్తాను. మనం చూడటానికి వెలుగు (లేదా కాంతి) కావాలి కదా. బొమ్మ గీసినప్పుడు ఈ కాంతిని కిరణాల (లేదా గీతల) మాదిరి చూపించినా, నిజానికి కాంతి కెరటాల మాదిరి ఉంటుంది. ఇవి క్షణానికి (సెకండుకి) 600 ట్రిలియను (లేదా 600E12 లేదా 6E14) కెరటాలు చొప్పున వచ్చి మన కంటిని చేరుకుంటాయి, తెలుసా? ఈ కాంతి సూర్యుడి నుండి మన కంటికి ఎంత జోరుగా ప్రయాణం చేసి వచ్చిందో తెలుసా? క్షణానికి (సెకండుకి) 3E10 సెంటీమీటర్లు చొప్పున! ఈ కాంతి కెరటాల శిఖకి,

శిఖకి మధ్య దూరం (దీనిసే ఇంగ్లీషులో "వేవ్ లెంగ్త్," wave length అంటారు) కావాలంటే కాంతి వేగం అయిన 3E10 ని కాంతి కెరటాల జోరు (frequency) అయిన 6E14 చేత భాగించటమే. అలా భాగిస్తే 0.5E-4 సెంటీమీటర్లు వస్తుంది. దీనిని 0.00005 సెంటీమీటర్లు అని రాయవచ్చు. ఇది సెంటీమీటరులో 20 లక్షవ భాగం. ఇంత చిన్న పొడుగు మన కంటికి ఆనదు. అందుకనే కాంతి నిజంగా తరంగమే అయినా మన కంటికి కిరణం లా కనిపిస్తుంది.

ఇలా లెక్కలు వేసి చూపిస్తూన్నా ఈ సంఖ్యలని నేనూ ఊహించలేను, నేనూ ఆకళింపు చేసుకోలేను. కాని ఈ పద్ధతి అలవాటు చేసుకుంటే, క్రమేపీ, మనకి అలవాటు అయిపోయి, మన నైజం గా మారిపోతుంది.

ఈ వ్యాసం భౌతిక శాస్త్రంలో పాఠంలా అనిపించినా, ఈ రకం సంఖ్యలు, ఊహలు మనకి కొల్లలుగా ఎదురవుతాయి. ఎప్పుడో ఒకప్పుడు నేర్చుకోవాలి కనుక, అవసరం వచ్చే ముందే నేర్చేసుకుంటే సరిపోతుంది.

ఇక్కడ ఉపయోగించిన ఘాతీయ పద్ధతిలోని పేర్లని ఈ దిగువ పట్టికలో పొందుపరచేను.

EXPONENT	MULTIPLICATION	WORD NAME
10E2	10 x 10	HUNDRED
10E3	10 x 10 x 10	THOUSAND
10E6	MULTIPLY 6 TENS	MILLION
10E12	MULTIPLY 12 TENS	TRILLION
10E15	MULTIPLY 15 TENS	QUADRILLION
10E18	MULTIPLY 18 TENS	QUINTILLION
10E21	MULTIPLY 21 TENS	SEXTILLION
10E24	MULTIPLY 24 TENS	SEPTILLION
10E27	MULTIPLY 27 TENS	OCTILLION
10E30	MULTIPLY 30 TENS	NONILLION
10E33	MULTIPLY 33 TENS	DECILLION
10E100	MULTIPLY 100 TENS	GOOGOL
10Egoogol	MULTIPLY GOOGOL TENS!	GOOGOLPLEX

5. ఈ సృష్టికి ఎవ్వరు కారణం?

1. ప్రేరణ కారణం

ఈ చరాచర జగత్తుని సృష్టించినది ఎవ్వరు? ఈ సృష్టి ఎప్పుడు మొదలయింది? ఎందుకు జరిగింది? సృష్టికర్త ఎవ్వరు? ఆ సృష్టికర్తనే "దేవుడు" అంటున్నామా? అలాగయితే ఎవ్వరా దేవుడు? ఎక్కడ ఉంటాడు? ఎలా ఉంటాడు? అసలు "దేవుడు" అన్న భావానికి నిర్వచనం ఏమిటి? సృష్టించినవాడా? రక్షించేవాడా? లయ కారకుడా? అన్నీనా?

ఈ రకం ప్రశ్నలు అనాది నుండీ మానవులు అడుగుతూనే ఉన్నారు. వివిధ కాలాలలో, వివిధ సంస్కృతులలో పెరిగిన విద్వాంసులు ఈ ప్రశ్నలని వివిధ దృక్పథాలతో కూలంకషంగా పరిశీలించి అనేకమైన సిద్ధాంతాలని ప్రతిపాదించేరు. వీటిలో ఎవరికి అనుకూలమైన మార్గాన్ని వారు అవలంబించి "బ్రహ్మసత్యం" కనుక్కున్న మహానుభావుల కథలు ఎన్నో మనం వింటూనే ఉంటాం.

అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రాల సంస్థాపకులలో ఒకడు, తరువాత అధ్యక్ష పదవి అలంకరించిన వాడైన థామస్ జెఫర్‌సన్ ని మహా మేధావులలో ఒకడుగా ప్రెసిడెంట్ కెన్నడీ ఒక సారి కొనియాడేడు. అటువంటి జెఫర్‌సన్, దేవుడు సృష్టికి కారకుడు తప్ప సృష్టి జరిగిన తరువాత ఈ విశ్వం యొక్క దైనందిన కార్యక్రమాల్లో దేవుని పాత్ర లేదనిన్నీ, సృష్టి జరిగిన తరువాత ప్రకృతి శక్తుల ప్రభావ పరిధిలో ఈ జగత్కార్యం జరుగుతోందనిన్నీ నమ్మేడు.

"దేవుడి మీద మీకు నమ్మకం ఉందా?" అని అయిన్‌స్టయిన్ ని అడిగితే "తాత్త్వికుడు స్పినోజా చెప్పిన దేవుడి లాంటి దేవుడిని అయితే నమ్ముతాను" అని సమాధానం చెప్పేడు. టూకీగా స్పినోజా ఏమన్నాడంటే, "ప్రకృతే దేవుడు. ప్రకృతి అంటే ఏమిటి? మనం మన చుట్టూ చూసే

ఈ చరాచర జగత్తే ప్రకృతి. ఈ జగత్తుకి "బయట" ఎక్కడో ఉండి దేవుడు ఈ జగన్నాటకాన్ని తోలుబొమ్మలాటలా ఆడించటం లేదు. ఈ నాటకంలో దేవుడు కూడ ఒక నటుడే."

ఇటీవలి కాలం వాడు, అస్తిత్వవాది అయిన విశ్వకవి రవీంద్రనాథ టాగూరుకి దేవుడంటే నమ్మకం ఉంది కాని అతని దేవుడు సగటు హైందవ దేవుడు కాడు. విశ్వకవికి దేవుడు ఒక చెలికాడు, మానవ హితాన్ని కోరే ఒక తండ్రి. అదేకాలపు వాడైన మహాత్మ గాంధి సంశయవాది (ఎగ్నాస్టిక్, agnostic); అంటే దేవుడున్నాడో, లేడో రుజువు చెయ్యలేకపోయినా దేవుడు ఉన్నాడని నమ్మే వ్యక్తి. గాంధి కి "దేవుడు సత్యం" (గాడ్ ఈజ్ ట్రూత్, God is Truth) కాదు; అతనికి "సత్యమే దైవం" (ట్రూత్ ఈజ్ గాడ్, Truth is God). సత్యం ఒక వాస్తవం. అది తిరుగు లేనిది. సత్యానికి దేవుడికి ఉన్న లక్షణాలు ఉన్నాయని జీవితాంతం నమ్మిన వ్యక్తి మహాత్ముడు.

రామకృష్ణ పరమహంస తనకి "దేవుడిని చూపించేడు" అని స్వామీ వివేకానందుడే ఒక చోట చెప్పుకున్నాడు. కనుక మనందరి కండ్లకి కనిపించకపోయినా ఈ జగన్నాటకాన్ని ఆడించటానికి ఒక మహత్తర శక్తి ఏదో ఉండితీరాలని అనిపిస్తుంది.

అనిపించటమేమిటి? "మయాధ్యక్షేణ ప్రకృతిః సూయతేస చరాచరం, హేతునానేన కౌంతేయ జగద్విపరివర్తతే" అని అనుమానానికి ఆస్కారం లేని భాషలో అర్జునుడికి కృష్ణుడు చెబుతాడు. ఈ శ్లోకం అర్థం ఏమిటయ్యా అంటే, "ఈ జగద్రచనావ్యాపారమునకు అధ్యక్షుడను నేనే. నా మాయా శక్తి నా కార్యదర్శి. నన్ను నిమిత్తముగా ఉంచుకొని, ఆమెయే స్థావర జంగమాత్మకమగు ఈ విశ్వమును సృజించి, పోషించి, లయమొందించుచున్నది."

ఇలా సాక్షాత్తు పరమేశ్వరుడే స్వయంగా చెబుతూ ఉంటే ఇంకా ఈ అన్వేషణ ఏమిటని మీలో కొందరు అడగొచ్చు. ఈ అన్వేషణకి రెండు కారణాలు ఉన్నాయి. ఒకటి, విశ్వరూపం చూసే వరకు నారాయణుడి మాటలని నరుడు నమ్మలేదు. అలాంటిది ఏ రూపమూ చూడకుండా,

పుస్తకాలలో ఉన్న శ్లోకాలని చదివి మానవమాత్రులమయిన మనం ఎలా నమ్మగలం? రెండు, సృష్టి, స్థితి, లయ, మొదలైన భావాలకి అతీతంగా, పాపం, పుణ్యం, మొదలైన కర్మకాండల ఫలితాలకి అతీతంగా, సృష్టిలో సౌందర్యమే దైవస్వరూపమని నమ్మేవారి దృష్టితో ఇవే ప్రశ్నలకి మరొక కోణం నుండి సమాధానాలు వెతకాలనే ఆకాంక్ష. కనుక ఈ అన్వేషణ ముఖ్యోద్దేశం మోక్ష సాధన కాదు. అపవర్గమనే బ్రహ్మీస్థితిని చేరుకోవటం అంతకంటె కాదు. "కారణాలన్నిటికి మూలకారణమయిన ఆదిశక్తిని నేనే!" అనగలిగే ఏకైక మహత్తర శక్తి ఏదయినా ఉంటే దాని ఉనికిని నిర్ణయించటమే ఇక్కడ ధ్యేయం.

2. ప్రత్యక్ష దైవం

దేవుడిని సృష్టికారకుడిగా ఊహించుకుంటే మన తల్లిదండ్రులే మన ప్రత్యక్ష దైవాలు. కాని, ఈ ప్రతిపాదనలో కొన్ని చిక్కులు ఉన్నాయి. ఒకటి, తల్లిదండ్రులు సృష్టి, స్థితులకి కారకులు కాగలరు కాని లయకారకులు కాజాలరు. రెండు, పై నిర్వచనం ప్రకారం పిల్లలని కన్నవాళ్లు మాత్రమే దైవత్వానికి అర్హులు. మూడు, పైన చేసిన ప్రతిపాదన ప్రాణులకి మాత్రమే వర్తిస్తుంది. ప్రాణం లేని కొండలని, నదులని, సముద్రాలని ఎవ్వరు సృష్టించారు?

మానవుడి ఉనికికి మూలాధారమైన మాతృమూర్తి ఈ భూదేవి. ఈ భూమే లేకపోతే మనకి కాలుని మోపే స్థావరమే లేదు. నవమాసాలు కాదు, ఈ భూమాత మనని బతికున్నన్నాళ్లూ మోస్తోంది. ఒక్క మోయడమేమిటి? పంటలు పండే అవకాశం కల్పించి పోషిస్తోంది. ఒక్క పోషించటమేమిటి? భూమ్యాకర్షణతో మనందరినీ తన గుండెకి హత్తుకుని, వాతావరణమనే వెచ్చటి పమిట చెంగుతో కప్పి, మనకి హాని కలిగించే కాస్మిక్ కిరణాలు, గామా కిరణాల వంటి వికిరణాల ధాటీ నుండి తప్పించి, రక్షించి, కంటికి రెప్పలా కాపాడుతోంది. ఈ భూదేవే లేకపోతే మన మనుగడకి ఆధారమే లేదు. కనుక ఈ భూలోకవాసులందరికీ ఈ భూమి ప్రత్యక్ష దైవం.

భూమిని మాతృస్థానానికి లేవనెత్తాలంటే మన పితృదేవులెవ్వరో తెలియాలి. భూమి క్షేత్రాన్ని ప్రసాదిస్తున్నాది కాని, జీవానికి మూలకారణమైన బీజం సూర్యుడు ఇచ్చే వెలుగు. సూర్యుడు ఇచ్చే వేడి, వెలుగు లేకపోతే ఈ భూమి మీద మొక్కలు మొలవవు, పంటలు పండవు. సూర్యుడు లేకపోతే పోషణ అసంభవం. ఈ భూ, సూర్యుల జంటలో ఏ ఒక్కరు ఉన్నా సరిపోదు. ఇద్దరూ కావాలి. ఈ బాణీలో ఆలోచిస్తే భూమిని తల్లిగాను, సూర్యుడిని తండ్రిగానూ ఊహించుకుని, వీరిరువురిని ప్రత్యక్ష దైవాలుగా గౌరవించవచ్చు.

3. ఆదిమధ్యాంతరాహిత్యం

భగవంతుడు ఆదిమధ్యాంతరహితుడు అంటారు. క్షేత్రమాపక (జియొమెట్రికల్, geometrical) దృష్టితో చూస్తే గోళాకారంలో ఉన్న భూ, సూర్యులిద్దరూ ఆదిమధ్యాంతరహితులే. కాని కాలమాపక (టెంపొరల్, temporal) దృష్టితో చూస్తే మాత్రం ఈ గమనిక నిజం కాదు. ఆధునిక విజ్ఞాన శాస్త్రం ప్రకారం ఈ భూమితో పాటు సూర్య కుటుంబం ఉరమరగా 5 బిలియను సంవత్సరాల కిందటే పుట్టింది. మనందరికి మల్లే ఈ సౌర కుటుంబానికి కూడ బాల్య, కౌమార, వార్ధక్య దశలు, తదుపరి మరణము తథ్యం. జనన మరణాలు ఉన్న ఈ భూ, సూర్యులు దేవుళ్లు ఎలా అవుతారు?

అంతే కాదు. ఈ భూ, సూర్యులిరువురికీ దైవత్వం అంటకట్టటానికి మరొక అడ్డంకి ఉంది. భూ, సూర్యులు ఈ భూ గ్రహం మీద ఉన్న వాళ్లకే మాతా పితలు. మన పాలపుంతలోనే 400 బిలియను నక్షత్రాలు ఉన్నాయిట. ఈ విశ్వంలో మన పాలపుంత వంటి క్షీరసాగరాలు 150 బిలియన్లు ఉన్నాయని ఒక అంచనా ఉంది. కనుక ఈ విశ్వంలో 60 ట్రిలియన్లు పైబడే ఉన్నాయి నక్షత్రాలు. వీటిలో కనీసం పదింట ఒక నక్షత్రానికైనా గ్రహ కుటుంబం ఉందనుకుంటే ఈ విశ్వంలో 6 ట్రిలియన్లు గ్రహాలు ఉండొచ్చు. (ఇటువంటి గ్రహాలు 200 పైబడి ఉన్నాయని

సా. శ. 2010 నాటికి ప్రత్యక్ష ప్రమాణాలతో రుజువయింది). వీటిలో కొన్నింటి మీదనైనా ప్రాణం వెల్లివిరిసి ఉండొచ్చు. ఆయా ప్రాణుల తల్లిదండ్రులు వేరు కదా.

పోనీ భూమ్యేతర గ్రహాల మీద ప్రాణి లేదనుకుందాం. కనీసం ఆయా నక్షత్రాలని, వాటితోపాటు ఉండే గ్రహాలని ఎవ్వరో ఒకరు సృష్టించాలి కదా. ఈ సృష్టిని జరిపినది ఎవ్వరు? ఈ నభోమూర్తులన్నిటిని వాటి వాటి గతులు తప్పకుండా పరిభ్రమింపజేసేది ఎవ్వరు? విశ్వవ్యాప్తమూ, ఆదిమధ్యాంతరహితమూ అయిన ఈ అద్భుత శక్తి ఏమిటి? ఇలాంటి ప్రశ్నలు పుంఖానుపుంఖంగా పుట్టుకురాగా కాబోలు, మందార మకరందాలు చిందిస్తూ, "ఎవ్వనిచే జనించు, జగమెవ్వని లోపల నుండు…" అనే పద్యం రాసి మనకిచ్చేరు, పోతనామాత్యులు. భాగవతపురాణంలో భక్తులకి భక్తి మార్గం ఉంది, వైజ్ఞానిక పరిశోధకులకి విశ్వసత్యం ఉంది.

4. గురుత్వాకర్షణ

సూర్య, చంద్ర, గ్రహ, నక్షత్రాదుల పుట్టుకకి కారణభూతమైనదీ, ఈ నభోమూర్తులన్నిటిని గతులు తప్పకుండా వేటి పరిధులలో వాటిని ఉంచగలిగేది, వాటి వాటి కాలాలు తీరిన తరువాత వాటిని తనలో ఐక్యం చేసికొని, మళ్లా సరికొత్త నక్షత్రాదుల జన్మకి కారణభూతం కాగలిగినదీ అయిన శక్తి ఒకటి ఉంది. దానిని గురుత్వాకర్షణ అంటారు. దీనికే నూటన్ "గ్రేవిటీ" అని పేరు పెట్టేడు. ఈ గురుత్వాకర్షణ అదృశ్యమానం, విశ్వవ్యాప్తం, ఆదిమధ్యాంతరహితం.

ఈ గురుత్వాకర్షణ లేకపోతే సూర్యుడు, అతని సంతానం జన్మించి ఉండేవేకాదు. ఈ గురుత్వాకర్షణ ప్రభావం వల్ల కొన్ని కొన్ని సందర్భాలలో కొన్ని తారలు కాలరంధ్రాలు (black holes) గా మారే సావకాశం కూడ ఉంది. అప్పుడు ఆ పరిసరప్రాంతాలలో ఉన్న పదార్థం అంతా ఆ కాలరంధ్రంలో పడిపోతుంది. అదే "లయ" ప్రక్రియ అని కొందరు సిద్ధాంతీకరిస్తున్నారు.

అంటే సృష్టి, స్థితి, లయ కారకురాలయిన ఈ గురుత్వాకర్షణ (gravity) సర్వకాల సర్వావస్థలయందు ఈ విశ్వానికి రూపు రేఖలు దిద్దుతోంది. కనుక దైవత్వానికి ఇది అభ్యర్థి. ఈ గురుత్వాకర్షణ కంటికి కనిపించదు. గణితం లేకుండా వర్ణించి చెప్పటం కొంచెం కష్టమే. అయినా దీని గురించి కొంచెమయినా తెలుసుకుంటే కాని విశ్వరహాశ్యం బోధపడదు.

ఈ విశ్వంలో ఏ రెండు వస్తువులని తీసుకున్నా వాటి మధ్య ఒక రకం ఆకర్షణ (attraction) ఉంటుందని నూటన్ ఉద్ఘాటించేడు. పండిన పండు చెట్టుని వదలి వినువీధిలోకి రివ్వున ఎగిరిపోకుండా భూమి మీద పడటానికి కారణం పండుకీ, భూమికీ మధ్య ఉన్న పరస్పరమైన ఆకర్షణే.

ఇదే విధమైన ఆకర్షణ భూమికి, చంద్రుడికి మధ్య ఉండటం వల్లనే చంద్రుడు భూమి చుట్టూ తిరుగుతున్నాడు. నిజానికి భూమికి, చంద్రుడికి మధ్యనున్న ఈ ఆకర్షణకి చంద్రుడు భూమి మీదో, భూమి చంద్రుడి మీదో వెళ్లి పడాలి. ఇది ఎందుకు ఇలా జరగటం లేదో గణిత సమీకరణాలు రాసి సులభంగా చూపవచ్చు. గణితం లేకుండా చెప్పాలంటే ఉపమానాలు ఉపయోగించ వచ్చు. ఉదాహరణకి ఒక రాయిని జోరుగా ఎదటికి విసిరేమనుకుందాం. అది కొంత దూరం ఒంపు తిరిగిన మార్గంలో వెళ్లి, చివరికి భూమి ఆకర్షణ కారణంగా భూమి మీద పడుతుంది. ఆ రాయిని ఇంకా జోరుగా విసిరితే మరికొంచెం దూరం వెళ్లి కింద పడుతుంది. ఇంకా చాలా బలంతో రాయిని గిరవాటు వేస్తే – అంటే, ఆ రాయి ప్రయాణం చేసే ఒంపు గుండ్రంగా ఉన్న భూమి ఒంపుకి దీటుగా ఉండటానికి సరిపోయే అంత జోరుగా విసిరితే - ఇహ ఆ రాయి సతతం అలా "కింద" పడటానికి ప్రయత్నం చేస్తూనే ఉంటుంది, కాని పడ లేదు; అప్పుడు ఆ రాయి భూమి చుట్టు ప్రదక్షిణం చేస్తుంది. కృతిమ ఉపగ్రహాలని భూమి కక్ష్య లోనికి ఎక్కించటానికి రాకెట్లు చేసే పని ఇలాంటిదే. అదే విధంగా చంద్రుడు భూమి మీద పడలేక భూమి చుట్టూ తిరుగుతున్నాడు. ఇదే విధంగా భూమి వెళ్లి సూర్యుడి మీద పడటానికి ప్రయత్నం చేస్తోంది; కాని భూమి సూర్యుడి చుట్టూ తిరిగే పరిభ్రమణ వేగం వల్ల సూర్యుడి మీద పడలేక సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతోంది.

ఈ గురుత్వాకర్షణ విశ్వ వ్యాప్తం అని నూటన్ గమనించేడు కానీ, ఈ ఆకర్షణ ఎందుకు ఉందో కారణం చెప్పలేకపోయాడు. ఈ ప్రశ్నకి అయిన్‌స్టయిన్ సమాధానం చెప్పేడు. ఆయిన్‌స్టయిన్ ఉద్ఘాటించిన సాధారణ సాపేక్ష సిద్ధాంతం (General Theory of Relativity) ఆధారం చేసుకుని ఈ గురుత్వాకర్షణకి కారణం ఒక ఉపమానం సహాయంతో వివరిస్తాను. ఈ ఉపమానానికి ఒక ఊహాలోకంలో మనం ఒక ప్రయోగాన్ని సృష్టించుకోవాలి. ఇటువంటి ఉహాలోకపు ప్రయోగాలని ఊహా ప్రయోగాలు లేదా స్ఫురణ ప్రయోగాలు (thought experiments) అందాం.

ఈ ఉపమానానికి ఒక ప్రదేశం (space), ఆ ప్రదేశంలో పదార్థం (matter) కావాలి. ప్రదేశానికి ఒక పెద్ద జంబుఖానాని ఊహించుకుందాం. ఊహే కనుక, ఈ జంబుఖానా రబ్బరు గుడ్డతో చేసినది అని అనుకుందాం. ఈ రబ్బరు జంబుఖానాని నాలుగు పక్కలా గట్టిగా లాగి పట్టుకుందాం. ఈ జంబుఖానా ఉన్న మేరని మనం "విశ్వం" అని అనుకుందాం. ప్రస్తుతానికి ఈ విశ్వం అంతా జంబుఖానా అనే ప్రదేశం ఆక్రమించుకుని ఉంది. ఈ ప్రదేశం సాపుగా, చదునుగా, ముడతలు, ఒంపులు లేకుండా ఉంది కదా.

ఇప్పుడు ఈ విశ్వం మీద చిన్న "నల్లపూస" అనే పదార్థాన్ని వేసేమని అనుకుందాం. ఈ నల్లపూసలో పదార్థం తక్కువగా ఉంది కనుక దీని వల్ల మన జంబుఖానా ఆకారం ఏమీ మారదు. ఎక్కడ వేసిన పూస అక్కడే ఉంటుంది కదా? ఇప్పుడు ఈ జంబుఖానా మీద పెద్ద కొబ్బరి బొండాం పెట్టేమనుకుందాం. కొబ్బరి బొండాం అనే పదార్థం జంబుఖానా అనే ప్రదేశం మీద పెట్టగానే ఆ ప్రదేశం ఆకారమే మారిపోయింది. కొబ్బరి బొండాం ఉన్న చోట రబ్బరు జంబుఖానాలో ఒక లొత్త పడుతుంది. అంటే ఏమిటన్న మాట? ప్రదేశం ఆకారం ఆ ప్రదేశంలో ఉన్న పదార్థం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. (ఇదే విధంగా విశ్వం యొక్క ఆకారం కూడ విశ్వంలో ఉన్న పదార్థం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఈ విషయం మరొక అధ్యాయంలో పరిశీలిద్దాం.)

లొత్త పడగానే ఇందాకటి నల్లపూస జరజరా జారి ఆ లొత్తలో పడుతుంది. జంబుఖానా మన కళ్లకి కనబడుతోంది కనుక ఆ జంబుఖానా మీద ఆ పూస "జారు"తోన్నట్లు అనిపిస్తుంది. ఇప్పుడు ఈ జంబుఖానాని మన కంటికి కనబడని గుడ్డతో చేసేరనుకుందాం. అప్పుడు కూడ నల్లపూస జారి బొండాం దగ్గరకి వెళుతుంది. కాని జంబుఖానా కనబడటంలేదు కనుక కొబ్బరి బొండాం నల్లపూసని ఆకర్షిస్తూన్నట్లు భ్రమ పడతాం. ఈ భ్రమే గురుత్వాకర్షణ అంటారు అయిన్‌స్టయిన్. ఇది రజ్జు సర్ప భ్రాంతి లాంటి భ్రమ. ఈ ప్రయోగం జరిగే వరకు కొబ్బరి బొండాం నల్లపూసని ఆకర్షిస్తున్నాదనే అనుకున్నాం. ప్రయోగం అయిన తరువాత - అంతా అర్థం అయిన తరువాత – ఆకర్షణా లేదు, గీకర్షణా లేదు, అంతా ప్రదేశంలో ఉన్న ఒంపు వల్ల మనకి అలా అనిపిస్తున్నాదని ఇప్పుడు అనుకుంటున్నాం.

అయితే ఈ గురుత్వాకర్షణేనా కారణాలన్నిటికి కారణమైన ఆది శక్తి?

5. ఆది శక్తి

ఆది శక్తి (primeval energy) అసలు స్వరూపం అర్థం అవాలంటే అయిన్‌స్టయిన్ ప్రవచించిన మరొక సూత్రాన్ని అర్థం చేసుకోవాలి. ఆయిన్‌స్టయిన్ చేసిన పనేమిటో చాల మందికి అర్థం కాకపోయినా ఆయన పేరుతో చెలామణీ అయే ఒక గణిత సమీకరణం చాలమందికి తెలుసు. అదే E = mc^2 అన్న సమీకరణం. ఈ సమీకరణం లో c అంటే వెలుగు వేగం. c^2 అంటే వెలుగు వేగాన్ని వెలుగు వేగంతో గుణించగా వచ్చిన లబ్ధం. ఈ సమీకరణం ప్రకారం విశ్వం అంతా పదార్థం (m), శక్తి (E) అనే రెండింటి మయం. ఈ రెండింటికి తేడా లేదు. ఈ విశ్వాన్ని పదార్థంగానైనా ఊహించుకోవచ్చు, శక్తిగానైనా ఊహించుకోవచ్చు. ఈ రెండూ ఒకదానికి మరొకటి రూపాంతరాలు. ఒకటి బొమ్మ అయితే, మరొకటి బొరుసు.

ఉదాహరణకి ఒక అణువు (atom) ని తీసుకుందాం. ఈ అణువులో వడ్లగింజ మొనలో ఉన్నంత పదార్థం ఉందని ("నీవారశూకవత్తన్వీ పీతాభాస్వత్వణూపమా") వేదంలో ఉన్న మంత్రపుష్పం చెబుతోంది. అంత సూక్ష్మమైనంత పదార్థంలో ఆత్మ ఉందో లేదో తెలియదు

కాని, ఆ అణువులో ఉన్న శక్తి విడుదల చెయ్యగలిగితే మనకి "అణుబాంబు" వస్తుంది. అణుగర్భంలో అంత శక్తి ఇమిడి ఉందని పైన ఉదహరించిన E = mc^2 అన్న సమీకరణం చెబుతోంది.

ఈ స్థూల ప్రపంచం అంతా అణువుల సమూహం. ఈ విశ్వంలో ఎన్ని అణువులు ఉన్నాయి? ఒకటి తరువాత 80 సున్నలు చుడితే ఎంత సంఖ్య వస్తుందో (10E80) అన్ని అణువులు ఉన్నాయని ఒక అంచనా ఉంది. ఈ అణువులు అన్నీ స్థూల రూపంలో ఉన్న శక్తి. ఈ అణుగర్భాలలో ఉన్న శక్తి అంతా ఒకేసారి స్థూలరూపం వదలి నిజరూపం ధరిస్తే వచ్చే శక్తి ఎంతుంటుందో అయిన్‌స్టయిన్ సమీకరణం ఉపయోగించి లెక్క కట్టవచ్చు. కాంతి వేగం క్షణానికి ఉరమరగా 300,000,000 మీటర్లు అని వేసుకుని, ఒకొక్క అణువు గరిమ (mass) ఎంతుంటుందో చూసుకుని లెక్క వెయ్యవచ్చు. ఈ పని చదువరులకి వదలిపెడతాను. మీకు వచ్చిన సమాధానం ఆది శక్తిలో ఉన్న శక్తి!!

ఏదో మాటవరసకి చదువరులకి లెక్క కట్టమని ఇచ్చేను కాని, ఈ సంఖ్య ఊహకి అందనంత పెద్దగా ఉంటుంది. అంత పెద్ద పెద్ద సంఖ్యలని ఊహించుకోవటం కష్టం. అందుకని కొంచెం సాయం చేస్తాను.

మొట్టమొదట అణుబాంబుని జపాను మీద పేల్చే ముందు, అది అనుకున్నట్లు పేలుతుందో లేదో చూసుకోటానికి, అమెరికాలో, నూ మెక్సికోలో ఉన్న ఒక ఎడారిలో, ఒక బాంబుని ప్రయోగాత్మకంగా పేల్చేరు. ఆ ప్రయోగానికి పెద్ద ఆపెన్‌హైమర్ అనే ఆసామీ. ఈ బాంబులో ఉన్న యురేనియంలో కేవలం 600 మిల్లీగ్రాముల యురేనియం మాత్రం శక్తిగా మారింది. ఈ శక్తిని చూసి అది వర్ణనకి అందని దృశ్యం అనిన్నీ, కాదూ, కూడదు వర్ణించాలంటే ఒకే ఒక మార్గం ఉందని చెప్పి, భగవద్గీతలోని, "దివిసూర్యసహస్రస్య భవేద్యుగపదుద్ధితా, యది భాః సదృశీ సా స్యాద్ భాసస్ తస్య మహాత్మనః." అన్న శ్లోకాన్ని చదివి అలా ఉందన్నారుట, ఆపెన్‌హైమర్!

అంటే ఏమిటి? వెయ్యి సూర్యబింబాలు ఆకాశంలో ఒకే సారి ప్రకాశిస్తే ఎలా ఉంటుందో అలా ఉంది అని అర్థం కదా. కేవలం 600 మిల్లిగ్రాముల పదార్థం పేలితేనే ఆయనకి నోరెండిపోయి భగవద్గీతలోని శ్లోకం గుర్తుకి వచ్చెస్తే, విశ్వంలో ఉన్న అణువులలో ఉన్న శక్తి అంతా ఒకేసారి విడుదల అయితే దానిని వర్ణించటం మన తరమా? దానిని చూడగలమా? చూడగలిగినా గలగలేకపోయినా, ఊహించగలిగినా గలగలేకపోయినా అదే ఆది శక్తి అని అంటున్నారు భౌతిక శాస్త్రంలో ఉద్దండులైన పెద్దలు.

"తస్యాశిఖాయ మధ్యే పరమాత్మా వ్యవస్థితః" (అంటే, ఆ అణువు మధ్య ఉన్నది పరమాత్మే) అని వేదం ఘోషిస్తున్నాది.

టూకీగా చెప్పాలంటే సృష్ట్యాదిలో ఉన్నది ఈ ఆది శక్తే. "మయా తతం ఇదం సర్వం, జగదవ్యక్తమూర్తినా" అని అన్నాడు కనుక జగత్తంతయు అవ్యక్తరూపుడగు ఆది శక్తిచే ఆక్రమించబడి ఉన్నది.

"అహం సర్వస్య ప్రభవో మత్తః సర్వం ప్రవర్తతే" అన్నాడు కనుక విశ్వంలో సర్వసమస్థానికీ మూలకారణం ఈ తేజస్సే!

"యచ్చాపి సర్వభూతానాం బీజం" అన్నాడు కనుక సమస్త జీవులకు బీజం ఈ తేజస్సే!

"యద్ యద్ విభూతిమత్ సత్వం శ్రీమదూర్జితమేవవా, తత్తదేవావ గచ్ఛత్వం మమతేజోంశ సంభవం" అని కూడా అన్నాడు కనుక విశ్వంలోని శక్తులు కాని, పదార్థములు కాని ఈ తేజస్సు యొక్క అంశలే.

6. ఆది శక్తికీ గురుత్వాకర్షణకీ సంబంధం ఏమిటి?

సృష్ట్యాదిలో ఉన్నది ఆది శక్తి. దీనినే భౌతిక శాస్త్రవేత్తలు ఆదిజ్వాల (primeval fireball) అని కూడ అంటారు. మనం బ్రహ్మాండం అని అంటాం. ఈ బ్రహ్మాండం ఎప్పుడు, ఎలా వచ్చిందో,

ఎంత సేపు అలా జ్వాలా (తేజో) రూపంలో ఉందో ఎవ్వరికీ తెలియదు. ఈ బ్రహ్మాండం ఎంత మేర స్థలం ఆక్రమించిందో కూడ ఎవ్వరికీ తెలియదు. “ఎంత మేర?, ఎంత సేపు?” అనే ప్రశ్నలకి ఈ సందర్భంలో అర్థం లేదని కొందరి వాదన. ఎందుకంటే ఆది శక్తి ఇలా తేజోరూపంలో ఉన్నప్పుడు స్థలం ఇంకా పుట్టలేదు, కాలం ఇంకా పుట్టలేదు. స్థలం లేనప్పుడు "మేర" కి అర్థం లేదు. కాలం లేనప్పుడు "సేపు" కి అర్థం లేదు.

విపరీతమైన తేజస్సుతో, విపరీతమైన వేడితో వర్ధిల్లుతూన్న ఈ తేజో రూపం, ఈ బ్రహ్మాండం, ఒక శుభముహూర్తంలో, అకస్మాత్తుగా ఫెళ్లున పేలిపోయింది ట. ఇలా విచ్ఛిత్తి పొందిన బ్రహ్మాండం నుండి నాలుగు ప్రాధమిక బలాలు (four fundamental forces) పుట్టుకొచ్చేయి. ఇలా సృష్టి ఆరంభంలో పుట్టిన నాలుగు బలాలలో ఒకటి గురుత్వాకర్షణ బలం (gravitational force). మరొకటి విద్యుదయస్కాంత బలం (electromagnetic force). మూడవది త్రాణిక బలం (strong force). నాలుగవది నిస్త్రాణిక బలం (weak force). ఈ చతుర్విధ బలాల జననమే సృష్టికి మొదలని అనుకోవచ్చు.

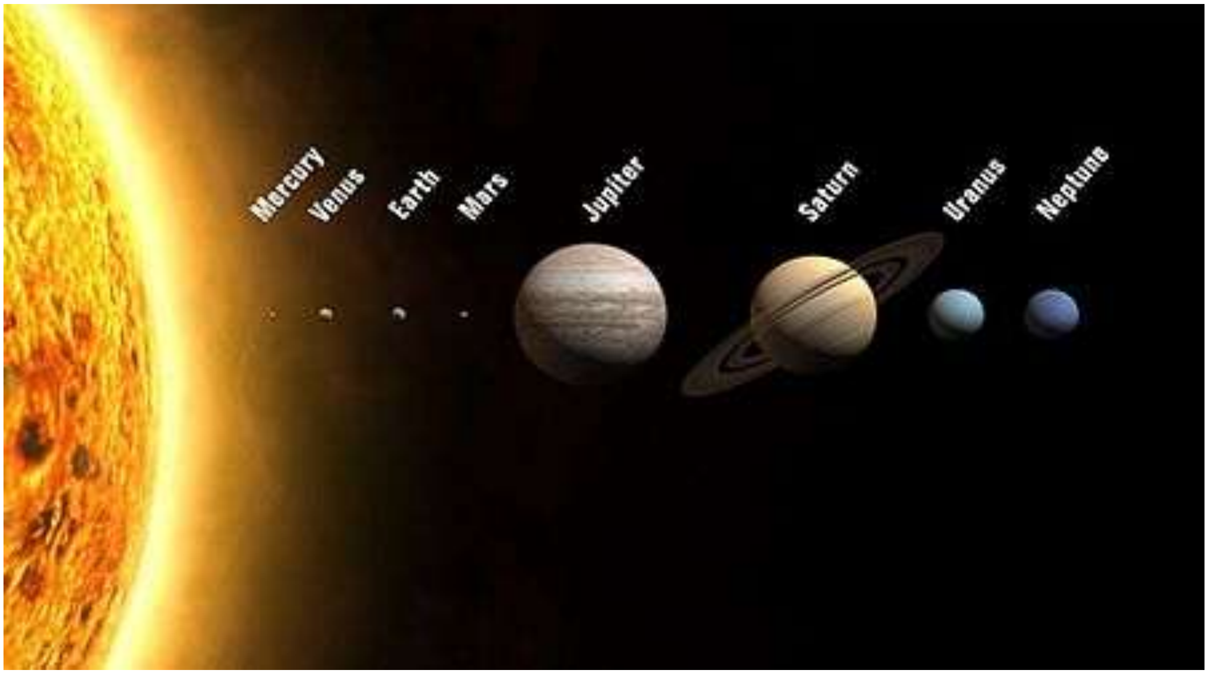
ఈ పేలుడు లోనే స్థలం (space), కాలం (time) కూడ పుట్టేయి. పేలుడుతో ప్రదేశం వ్యాప్తి చెందటం మొదలయింది. ఇలా వ్యాప్తి చెందిన ప్రదేశం వికిరణం (radiation) తోటీ, పదార్థం (matter) తోటీ నిండటం మొదలయింది. ఈ వికిరణం, పదార్థం ఎక్కడ నుండి వచ్చేయి? ఆది శక్తి లోంచి. ప్రదేశం వ్యాపిస్తూ పదార్థంతో నిండుతూ ఉంటే కాలం ముందుకు నడవటం మొదలు పెట్టింది. అనంతమైన ఉష్ణోగ్రతతోటీ, అనంతమైన వక్రతతోటీ ఉన్న ఆ ఆదిజ్వాల వ్యాప్తి చెందుతూ, చల్లారుతూ ఉండగా, క్రమేపీ క్షీరసాగరాలు, నక్షత్రాలు, గ్రహాలు పుట్టేయి. వాటిలో కొన్నిటి మీద ప్రాణి పుట్టింది. ఆ ప్రాణికోటి మిలియన్ల సంవత్సరాలు పరిణతి చెందిన తరువాత మానవుడు పుట్టి, తలెత్తి ఆకాశంలోకి చూసేడు. చూసి, “కస్త్వం, కోహం?” అని అడిగేడు.

6. ఈ విశ్వం నిర్మాణశిల్పం

మనం ఉంటూన్నది భూమి మీద. ఈ భూమినే మనం ప్రపంచం అని కూడ అంటాం. మన సూర్యుడి చుట్టూ తిరిగే ఈ భూమితో పాటు బుధ, శుక్ర, కుజ, గురు, శని, యూరెనస్, నెప్ట్యూన్ వంటి గోళాలూ, వాటి చుట్టూ తిరిగే ఉపగ్రహాలు, వగైరా ఇంకా ఉన్నాయి. వీటన్నిటినీ కలిపి సూర్య కుటుంబం అంటారు. ఈ కుటుంబంలో ఎవరి వ్యక్తిత్వం వారిదే.

మన భూమికి అత్యంత సమీపంలో ఉండే నభోమూర్తి చంద్రుడు. ఈ చంద్రుడు మనకి సుమారు 400,000 కిలోమీటర్లు దూరంలో ఉన్నాడు. మనకీ సూర్యుడుకీ మధ్య సగటు దూరం సుమారుగా 150,000,000 (నూట ఏభై మిలియను) కిలోమీటర్లు. సూర్య మండలం (హీలియోస్ఫియర్, heliosphere) సరిహద్దులలో ఉన్న నభోమూర్తి ప్లూటో దూరం సుమారుగా 6,000,000,000 (ఆరు బిలియను) కిలోమీటర్లు.

ప్లూటో కక్ష్య దాటి బయటకి వెళితే అక్కడ సెడ్నా (Sedna) అనే మరొక మరుగుజ్జు గ్రహం ఉంది. ఆ పైన తోక చుక్కల మండలం ఉంది. అటుపైన చాల పెద్ద ఖాళీ! పెద్ద శూన్యం! అలా ఆ నిశీధిలో వెళ్లగా, వెళ్లగా, 40,000,000,000,000 (40 ట్రిలియను) కిలోమీటర్లు దూరం వెళితే అక్కడ మన సూర్యుడి వంటి నక్షత్రం మరొకటి తగుల్తుంది. దాని పేరు ప్రాక్సిమా సెంటారీ (Proxima Centauri). ఈ నక్షత్రానికి గ్రహ కుటుంబం అంటూ ఏదీ ఉన్నట్లు లేదు.



బొమ్మ: సౌర కుటుంబం.

మన పొరుగున ఉన్న నక్షత్రాన్ని సందర్శించటానికే ఇంత దూరం ప్రయాణం చెయ్య వలసి వచ్చిందంటే, విశ్వం అంచుల వరకు ఉన్న దూరాలని వర్ణించటానికి మన సామాన్య సంఖ్యామానాలు అనుకూలంగా ఉండవు. అందుకని ఖగోళశాస్త్రంలో "కాంతిసంవత్సరం" లేదా "జ్యోతిర్వర్షం" అనే మాట వాడతారు. ఒక సంవత్సరం వ్యవధిలో కాంతి ఎంత దూరం ప్రయాణం చేస్తుందో ఆ దూరాన్ని జ్యోతిర్వర్షం అందాం. కాంతి వేగం క్షణానికి 300,000 కిలోమీటర్లు. కనుక "జ్యోతిర్వర్షం" అంటే 9 500 000 000 000 (9.5 ట్రిలియను) కిలోమీటర్లు దూరం. ఈ కొలమానం ప్రకారం మన భూమి సూర్యుడికి 8 "జ్యోతిర్నిమిషాలు" దూరంలో ఉంది. అంటే, సూర్యుడి నుండి బయలుదేరిన కాంతి కిరణం మన దగ్గరకి చేరుకోటానికి ఉరమరగా ఎనిమిది నిమిషాలు పడుతుంది.

మన సూర్యుడు, మన పొరుగున ఉన్న ప్రాక్సిమా సెంటారీ, ఈ రెండూ పాలపుంత (మిల్కీవే, Milkyway) అనే పేరుగల క్షీరసాగరం (galaxy) లో కేవలం రెండు బిందుప్రమాణమైన నక్షత్రాలు. మనం మన క్షీరసాగరాన్ని వదలి "పైకి" వెళ్లి అక్కడనుండి "కిందకి" చూడగలిగితే

పాలపుంత ఒక సర్పిలాకారంలో ఉన్న చుక్కల చక్రంలా కనిపిస్తుంది. ఈ చక్రం వ్యాసం 100,000 జ్యోతిర్వర్షాలు ఉంటుంది. ఈ చక్రం మందం 10,000 జ్యోతిర్వర్షాలు ఉంటుంది. ఈ మహా చక్రపు కేంద్రం నుండి 28,000 జ్యోతిర్వర్షాల దూరంలో మన సూర్యుడు ఉన్నాడు. ఈ మహా సాగరంతో పోల్చితే మన సూర్యుడు కేవలం ఒక ఇసక రేణువు! మన సూర్యుడిని ఒక ఇసక రేణువుతో పోల్చితే మన పొరుగున ఉన్న ప్రాక్సిమా సెంటారీ – అదే నమూనాలో - ఒక మీటరు దూరంలో ఉన్న మరొక ఇసక రేణువు.

బొమ్మ. సర్పిలాకారంలో ఉన్న ఒక క్షీరసాగరం. మన పాలపుంత కూడ ఇదే ఆకారంలో ఉంటుంది.

పాలపుంతలో దరిదాపు 400,000,000,000 (నాలుగు వందల బిలియనులు) నక్షత్రాలు ఉన్నాయి. ఈ నక్షత్రాల మధ్య దూరాలు జ్యోతిర్వర్షాల దూరంలో చెప్పటమే సులభం. ఇంతింత దూరాలతో ఉన్నా ఈ నక్షత్రసమూహం చెల్లాచెదరు అయిపోకుండా ఒక కుటుంబంలో సభ్యులులా కలసి ఉండగలుగుతున్నాయంటే దానికి కారణం వాటి మధ్య ఉండే గురుత్వాకర్షక బలం.

పాలపుంత దాటి అవతలకి వెళితే అక్కడ ఏమి ఉంది? పాలపుంత దాటుకుని మరొక 170,000 జ్యోతిర్వర్షాల దూరం వెళితే అక్కడ – ఊరి పొలిమేరలలో ఉన్న చిన్న పూరి గుడిసెలా - ఒక పిల్ల క్షీరసాగరం తారసపడుతుంది. దాని పేరు "పెద్ద మేజిలాన్ మేఘం." ఇది మన పొరుగున ఉన్న క్షీరసాగరం. ఇలాంటి క్షీరసాగరాలు కనీసం 100,000,000,000 ఉన్నాయి. వీటన్నిటినీ కలిపి మనం విశ్వం అంటున్నాం.

మనుషులలో వ్యక్తులు, కుటుంబాలు, కులాలు, జాతులు ఉన్నట్లే నక్షత్రాలకి, క్షీరసాగరాలకీ వ్యక్తిత్వాలు ఉన్నాయి. నక్షత్రాలలో కూడ జాతులు ఉన్నాయి. గుంపులు ఉన్నాయి. అన్నిటికి కాకపోయినా కొన్ని నక్షత్రాలకి గ్రహ కుటుంబాలు ఉన్నాయి. ఒక అంచనా ప్రకారం మన పాలపుంతలోనే 100 బిలియను గ్రహాలు ఉండొచ్చుట. పాలపుంతలో ఉన్న నక్షత్రాలలో పదింట ఒకటైనా మన సూర్యుడిని పోలి ఉండొచ్చుట – అంటే పదింట ఒక నక్షత్రం చుట్టూనయినా మన భూమి వంటి గ్రహం తిరుగుతూ ఉండొచ్చుట. "భూమి వంటి" అంటే పితృ నక్షత్రానికి మరీ దూరం కాకుండా, మరీ దగ్గర కాకుండా, రాతితో తయారయిన గ్రహం, నీళ్లు ఉండే గ్రహం! ఈ హంగులన్నీ ఉన్న నక్షత్రం మనకి 12 జ్యోతిర్వర్షాల దూరంలోనే ఉండొచ్చుట. వెతికి పట్టుకోవాలంతే. ప్రయత్నలోపం లేకుండా వెతుకుతున్నారు. ఈ ప్రయత్నాల ఫలితంగా ఇప్పటికి దరిదాపు 2,000 గ్రహాల ఉనికిని నిర్ధారించేరు. వీటిల్లో ఒకే ఒక గ్రహం భూమిని పోలి ఉందిట. అది కూడ ఎక్కడో 500 జ్యోతిర్వర్షాల దూరంలో ఉందిట. ఈ రకం గ్రహాలలో కొన్నింటి మీదనయినా ప్రాణి వెల్లివిరిసి ఉండొచ్చు. వాటిల్లో కొన్నయినా మనలా కాకపోయినా, తర్క బుద్ధితో ఆలోచించగలిగే జీవాలు ఉండొచ్చు.

మన సూర్యుడు ఒక సామాన్యమైన నక్షత్రం. సూర్యుడి కంటె కైవారంలోనూ, భారం లోనూ ఎంతో పెద్దవైన నక్షత్రాలు ఉన్నాయి. వాటిని అరుణ మహా తారలు (రెడ్ జయంట్స్, red giants) అంటారు. సర్వసాధారణంగా ఇవి వార్ధక్యం సమీపిస్తున్న తారలు. ఉదాహరణకి ఆకాశంలో ప్రకాశమానమైన తారలలో ఒకటైన రోహిణీ నక్షత్రం (ఆల్డెబరాన్, Aldeberan),

భూతేశ మండలంలో ఉన్న స్వాతీ నక్షత్రం (ఆర్క్టూరస్, Arcturus), మృగవ్యాధుడు (ఒరాయన్, Orion) లో ఉన్న ఆర్ద్రా నక్షత్రం (బీటిల్‌జూస్, Betelguese) అరుణ మహాతారలే. ఆర్ద్రా నఖత్రం వయస్సు కేవలం 10 మిలియను సంవత్సరాలు మాత్రమే. ఈ “పిదప కాలం” నక్షత్రం “పిదప కాలపు” బుద్ధులతో క్షణానికి 30 కిలోమీటర్ల వేగంతో – అంటే, తుపాకి నుండి బయటపడ్డ తూటాని మించిన వేగంతో - దూసుకుపోతోందిట. మరి కొన్నాళ్లల్లో (అంటే, కొన్ని మిలియను సంవత్సరాల తరువాత) ఇది బృహన్నవ్యతార (సూపర్‌నోవా, Supernova) గా మారి పేలిపోతుందిట. ఇంకొక 5 బిలియను సంవత్సరాల తరువాత మన సూర్యుడు కూడ – వయస్సు మీద పడుతూన్న కొద్దీ - ఒక అరుణ మహాతారగా మారిపోతాడు. అప్పటికి సూర్యుడి కైవారం భూమి కక్ష్యని దాటి పెరిగిపోతుంది. కాని, సూర్యుడు పేలిపోడు; శ్వేత కుబ్జ తారగా మారిపోతాడు.

సూర్యుడి కంటె కైవారంలో చిన్నవి అయిన కొన్ని తారలని శ్వేత కుబ్జ తారలు (హ్వైట్ డ్వార్ఫ్స్, white dwarfs) అంటారు. వీటి సాంద్రత చాల ఎక్కువగా ఉంటుంది. బృహత్ లుబ్ధకం (కేనిస్ మేజర్, Canis Major) రాసిలో ఉండి, ఆకాశంలో అత్యంతమైన కాంతితో ప్రకాశించే, మృగవ్యాధుడు (సిరియస్, Sirius) తో సహచర్యం చేసే జంట నక్షత్రం మరొకటి ఉంది. దానిని సిరియస్ బి (Sirius B) అంటారు. ఇది శ్వేత కుబ్జ తారకి ఒక ఉదాహరణ. స్వేత కుబ్జ తారలు అవసాన దశకి చేరుకుంటూన్న నక్షత్రాలని మనం అనుకోవచ్చు. ఒక నక్షత్రంలో ఉన్న పదార్థపు గరిమ న్యూట్రాన్ నక్షత్రం అవడానికి సరిపడా లేకపోతే అది శ్వేత కుబ్జ తారగా పరిణమిస్తుంది. శ్వేత కుబ్జ తారల కంటె ఎక్కువ సాంద్రత గల తారలు ఉన్నాయి. న్యూట్రాన్ తారలు, కాల రంధ్రాలు (బ్లేక్ హోల్స్, Black holes) ఈ జాతికి చెందుతాయి. కాలరంధ్రాలకి అనూహ్యమైన భారం, సాంద్రత ఉండటం వల్ల వీటి గురుత్వాకర్షణ ప్రభావానికి లోబడి కాంతి కూడ బయటకి రాలేదు. అందుకే ఇవి కంటికి కనబడవు. అనుమాన ప్రమాణాలతో వీటి ఉనికిని నిర్ధారిస్తారు.

నక్షత్రాలు క్షీరసాగరాలలో సభ్యులు. అలాగే క్షీరసాగరాలు ప్రాంతీయమైన గుంపులలో సభ్యులు. మనం ఉండే ప్రాంతపు గుంపు పేరు “ప్రాంతీయ గుంపు” (లోకల్ గ్రూప్, Local Group). మన గుంపులో ఉన్న అతి పెద్ద సభ్యురాలు ఇంద్రమద క్షీరసాగరం (ఆండ్రోమిడా గేలక్సీ, Andromeda galaxy). పాలపుంత నుండి ఇంద్రమద దూరం 2,000,000 జ్యోతిర్వర్షాలు. మన ప్రాంతీయ గుంపు 6,000,000 జ్యోతిర్వర్షాల ప్రదేశం ఆక్రమించుకుని ఉంది.

కొన్ని ప్రాంతీయ గుంపులు కలిసి ఒక “ప్రాంతీయ గుచ్ఛం” (లోకల్ క్లస్టర్, Local Cluster) అవుతాయి. మనం ఉన్న ప్రాంతీయ గుచ్ఛం పేరు కన్యా గుచ్ఛం (విర్గో క్లస్టర్, Virgo Cluster). ఇది కన్యా రాశిలో కనిపిస్తుంది కనుక ఆ పేరు పెట్టేరు.

వీటన్నిటినీ దాటుకుని ఇంకా దూరం వెళితే అక్కడ అత్యంత ప్రకాశమానమైన నభోమూర్తులు కనిపిస్తున్నాయి. వాటిని క్వాసార్లు (Quasars) అని పిలుస్తున్నారు. ఇవి కనిపించే విశ్వం యొక్క సరిహద్దులలో, కనీసం పది బిలియను జ్యోతిర్వర్షాల దూరంలో, ఉండుంటాయని అంచనా వేస్తున్నారు. వీటి వయినం చాల రోజులు అర్థం కాలేదు. ఈ నభోమూర్తులకి ఇంతింత శక్తి ఎక్కడి నుండి వస్తోందో ఇటీవల కాలంలో అర్థం అవుతోంది. ఇప్పుడు ప్రచారంలో ఉన్న ఒక సిద్ధాణంతం ప్రకారం చాల క్షీరసాగరాల నడిబొడ్డులో ఊహాతీతమైన భారం గల కాలరంధ్రాలు ఉన్నాయనిన్నీ, చుట్టూ ఉన్న పదార్థం ఈ రంధ్రంలోకి అత్యంత వేగంతో పడిపోతూన్నప్పుడు, దాని తాపోగ్రత ఊహాతీతంగా పెరిగి, దాని పర్యవసానంగా విశేషమైన వేగంతో వికిరణం (రేడియేషన్, radiation) విడుదల అవుతుందనీ, ఈ సిద్ధాంతం చెబుతోంది. ఈ దృగ్విషయమే చూసేవాడి దృక్కోణాన్ని బట్టి “రేడియో గేలక్సీ” (radio galaxy) లా కాని, క్వాసార్ లా కాని కనిపిస్తోందని వివరణ ఇస్తున్నారు.

అటుపైన ఏముందో మనకి తెలియదు. ప్రస్తుతానికి మన విశ్వం సరిహద్దు పది బిలియను (10,000,000,000) కాంతి సంవత్సరాల దూరంలో ఉందని అనుకోవచ్చు. అంటే ఒకటి

తరువాత 23 సున్నలు చుట్టినన్ని కిలోమీటర్లు! గత అధ్యాయంలో చెప్పిన ఘాతీయ పద్ధతిలో రాస్తే 10E23 కిలోమీటర్లు.

ఈ ఘాతీయ పద్ధతి ఉపయోగించి విశ్వానికి సంబంధించిన కొన్ని గణాంకాలు చెబుతాను.
ఒక సంవత్సరంలో 31.7x10E6 క్షణాలు (లేదా, సెకండ్లు) ఉన్నాయి.
భూమి నుండి సూర్యుడి సగటు దూరం 150x10E6 = 150 మిలియను కిలోమీటర్లు.
ఈ భూమి వయస్సు ఉరమరగా 4.6x10E9 = 4.6 బిలియను సంవత్సరాలు.
మనకి అత్యంత సమీపంగా ఉన్న ప్రాక్సిమా సెంటారీ నక్షత్రం దూరం 40x10E12 = 40 ట్రిలియను కిలోమీటర్లు.
ఒక కాంతి సంవత్సరం = ఒక జ్యోతిర్వర్షం = 9.5x10E12 కిలోమీటర్లు.
ఈ విశ్వం పుట్టి ఉరమరగా 4.6x10E17 క్షణాలు అయింది.
ఈ విశ్వంలో ఉరమరగా 10E22 నక్షత్రాలు ఉన్నాయి ట.
మన పాలపుంత క్షీరసాగరం వ్యాసం (అడ్డు కొలత) 100,000 జ్యోతిర్‌వర్షాలు
మనకి కనబడే విశ్వం వ్యాసం (అడ్డు కొలత) 92x10E9 జ్యోతిర్‌వర్షాలు లేదా 8.8x10E23 కిలోమీటర్లు, ప్రస్తుతానికి విశ్వంలో 10E80 ప్రాధమిక రేణువులు ఉన్నాయని ఒక అంచనా!
ఇదంతా చదువుతూ ఉంటే "ఏ ప్రయోజనాన్ని ఆశించి ఈ సృష్టి జరిగింది?" అన్న ప్రశ్న పుట్టక మానదు.

7. న్యూటన్ నిర్మించిన గురుత్వాకర్షణ సౌధం

1. చెట్టు నుండి రాలిన పండు

అది సాధారణ శకం, 1666 వ సంవత్సరం. ఇది కల్పితమో, నిజమో తెలియదు కాని, ఎంతో ప్రాచుర్యంలో ఉన్న కథ ఏమిటంటే, ఇంగ్లండులో ఊల్‌థోర్ప్స్ అనే ఊళ్లో 23 ఏళ్ల యువకుడు ఒకడు చెట్టు పక్క తీనె మీద కూర్చుని చంద్రుడి వైపు చూస్తూ ఉండగా చెట్టు నుండి రాలి నేల మీదకి ఏపిల్ పండు ఒకటి పడిందిట.

“చెట్టు నుండి భూమి మీదకి పండు పడ్డట్లే చంద్రుడు భూమి మీదకి ఎందుకు పడిపోవటం లేదు?” అనే చిన్న సందేహం ఆ యువకుడి మెదడులో మొలకెత్తింది. తత్సంబంధమైన విషయాలని అతడు ఎన్నాళ్ల బట్టి ఆలోచిస్తున్నాడో ఏమో కాని, పండుని భూమి మీదకి లాగే బలమూ, చంద్రుడిని భూమి చుట్టూ తిప్పే బలమూ – ఈ రెండింటికి మూల కారణం ఒక్కటే అని అతనికి స్ఫురించింది. కంటికి కనిపించని ఆ బలానికి గురుత్వాకర్షణ బలం (gravitational force) అని పేరు పెట్టేడు, ఆ యువకుడు. ఆతని పేరు – న్యూటన్. ఆ రోజులలో ఈ రకం ఆలోచన విప్లవాత్మకమైనదని ఒప్పుకుని తీరాలి. ఎందుచేతనంటే.....

న్యూటన్ కి ముందు 2,000 సంవత్సరాల సంగతి. గ్రీసు దేశంలో ఉన్న తాత్త్వికులు కూడ చెట్ల నుండి పండ్లు నేల మీదకి రాలటం చూసే ఉంటారు. చూసి, “పండు భూమికి చెందినది. దాని స్వస్థానం భూమి. పండు చెట్టుని వీడగానే, భూమి దానిని ‘ఆకర్షించి’ దాని స్వస్థానానికి చేర్చింది,” అని సంజాయిషీ చెప్పేరు. ఈ రకం ఆలోచన 2,000 ఏళ్లపాటు, మార్పు లేకుండా, “ఏకచ్ఛత్రాధిపత్యంతో” రాజ్యం ఏలింది – న్యూటన్ వచ్చే వరకు. న్యూటన్ వచ్చి ఏమన్నాడంటే, “ఈ రకం ఆకర్షణ ఒక్క భూమి సొత్తే కాదు. భూమికీ, చంద్రుడుకీ మధ్య కూడ ఇదే రకం

ఆకర్షణ ఉంది" అన్నాడు. నూటన్ చేసిన ఘనకార్యం ఏమిటంటే ఈ ఆకర్షణ సిద్ధాంతం ఒక్క భూమికే పరిమితం చెయ్యకుండా దానిని విశ్వవ్యాప్తం చేసేడు. విశ్వం (యూనివర్స్, universe) లో గరిమ (మాస్, mass) ఉన్న ఏ రెండు పదార్థాల మధ్య అయినా సరే ఈ రకం ఆకర్షణ ఉంటుందనిన్నీ, పైపెచ్చు ఈ ఆకర్షణ పరస్పరం అనిన్నీ నూటన్ ఉద్ఘాటించేడు. ఈ ఆకర్షణ ఉనికిని చెప్పటమే కాకుండా అది ఎంత బలోపేతమైనదో లెక్క కట్టి చూపటానికి వీలుగా ఈ ఆకర్షణ బలాన్ని గణిత సమీకరణం (mathematical equation) రూపంలో సూత్రీకరించేడు. నూటన్ సూత్రీకరించిన ఈ సూత్రం 300 ఏళ్లపాటు నిరాఘాటంగా రాజ్యం ఏలిన తరువాత, ఆ సూత్రానికి చిన్న సవరింపు చేసి, కొన్ని మెరుగులు దిద్ది, అయిన్‌స్టయిన్ సా. శ. 1915 లో తన సాధారణ సాపేక్ష సిద్ధాంతం (జనరల్ థీరీ అఫ్ రెలెటివిటీ, General Theory of Relativity) ప్రవచించేడు.

బొమ్మ 1. ఐజక్ నూటన్

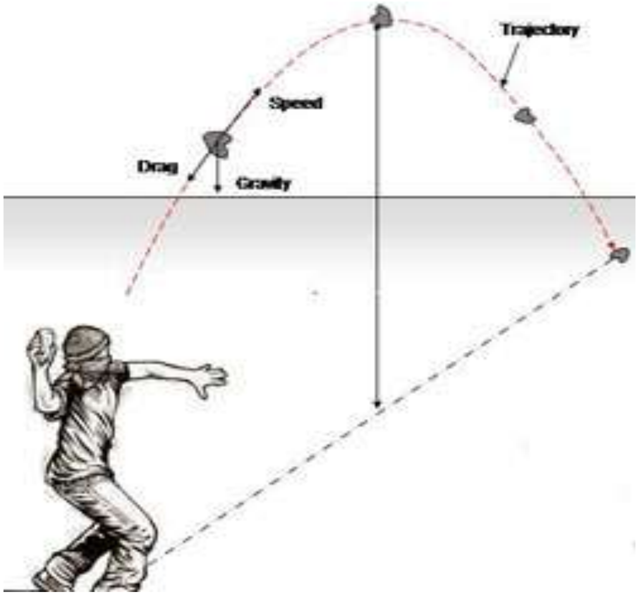
విశ్వం గురించి ప్రస్తుతం మనకి తెలిసిన విషయాలు ఇవి: సృష్ట్యాదిలో ఒక ప్రచండమైన ఆది శక్తి (Primeval energy) నుండి నాలుగు ప్రాథమిక బలాలు (ఫండమెంటల్ ఫోర్సెస్, fundamental forces) పుట్టుకొచ్చేయి. వాటిల్లో గురుత్వాకర్షణ బలం (గ్రవిటేషనల్ ఫోర్స్, gravitational force) ఒకటి. ఇది మనందరికీ పరిచయం అయినది, అనుభవంలో ఉన్నదీను. కనుకనే దీని ఉనికిని ఎప్పుడో 300 ఏళ్ల కిందటే న్యూటన్ కనుక్కోగలిగేడు. రెండవది విద్యుదయస్కాంత బలం (ఎలక్ట్రోమేగ్నెటిక్ ఫోర్స్, electromagnetic force). అయస్కాంతం ఇనప ముక్కని ఆకర్షించగలుగుతోందంటే దానికి కారణం ఈ విద్యుదయస్కాంత బలమే. ఇది కూడ - కొద్దో, గొప్పో – మన అనుభవ పరిధిలో ఉన్నదే. అందుకనే దీని ఉనికి కూడ – ఫేరడే, మేక్స్‌వెల్ జంట ధర్మమా అని - తేలికగానే మన అనుభవ పరిధిలోకి వచ్చింది. మిగిలిన రెండింటిలో ఒకదాని పేరు త్రాణిక బలం (స్ట్రాంగ్ ఫోర్స్, strong force), రెండవదాని పేరు, నిస్త్రాణిక బలం (వీక్ ఫోర్స్, weak force). ఈ రెండు బలాలు మన దైనందిన అనుభవాలకి అందుబాటులో లేవు; అణుగర్భంలో ఉన్న రేణువుల మీద మాత్రం ఈ బలాల ప్రభావం ఉంటుంది.

ఆశ్చర్యం ఏమిటంటే ఈ నాలుగు బలాలలో గురుత్వాకర్షణ బలంతో మనకి పురాతనకాలం నుండీ పరిచయం ఉన్నా, ఈ నాలుగు బలాలలో గురుత్వాకర్షణ మొట్టమొదట సూత్రబద్ధం చెయ్యబడ్డా, ఈ బలం గురించి మన అవగాహనలోకి వచ్చినది అతి స్వల్పం. ఈ నాలుగు బలాలూ ఆది శక్తి నుండి ఒకే సారి పుట్టుకొచ్చాయనే సిద్ధాంతం ఉన్నప్పటికీ, గురుత్వాకర్షణకీ, మిగిలిన మూడు బలాలకీ మధ్య ఉన్న సంబంధ బాంధవ్యాలు ఏమిటో మనకి అవగాహన అయిననాడు విశ్వస్వరూపం కూడ అర్థం అయినట్లే అని అందరూ అంటున్నారు. సమస్తాన్నీ మన అవగాహనలోకి తీసుకు రాగలిగే ఒకే ఒక సిద్ధాంతం – సమస్త సిద్ధాంతం (Theory of Everything) – కొరకు అహరహం వేట కొనసాగుతూనే ఉంది.

2. గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతానికి ముందు రోజుల్లో

ఇక్కడ నుండి ముందుకి వెళ్లాలంటే ఇక్కడికి ఎలా వచ్చేమో తెలియాలి కదా. కనుక సమస్త సిద్ధాంతం కొరకు వేట మొదలు పెట్టే ముందు గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతానికి ఏదారి వెంబడి వచ్చేమో ఒకసారి చూద్దాం.

సాధారణ శకారంభానికి 384 సంవత్సరాల ముందు. అంటే, గౌతమ బుద్ధుడి తరువాత, ఉరమరగా అశోకుడి కాలంలో, గ్రీసు దేశంలో ప్రతిష్ఠాత్మకమైన ఒక తాత్త్వికుడు (philosopher) పుట్టేడు. ఆయన పేరు అరిస్టాటిల్ (Aristotle). గురుత్వ బలం ఒక ఆకర్షక బలం (Gravitational force is an attractive force) అనే భావన అరిస్టాటిల్ రోజులలో లేదు. అరిస్టాటిల్ దృష్టిలో ఈ విశ్వం నాలుగు మూలకాలతో నిర్మితమై ఉంది. ఈ నాలుగు మూలకాలలో అన్నిటికంటె బరువైన భూమి ఈ విశ్వానికి కేంద్రం. ఈ భూగోళాన్ని చుట్టూ జలగోళం (hydrosphere) ఉంది. ఆ జలగోళం చుట్టూ వాయుగోళం (atmosphere) ఉంది. ఆ వాయుగోళానికి అవతల అగ్నిగోళం ఉంది.



బొమ్మ 2. గాలి లోకి విసరిన రాయి గతిపథం (trajectory)

“గాలి లోకి విసరిన రాయి భూమి మీద పడిందంటే ఆ రాయి తన స్వస్థానమైన భూగోళాన్ని చేరుకోటానికి చేసే ప్రయత్నమే. మంటలు మీదకి ఎగియటానికి కారణం మంట తన స్వస్థానమైన అగ్నిగోళాన్ని చేరుకోటానికి చేసే ప్రయత్నమే.” ఇదీ అరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతం. ఈ నాడు ఇది మనకి హాస్యాస్పదంగా అనిపించవచ్చు. కాని ఇదే సరి అయిన సిద్ధాంతం అని దరిదాపు 2,000 సంవత్సరాల పాటు ప్రజలు నమ్మేరు. నిలదొక్కుకుపోయిన నమ్మకాలు ఒకంతట పోవు!

సా. శ. 14 వ శతాబ్దం నుండి 17 వ శతాబ్దం వరకు ఉన్న కాలాన్ని యూరప్ ఖండంలో నవజాగృతి యుగం (రినసాన్స్ పీరియడ్, Renaissance period) అని చెప్పుకోవచ్చు. తరతరాలబట్టి పాతుకుపోయి, బూజుపట్టిపోయిన అరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతాల పట్టు క్రమేపీ సడలటం మొదలయింది ఈ సంధి యుగం లోనే. ఈ కాలంలో ప్రయోగాత్మకమైన పరిశోధనలకి, గణితపరమైన ఆలోచనలకి పెద్ద పీట పడింది. సూర్యుడు గ్రహాలపై ఒక రకమైన బలం (force) ప్రయోగిస్తున్నాడని జెర్మనీలో కెప్లర్ (Kepler) అనే ఆసామీ ఒక ప్రతిపాదన చేసేడు. ఈ బలం సూర్యుడికీ, గ్రహాలకీ మధ్య ఉన్న దూరం మీద ఆధారపడి ఉంటుందని కూడ ఆయన ఊహాగానం చేసేడు; కాని ఆ బలం యొక్క పరిమాణం ఎంత ఉంటుందో నిక్కచ్చిగా చెప్పలేదు. ఆ బలం గురించి వివరాలు ఏమీ తెలియకపోయినా సూర్యుడి చుట్టూ గ్రహాలు తిరిగే పరిభ్రమణ వేగం ఎంత ఉండాలో ఈ బలమే నిర్ణయిస్తుందని ఆయన ప్రతిపాదించి, అక్కడితో ఊరుకోకుండా గ్రహాలు సూర్యుడి చుట్టూ తిరిగే లక్షణాలని మూడు గణిత సూత్రాలలో ఇమిడ్చి చెప్పేడు. వాటినే కెప్లర్ సూత్రాలు అనే పేరుతో ఈ నాటికీ వాడుతున్నాం.

3. న్యూటన్ సూత్రాలు

సా. శ. 1600 తరువాత ఇటలీలో గెలిలియో (Galileo) సూర్యుడి చుట్టూ గ్రహాలు తిరుగుతున్నాయనే దృగ్విషయానికి (phenomenon) దాఖలా చూపించేడు. చూపించి చర్చి

ఆగ్రహానికి గురి అయ్యాడు. గురుత్వాకర్షణ అనే ఊహనం (concept) ఆ రోజుల్లో లేకపోయినా ఈ ఆకర్షణ లక్షణాలని ఆయన ప్రయోగాత్మకంగా అధ్యయనం చేసి అరిస్టాటిల్ రోజుల నుండీ పాతుకుపోయిన ఒక నమ్మకాన్ని వమ్ము చేసేడు. బరువైన వస్తువులు జోరుగాను, తేలిక వస్తువులు నెమ్మదిగాను పైనుండి కిందికి పడతాయనే అరిస్టాటిల్ నమ్మకానికి ఆ రోజుల్లో తిరుగు ఉండేది కాదు. ఆ నమ్మకంలో పస ఉందో లేదో ప్రయోగాత్మకంగా తేల్చి చూడవచ్చనే యావ 2,000 సంవత్సరాలలో ఏ ఒక్కరికీ కలగలేదు. బరువుతో నిమిత్తం లేకుండా అన్ని వస్తువులు ఒకే వేగంతో పై నుండి కిందికి పడతాయని గెలిలియో ప్రయోగం చేసి నిరూపించేడు. అంతే కాదు. పైనుండి కిందికి పడే వస్తువులు అన్నీ ఒకే పరిమాణంతో వేగవృద్ధి (acceleration) చెందుతాయనిన్నీ, భూమి మీద (అంటే, భుమ్యాకర్షక క్షేత్రంలో) ఆ వేగవృద్ధి (acceleration due to gravity) విలువ ప్రతి క్షణంలో క్షణానికి 9.8 మీటర్లు చొప్పున (9.8 meters per second per second) అవుతుంది అనిన్నీ ఆయన కొలిచి చెప్పేరు. దీనినే మనం ఇంగ్లీషులో g అనే అక్షరంతో సూచిస్తాం. గెలిలియో తదనంతరం, మరొక 50 ఏళ్లు పోయేక, ఇదే g = 9.8 అనే విలువని నూటన్ తన రెండవ చలన సూత్రం (Second Law of Motion) లో వాడతాడు.

బొమ్మ 3. గెలిలియో గలెలీ

ఇలా దిగ్గజాల భుజస్కందాల మీద నిలబడి నూటన్ అందరి కంటె ఎక్కువ దూరం చూడగలిగేడు. చూసి, మరొక 20 ఏళ్లు శ్రమించి ప్రిన్‌సిపియా (Principia) అనే ఉద్‌గ్రంథాన్ని ప్రచురించేడు. ఈ గ్రంథంలో గ్రేవిటీ (gravity) అనే మాటని కొత్త అర్థంతో మొదటిసారి వాడేడు. ఈ గ్రంథంలోనే విశ్వజనీన గురుత్వాకర్షణ సూత్రం (Universal Law of Gravitation) ఉద్ఘాటించేడు. ఈ సూత్రం ప్రకారం విశ్వంలో ఏ రెండు వస్తువులని తీసుకున్నా సరే అవి పరస్పరం ఆకర్షించుకుంటూ ఉంటాయి. ఆ పరస్పర ఆకర్షక బలం ఆ రెండు వస్తువుల గరిమ యొక్క లబ్దానికి (product of the masses) అనులోమ అనుపాతం (direct proportion) లోనూ, ఆ రెండు వస్తువుల దూరం యొక్క వర్గుకి (square of the distance) విలోమ అనుపాతం (inversely proportion) లోనూ ఉంటాయని సూత్రబద్ధం చేసేడు. (ఇక్కడే కెప్లర్ పప్పులో కాలేసి, ఆ బలం ఆ రెండు వస్తువుల మధ్య ఉన్న దూరానికి అనులోమ అనుపాతంలో ఉంటుందనుకున్నాడు.)

నూటన్ ప్రచురించిన ప్రిన్సిపియా ఒక మహా గ్రంథం. అదొక రత్నాల ఖని. ఈ గ్రంథంలో ఒక్క గురుత్వాకర్షణ సూత్రమే కాకుండా జగద్విఖ్యాతి చెంది, ప్రతి ఉన్నత పాఠశాల విద్యార్థి నేర్చుకునే మూడు నూటన్ చలన సూత్రాలు (Newton's Laws of Motion) కూడ ఉన్నాయి. వీటిల్లో రెండవ చలన సూత్రం చాల ముఖ్యం. దీనినే టూకీగా F = ma అని రాస్తారు. ఇక్కడ F అంటే "ఫోర్స్" (force) లేదా బలం, m అంటే "మాస్" (mass) లేదా వస్తువు యొక్క గరిమ, a అంటే త్వరణం (లేదా, acceleration); అనగా, ఆ వస్తువు ఎంత త్వరణంతో చలిస్తున్నాదో చెబుతుంది. ఈ త్వరణం భూమి గురుత్వాకర్షణ క్షేత్రంలో జరిగితే (అంటే, భూమి మీద కాని, భూమి చుట్టుపట్ల ఉన్న వాతావరణంలో కాని) ఇదే సమీకరణాన్ని F = mg అని రాస్తారు. అప్పుడు ఈ g విలువ గెలిలియో లెక్క కట్టినట్లు క్షణక్షణానికి 9.8 మీటర్లు (9.8 meters/sec/sec).

చూశారా!. నూటన్ కళ్లు, ముక్కు మూసుకుని, చెట్టు కింద కూర్చుని జపం చేస్తే ఆయన మస్తిష్కంలో ఇదంతా మెరవలేదు. కెప్లర్, గెలిలియో ప్రభృతులు కట్టిన పునాదుల మీద

నూటన్ తన గురుత్వాకర్షణ భవంతిని కట్టేడు. కట్టి, తన సిద్ధాంతాలు ఒక్క భూమి మీదనే కాక విశ్వవ్యాప్తంగా వర్తిస్తాయని నమ్మేడు.

నూటన్ సూత్రాలని అందరూ ఒక్కుమ్మడి ఎగబడి ఆమోదించలేదు. ఎక్కడో ఆకాశంలో ఉన్న చంద్రుడిని భూమి ఆకర్షణ బలంతో లాగడం ఏమిటి? భూమికీ, చంద్రుడికీ మధ్య "లాగటానికి" తాడు లాంటిది ఏదీ లేదే! కంటికి కనిపించని బలం ఉందని అంటే ఎలా నమ్మేస్తాం?

నూటన్ సిద్ధాంతాలని నమ్మని వాళ్లు నమ్మలేదు. నమ్మినవాళ్లు మాత్రం ఈ సిద్ధాంతాలని వివిధ కోణాలనుండి పరిశీలించి శల్య పరీక్ష చెయ్యటం మొదలుపెట్టేరు. శని గ్రహానికి అవతల యూరెనస్ (Uranus) అనే మరొక గ్రహం ఉనికి కనుక్కున కొత్త రోజులు అవి. ఈ యూరెనస్ గతిని నూటన్ సూత్రాల ప్రకారం లెక్క కట్టి చూస్తే ఆ లెక్కకి, ఆకాశంలో నిజంగా గ్రహం ప్రయాణం చేసే కక్ష్యకీ మధ్య పొంతన కుదరలేదు. నూటన్ సిద్ధాంతంలో లొసుగు ఉండనయినా ఉండాలి, లేదా టెలిస్కోపుతో చూసిన గ్రహం స్థానం తప్పుగా అయినా నమోదు అయి ఉండాలి. ప్రయోగాలలో లొసుగు లేదని నమ్మకం కుదిరిన తరువాత నూటన్ సిద్ధాంతం తప్పేమో అన్న అనుమానం వచ్చింది. కాని నూటన్ అంతటి వాడి సిద్ధాంతంలో తప్పా? అప్పుడు మరేదయినా కారణం కోసం వేట మొదలయింది. ఈ వేటలో ఒక అత్యద్భుతమైన ప్రతిపాదన జరిగింది. యూరెనస్ కక్ష్యకి ఇంకా అవతల మరొక గ్రహం ఉందేమో! అది యూరెనస్ ని తన ఆకర్షణ బలంతో కొంచెం వెనక్కి లాగుతోందేమో. ఈ అనుమానం రాగానే ఆ ఊహాత్మకమైన గ్రహం ఎక్కడ ఉంటే యూరెనస్ గ్రహగతిలో మనం చూస్తూన్న మార్పులు రావచ్చో నూటన్ సూత్రాలు ఉపయోగించే లెక్కగట్టేరు. ఆకాశంలో ఆ ప్రదేశంలో వేట మొదలెట్టేరు. ఆహాః. అనుకున్నట్లు ఆకాశంలో మరొక చిన్న గ్రహం కనిపించింది. దానికి నెప్‌ట్యూన్ (Neptune) అని పేరు పెట్టేరు. చరిత్రలో నూటన్ స్థానానికి ఇహ ఢోకా లేదని అందరు ఒక సారి గట్టిగా ఊపిరి పీల్చుకున్నారు.

ఈ సంరంభం సద్దు మణగకుండానే నీలాకాశం నుండి పడ్డ అశనిపాతంలా మరొక వార్త వచ్చి పడింది. సా. శ. 1855లో లివరియెర్ (Le Verrier) అనే ఫ్రాంసు దేశీయుడికి బుధ గ్రహం (Mercury) నడకలో లొసుగు కనిపించింది. బుధ గ్రహం ఒక కక్ష్యలో గతి తప్పకుండా నడవాలి – మిగిలిన గ్రహాలకి మల్లే. కాని ఆ దీర్ఘవృత్తాకారపు కక్ష్య (elliptical orbit) నిలకడగా ఉండకుండా ప్రతి ఏటా కొద్ది కొద్దిగా పక్కకి జరుగుతోంది. ఈ రకం చలనం చూడాలంటే గిర్రున తిరిగే బొంగరాన్ని చూడండి. దాని అక్షం (axis) అలా, అలా పక్కకి జరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ రకం చలనాన్ని విషువచ్ఛలనం (precision) అంటారు. ఎంత ప్రయత్నించినా నూటన్ సమీకరణాలు బుధ గ్రహానికే ఎందుకు ఈ రకం చలనం అంకురించిందో చెప్పలేకపోయాయి. యూరెనస్ కి వెలుపల నెప్టూన్ దొరికినట్లే బుధగ్రహం కక్ష్యకి లోపల “వల్కన్” (Vulcan) అనే గ్రహం మరొకటి ఉందేమో అని వెతికి చూసేరు. కనబడలేదు. నూటన్ నిర్మించిన మహా సౌధానికి మొదటి బీట పడింది! నలభయి ఆరు ఏళ్ల తరువాత, 1915 లో, అయిన్‌స్టయిన్ వచ్చి నూటన్ సమీకరణాలలో చిన్న మార్పు చేసి చుక్కాని లేని నావలా ఉన్న భౌతిక శాస్త్రాన్ని ఒక దరికి చేర్చేడు.

ఆయిన్‌స్టయిన్ చేసిన సవరణలో ముఖ్యాంశం ఏమిటంటే – “గురుత్వాకర్షణ నూటన్ అనుకున్నట్లు ఒక ‘బలం’ కాదు” అన్నాడు. అని, “స్థలకాలం (spacetime) మీద ఎక్కువ గురుత్వం ఉన్న పదార్థం (ఇక్కడ, భూమి అనుకొండి) ఉంచటం వల్ల స్థలకాలం మీద లొత్త పడుతుంది. ఆ లొత్త ప్రభావం వల్ల ఆ చుట్టుపట్ల గురుత్వం ఉన్న చిల్లర వస్తువులు (ఏపిల్ పండు, చంద్రుడు వగైరా అనుకొండి) ఆ లొత్తలోకి జారి పడతాయి. అంతేకాని ఎవ్వరూ ఎవ్వరినీ ఆకర్షించటం లేదు. సూర్యుడు ఎంతో భారం ఉన్న వస్తువు కనుక సూర్యుడి సమీపంలో స్థలకాలానికి లోతైన లొత్తే పడుతుంది. బుధ గ్రహం సూర్యుడికి అతి సమీపంలో ఉంది కనుక ఆ లొత్త ప్రభావం బుధుడి మీద ఎక్కువ. అందువల్లనే ఇతర గ్రహాల విషయంలో కనబడని విషువచ్ఛలనం బుధగ్రహం కక్ష్య విషయంలో స్ఫుటంగా కనబడుతోంది.” ఈ విధమయిన వివరణతో అయిన్‌స్టయిన్ నూటన్ సిద్ధాంతాలని సవరించేడు.

బొమ్మ 4. అయిన్‌స్టయిన్ 1905 లో

అలాగని నూటన్ చెప్పినది అంతా తప్పు కాదు. సర్వసాధారణంగా, మనకి భూమి మీద కాని, భూమి పరిసర ప్రాంతాలలో కాని, నభోమూర్తుల గరిమ (mass) మరీ అత్యధికం కానప్పుడు నూటన్ సిద్ధాంతాలకి ఢోకా లేదు. కాని భారీ నభోమూర్తులు (ఉదా. నక్షత్రాలు, క్షీరసాగరాలు) తారసపడ్డప్పుడు నూటన్ సిద్ధాంతాలకి బదులు అయిన్‌స్టయిన్ సిద్ధాంతాలు వాడాలి.

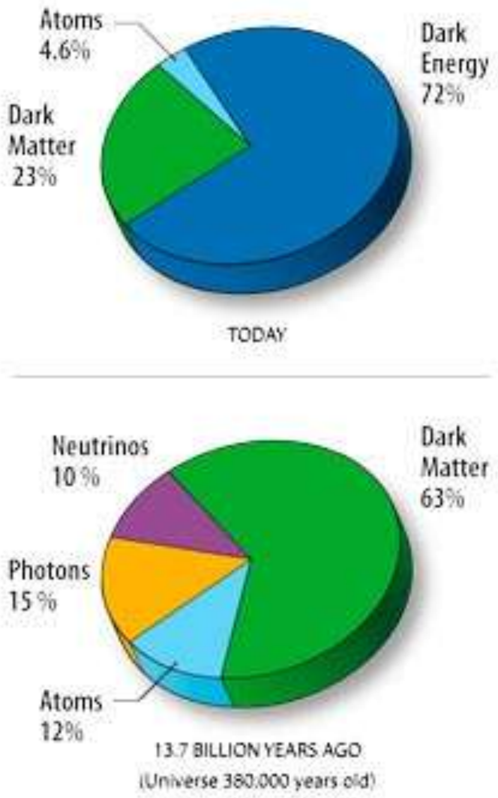
4. కృష్ణ పదార్థం

అలాగని సాధారణ సాపేక్ష సిద్ధాంతంలో లొసుగులు లేవనుకోకండి. "పీత కష్టాలు పీతవి" అన్నట్లు సాపేక్ష సిద్ధాంతం కూడ కష్టాలు పడుతోంది.

విశ్వంలో ఎన్నో క్షీరసాగరాలు (galaxies) ఉన్నాయి కదా. ఈ క్షీరసాగరాలు కూడ ఏకాకులులా కాకుండా గుంపులు (clusters) గా కనిపిస్తూ ఉంటాయి. ఈ గుంపులలో ఒక గుంపు పేరు "కోమా గుంపు" (Coma cluster). ఇది మనకి చాలా దూరంలో ఉన్నది. దీనిని ఆధారంగా చేసుకుని "హబుల్ స్థిరాంకం" (Hubble constant) విలువ 80 ఉంటుందని లెక్క గట్టేరు. ఈ విలువని ఆధారంగా చేసుకుని విశ్వం వయస్సు అంచనా వేస్తే అది 8 నుండి 12

బిలియను సంవత్సరాల కంటె ఎక్కువ ఉండదని అంచనా తేలింది. ఈ సంఖ్యనీ నమ్మలేము. ఎందుకంటే ఈ విశ్వంలో 8 బిలియను సంవత్సరాల కంటె ఎక్కువ వయస్సు ఉన్న క్షీరసాగరాలు ఉన్నాయి. తల్లి వయస్సు కంటె పిల్ల వయస్సు ఎక్కువ ఎలా వీలవుతుంది?

అన్ని క్షీరసాగరాలలాగే ఈ కోమా గుంపు కూడ స్వప్రదక్షిణం చేసుకుంటూ, విష్ణుచక్రంలా గిర్రున తిరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ క్షీరసాగరాలు ఊహకి అందని దూరంలో ఉన్నప్పటికీ, వీటి గరిమ (mass) ఎంతుంటుందో మనం మన ప్రయోగశాలలలో కూర్చుని అంచనా వెయ్యగలం. గరిమ ఉంటే దానికి గురుత్వాకర్షణ ఉండాలి. ఒప్పులగుప్పలో అమ్మాయిలు గిర్రున తిరుగుతూ ఉంటే అమ్మాయిల జడలు పైకి ఎగురుతూ ఉండవూ? అలాగే గిర్రున తిరుగుతూన్న క్షీరసాగరాలలోని నక్షత్రాలు పైకి ఎగిరిపోటానికి ప్రయత్నిస్తూ ఉంటాయి. అవి అలా ఎగిరిపోకుండా ఉండాలంటే ఆ అపకేంద్ర బలానికి (centrifugal force) విరుగుడుగా గుంపులో ఉన్న పదార్థం యొక్క గురుత్వాకర్షణ పని చెయ్యాలి. కాని లెక్క వేసి చూస్తే ఆ గుంపులో ఉన్న పదార్థం యొక్క గురుత్వాకర్షణ బలం ఆ అపకేంద్ర బలాన్ని ఆపటానికి సరిపోదని తేలింది. కనుక ఆ నక్షత్ర రాసులు సిద్ధాంతం ప్రకారం చెల్లాచెదరు అయిపోవాలి. కాని అవి అలా ప్రవర్తించటం లేదు. అంటే ఏమిటన్న మాట? మనకి తెలియని, అంటే మన కంటికి, మన పనిముట్లకి కనపడని పదార్థం ఏదో ఆ క్షీరసాగరాల్లో ఎక్కడో దాగి ఉండాలని ఒక ప్రతిపాదన లేవదీశారు. అలా మన కంటికి, మన పరికరాలకి కనబడకుండా నక్కి ఉన్న పదార్థాన్ని కృష్ణ పదార్థం (dark matter) అంటున్నారు.



బొమ్మ 5. విశ్వంలో కంటికి కనిపించే పదార్థం అత్యల్పం

ఈ కృష్ణ పదార్థం ఉందో లేదో నిక్కచ్చిగా తెలియదు. కంటికి కనబడని నెప్ట్యూన్ గ్రహాన్ని లెక్కగట్టి పట్టుకున్నట్లే కంటికి కనబడకపోయినా “కృష్ణ పదార్థం” అనేది ఒకటి ఉండి గిర్రున తిరుగుతున్న గేలక్సీలలోని నక్షత్రాలు చెదిరిపోకుండా కాపాడుతోందని ఒక అనుమానం. ఈ అనుమానం నివృత్తి అయితే విశ్వస్వరూపం మరికొంచెం అర్థం అయినట్లే.

మూడడుగులు ముందుకేస్తే ఆరడుగులు వెనక్కి వేసే గుర్రం కథ లా ఉంది కదూ!

8. ఈ విశ్వం యొక్క చరిత్ర

1. ప్రాదుర్భావం

ఈ విశ్వం వయస్సు "ఇంత" అని ఇదమిత్థంగా ఎవ్వరూ తేల్చి చెప్పలేకపోతున్నారు. మొన్నిమధ్య వరకు 20 బిలియను సంవత్సరాలు ఉంటుందని ఒక అంచనా ఉండేది. ఈ అంచనా 13.7 బిలియను సంవత్సరాల కంటె ఎక్కువ ఉండదని ఈ మధ్య కొత్త అంచనా వచ్చింది. "పుట్టటం" అంటే 13.7 బిలియను సంవత్సరాల క్రితం అకస్మాత్తుగా ఒక పేద్ద పేలుడు (పెను పేలుడు, లేదా బృహత్ విస్ఫోటనం, లేదా బిగ్ బేంగ్, Big Bang) జరిగింది ట. ఆ పెను పేలుడు లోంచే విశ్వం ఉద్భవించింది ట. ఉద్భవించి వ్యాప్తి చెందుతూ చల్లారటం మొదలు పెట్టింది ట. అవును! మొదట్లో ఊహకి అందనంత వేడిగా ఉన్న విశ్వం క్రమేపీ చల్లబడటం మొదలు పెట్టింది ట. చల్లబడి, ప్రస్తుతం విశ్వం యొక్క సగటు నేపధ్య తాపోగ్రత ఉరమరగా 3 కెల్విన్ డిగ్రీల దగ్గరకి వచ్చింది ట. (కెల్విన్ కొలమానంలో అత్యల్ప తాపోగ్రత 0 డిగ్రీలు అని గుర్తు పెట్టుకొండి.) విశ్వం వయస్సు కొద్ది వేల సంవత్సరాలు ఉన్నప్పటి పరిమాణంతో పోల్చి చూస్తే అప్పటి నుండి ఇప్పటికి వ్యాప్తిలో తొమ్మిదింతలు పెరిగింది ట. ఇంకా ప్రతి క్షణం పెరుగుతోంది ట! అదండీ టూకీగా ఈ విశ్వం కథ! ఇలా ఇంకా ఎన్నాళ్లు పెరుగుతుందో, ఈ పెరుగుదలకి అంతూ, దరీ ఉన్నాయో లేదో మనకి ఇంకా పూర్తిగా అవగాహనలోకి రాలేదు.

2. పెను పేలుడు

ఈ భూమి మీద మానవుడు (Homo Sapiens) నడవటం మొదలు పెట్టి దరిదాపు రెండు లక్షల (2,00,000) సంవత్సరాలు అయిందని అంటున్నారు. ఈ మానవుడు తన చుట్టూ ఉన్న ప్రపంచాన్ని చూసి, "నేను ఎవరు? నేను ఎక్కడ నుండి వచ్చేను?" మొదలైన ప్రశ్నలు

వెయ్యటం మొదలు పెట్టినది ఏ 5,000 సంవత్సరాల క్రితమో జరిగి ఉంటుంది. మన చుట్టూ ఉన్న ప్రపంచాన్ని శాస్త్రీయ పరికరాలతో శోధించి పరిశీలించటం 400 ఏళ్ల క్రితం గెలిలియో (1564 – 1642) దూరదర్శినితో మొదలయిందని చెప్పుకోవచ్చు. అటు తరువాత ఇరవయ్యవ శతాబ్దపు ఆరంభ దశలో 100 అంగుళాల, 200 అంగుళాల హేల్ టెలిస్కోపుల వంటి కొత్త కొత్త దూరదర్శని పరికరాలు రావటం, అయిన్‌స్టయిన్ సాధారణ సాపేక్ష సిద్ధాంతం (General Theory of Relativity) ప్రవచించటం, మొదలైన సంఘటనలతో పాటు ఎడ్విన్ హబుల్ (Edwin Hubble) ప్రయోగాల ఫలితంగా మనం ఉన్న పాలపుంత క్షీరసాగరం (Milkyway galaxy) వంటి క్షీరసాగరాలు మరెన్నో ఉన్నాయనిన్నీ, అవన్నీ స్థిరంగా ఒక చోట ఉండకుండా – గాలి ఊదిన బుడగ వ్యాప్తి చెందిన విధంగా వ్యాప్తి చెందుతున్నాయనిన్నీ తెలుసుకున్నాం. ఇవి ఇలా ఒకదాని నుండి మరొకటి దూరంగా జరుగిపోతూ ఎంతో జోరుగా ప్రయాణం చేస్తున్నాయంటే ఒకానొకప్పుడు, ఈ క్షీరసాగరాలు అన్నీ ఒకే చోట ఉండి ఉండాలనే ఊహ రావటం సహజం. ఈ ఊహే పెను పేలుడు సిద్ధాంతానికి (Big Bang Theory) నాంది!

ఇంతవరకు టూకీగా సమీక్షించిన కథనాన్ని మరొక కోణం నుండి చూపిస్తాను. ఇరవయ్యవ శతాబ్దపు ఆరంభంలో ఈ విశ్వం యొక్క రూపం చాల వ్యస్తం (simple): ఈ విశ్వం అంతా కేవలం మనం ఉన్న పాలపుంత క్షీరసాగరానికి పరిమితం. ఈ క్షీరసాగరంలో కంటికి కనిపించే నక్షత్రాలు, మహా ఉంటే, కొన్ని మిలియన్లు ఉండుంటాయి. ఈ విశ్వం అభంగురం (eternal). ఈ విశ్వం కూటస్థం (unchanging). ఇప్పుడో? అప్పటి విశ్వరూపం కంటె ఇప్పటి విశ్వరూపం మరింత పరిపూర్ణం (more complete), మరింత సంక్లిష్టం (complex), మరింత సుసంపన్నం (richer). ఈ విశ్వం 13.7 బిలియను సంవత్సరాల క్రితం ఒక పెను పేలుడు లో పుట్టిందని ఈ నాడు సిద్ధాంతీకరిస్తున్నాం. ఈ సిద్ధాంతమే సరి అయినదని నమ్ముతున్నాం. ఈ పేలుడు జరిగిన తరువాత, అతి త్వరలో, అంటే బహు కొద్ది మైక్రో సెకండ్ల కాల వ్యవధిలో, (ఒక మైక్రో సెకండు అంటే సెకండులో మిలియనవ వంతు) ఈ విశ్వం యొక్క రూపం సలసల మరుగుతూన్న, నిరాకారము, అమూర్తము అయిన ఒక రకం గంజి లాగో, అంబలి మాదిరో

(formless gruel) ఉండేదని ఊహిస్తున్నారు శాస్త్రవేత్తలు. ఈ గంజిలో ఉన్న మెతుకు ముక్కలనే మనం ఇప్పుడు ప్రాథమిక రేణువులు (elementary particles), క్వార్కులు (quarks), లెప్టానులు (leptons) అన్న పేర్లతో పిలుస్తున్నాం. ఇలా వేడిగా ఉన్న విశ్వం వ్యాప్తి చెందుతూ, చల్లారుతూ ఉండగా దానికి కొన్ని నిర్దిష్టమైన రూపు రేఖలు రావటం మొదలయింది. (వేడి వేడి గంజి చల్లారినప్పుడు తెట్టు కట్టినట్లో, కరడు కట్టినట్లో ఊహించుకొండి.) ఈ రూపురేఖలనే మనం ఈ నాడు నూట్రానులు (neutrons), ప్రోటానులు (protons), అణుకేంద్రాలు (atomic nuclei) , అణువులు (atoms), నక్షత్రాలు (stars), క్షీరసాగరాలు (galaxies), క్షీరసాగర సమూహాలు (clusters of galaxies), క్షీరసాగర మహా సంఘాలు (super clusters of galaxies) వంటి రూపాల్లో చూస్తున్నాం. ఇప్పుడు మనకి ద్యోతకమయే విశ్వంలో సుమారుగా 100 బిలియను క్షీరసాగరాలు, ఒకొక్క క్షీరసాగరంలో సగటున 100 బిలియను నక్షత్రాలు, ఈ నక్షత్రాల చుట్టూ పరిభ్రమిస్తూ కనీసం 100 బిలియను గ్రహాలు ఉండొచ్చని పెద్దల అంచనా. అంటే మన సూర్య మండలం లోని నవగ్రహాలని పోలిన గ్రహాలు ఈ విశ్వంలో 1,000,000,000,000,000 (ఒక క్వాడ్రిలియను లేదా పది కోట్ల కోట్లు) వరకు ఉండొచ్చన్న మాట! ఆహా! ఈ విశ్వం ఎంత పెద్దదో ఇప్పుడు ఊహించుకొండి.

విశ్వం వ్యాప్తి చెందుతున్నాదని అనటానికి ఒక కారణం ఈ పెను పేలుడులో ఆది నుండీ ఉన్న ఒక "ఆదిశక్తి" అని అంటున్నాం కదా. ఇలా ఒక పక్క వ్యాప్తి చెందుతూన్నప్పటికీ ప్రతి క్షీరసాగరంలో బిలియనుల లెక్కలో ఉన్న నక్షత్రాలు అన్ని దిశలలోకీ చెదిరిపోకుండా ఉండటానికి మరొక బలవత్తరమైన శక్తి ఉంది. అదే గురుత్వాకర్షణ శక్తి (gravitational force). ఈ గురుత్వాకర్షణ శక్తి విశ్వం వ్యాప్తి చెందకుండా ఒక పక్క నుండి వెనక్కి లాగుతూ ఉంటే, పెను పేలుడులో ఉద్భవించిన కృష్ణ శక్తి (dark energy) అనే మరొక శక్తి విశ్వాన్ని వ్యాప్తి చెందమని ప్రోత్సహిస్తోంది. ఈ రెండు విశ్వశక్తుల పెనుగులాటలో ఏ శక్తి గెలుస్తుందో దానిని బట్టి ఈ విశ్వం భవిష్యత్తు ఆధారపడి ఉంటుంది. కృష్ణ శక్తికి దీటుగా గురుత్వాకర్షణ శక్తి నిలచి ఉత్తరోత్తర్యా విజయం సాధించగలిగితే విశ్వం వ్యాప్తి చెందటం మాని, ముకుళించుకోవటం

మొదలు పెడుతుంది. ఈ కార్యక్రమం జరగటానికి మరొక 30 బిలియను సంవత్సరాలు పట్టొచ్చు. అప్పుడు విశ్వం ఏ బిందు ప్రమాణంలోకో ముకుళించుకుపోయి, మరొకసారి అకస్మాత్తుగా పేలిపోవచ్చు. హిందూ పురాణాలలో వర్ణించబడ్డ విశ్వం ఉరమరగా ఈ రకంగా ఉంటుందని నా అభిప్రాయం.

లేదా, గురుత్వాకర్షణ శక్తి మీద కృష్ణ శక్తి విజయం సాధిస్తే విశ్వం నిరంతరంగా అలా వ్యాప్తి చెందుతూనే ఉంటుంది. ఇలా 30 బిలియను సంవత్సరాల పాటు వ్యాప్తి చెందేసరికి ఒక క్షీరసాగరంలో ఉన్న "జీవులకి" పొరుగు క్షీరసాగరాలు కనబడనే కనబడవు – అంత దూరం జరిగిపోతాయి. అటువంటప్పుడు గతంలో ఎప్పుడో, ఎక్కడో పెను పేలుడు జరిగిందనే వాదానికి ఆధారాలు కూడ కనబడవు.

పైన చిత్రించిన "నాటకం" ఎప్పుడో 30 బిలియను సంవత్సరాల తరువాత జరగబోయేది. ఈ లోగా – అంటే ఇప్పటి నుండి మరొక 5 బిలియను సంవత్సరాలు అయేసరికి - మన సూర్యమండలమే నశించిపోతుంది. ఇప్పటి నుండి 20 బిలియను సంవత్సరాలు అయేసరికి మన పాలపుంత క్షీరసాగరం (Milkyway galaxy) వెళ్ళి పొరుగున ఉన్న ఇంద్రమద క్షీరసాగరాన్ని (Andromeda galaxy) ఢీకొంటుంది. ఆ "పెను ఢీకుడు" లేదా ఆ మహాభిఘాతం (great collision) లో ఏమేమి మార్పులు వస్తాయో ఎవరికి ఎరుక?

3. వ్యాప్తి చెందుతూన్న విశ్వం

అమెరికాలోని కేలిఫోర్నియాలో మౌంట్ విల్సన్ అనే కొండ ఉంది. ఆ కొండ మీద ఒక వేధశాల (observatory) ఉంది. ఆ వేధశాలలో, 1924లో, అప్పటికి ప్రపంచంలో అతి పెద్దదయిన ఒక దూరదర్శిని (telescope) ఉండేది. దాని పేరు హుకర్ టెలిస్కోపు (Hooker telescope). ఈ టెలిస్కోపు ఉపయోగించి ఎడ్విన్ హబుల్ (Edwin Hubble) అనే వ్యక్తి ఆకాశంలో కనిపించే రెండు తేజోమేఘాలని (nebulae) అధ్యయనం చెయ్యటం మొదలు

పెట్టేరు. కేవలం కంటితో చూసినా, కొంచెం నాసి రకం దుర్భిణితో చూసినా ఇవి కాంతివంతమైన మేఘపు తునకలులా కనిపిస్తాయి. కాని శక్తిమంతమైన హుకర్ టెలిస్కోపులో చూసేసరికి ఈ "తేజోమేఘాలు" మేఘాలు కావనీ, ఒకొక్కటి మన పాలపుంతలాంటి క్షీరసాగరం అనీ తేలింది. అంతవరకు విశ్వం అంటే మన పాలపుంతే అని అనుకుంటూన్న మనకి, అకస్మాత్తుగా విశ్వం పరిధి ఒకటికి మూడింతలు పెరిగింది. విశ్వం అంటే మన పాలపుంత ఒక్కటే కాదనీ, విశ్వంలో మరో రెండు పాలపుంత లాంటి క్షీరసాగరాలు ఉన్నాయని మన అవగాహనలోకి వచ్చింది.

ఎడ్విన్ హబుల్

ఇలా కొత్తగా మనుగడలోకి వచ్చిన పొరుగు క్షీరసాగరాలని మరికొంచెం నిశితంగా పరీక్షించగా మరొక ఆశ్చర్యకరమైన విషయం అవగాహనలోకి వచ్చింది. ఈ రెండు కొత్త క్షీరసాగరాలు నిలకడగా ఒక చోట ఉండకుండా వ్యతిరేక దిశలలో పరుగులు పెడుతూ కనిపించేయి. ఇదేదో వింతగా ఉందే అని ఆకాశంలో మన నగ్న నయనాలకి కనిపించనివి ఇంకా ఇటువంటి క్షీరసాగరాలు ఉన్నాయేమోనని వెతుకుతూన్నకొద్దీ కొత్త కొత్త క్షీరసాగరాలు దర్శనమివ్వటం జరిగింది. ఇవన్నీ కూడ ఒకదానినుండి మరొకటి దూరంగా పరిగెడుతూ కనబడ్డాయి. తమాషా ఏమిటంటే ఒక క్షీరసాగరం మనకి దూరం అవుతూన్న కొద్దీ అది పరిగెత్తే వేగం కూడా ఎక్కువగా ఉంటోంది. దీనిసే హబుల్ సూత్రం (Hubble's Law) అంటారు. టూకీగా ఈ సూత్రం చెప్పేది ఏమిటంటే విశ్వంలో మన క్షీరసాగరంతో పాటు ఇంకా ఎన్నో క్షీరసాగరాలు ఉన్నాయి. ఇవన్నీ ఒకదానినుండి మరొకటి దూరంగా జరుగుతూ ప్రయాణం చేస్తున్నాయి. మనకి

దగ్గరగా ఉన్న క్షీరసాగరాలు నెమ్మదిగా పరిగెడుతూ ఉంటే దూరంగా ఉన్నవి జోరుగా పరిగెడుతున్నాయి. రబ్బరు బుడగ మీద రంగు చుక్కలు పెట్టి ఆ బుడగని ఊదితే ఆ చుక్కలు దూరంగా జరిగినట్లే విశ్వంలో ఉన్న క్షీరసాగరాలు ఒకదానినుండి మరొకటి దూరంగా జరుగుతున్నాయని ఉపమానం చెప్పుకోవచ్చు. ఇప్పుడు కాలాన్ని వెనక్కి నడిపిస్తే, బుడగలోని గాలి బయటికి వచ్చేసి బుడగ ముకుళించుకుని పోయినట్లే, క్షీరసాగరాలు వెనక్కి నడుస్తూన్నట్లు ఊహించుకోవచ్చు. ఇలా ఎన్నాళ్లు వెనక్కి నడిపించగలం? వాటి మధ్య దూరం పూర్తిగా నశించిపోయి ఆయా క్షీరసాగరాలలో ఉన్న నక్షత్రాలన్నీ పోగుపోసినట్లు ఒకే ఒక్క చోటికి చేరుకునే వరకు కాలాన్ని వెనక్కి నడిపించవచ్చు. అదన్నమాట పెను పేలుడు సంభవించిన సమయం! ఈ పద్ధతిలో లెక్క కడితే పెను పేలుడు 13.7 బిలియను సంవత్సరాల క్రితం జరిగిందని అంచనా తేలుతుంది.

కాకతాళీయంగా, అంటే, హబుల్ ఈ ప్రయోగాలు చేసిన కాలానికి కొద్ది కాలం ముందుగానే, అయిన్‌స్టయిన్ సాధారణ సాపేక్ష సిద్ధాంతం (General Theory of Relativity) లేవదీశారు. ఈ సిద్ధాంతం ప్రకారం విశ్వం స్థలకాలం (spacetime) అనే ప్రదేశంలో నిర్మితమై ఉంది. ఈ ప్రదేశాన్ని కొలవటానికి పొడుగు, వెడల్పు, లోతు, కాలం అనే నాలుగు కొలతలు కావలసి ఉంటుంది. పైపెచ్చు ఈ సిద్ధాంతం ప్రకారం విశ్వం ఈ స్థలకాలంలో స్థిరంగా ఉండకుండా వ్యాప్తి చెందుతూ ఉండాలి. ఇలా వ్యాప్తి చెందుతూన్న స్థలకాలంలో ఉన్న క్షీరసాగరాలు కూడ స్థలకాలంతోపాటు వ్యాప్తి చెందుతూ ఉండాలి. కాంతి కిరణాలు కూడ ఈ స్థలకాలంలో గర్భితమై ఉన్నాయి కనుక అవి కూడ వ్యాప్తి చెందాలి. కాంతి కిరణం "వ్యాప్తి చెందటం" అంటే తరంగాల రూపంలో ఉన్న కిరణాలు సాగదియ్యబడతాయన్నమాట. తరంగాన్ని "సాగదియ్యటం" అంటే ఆ తరంగం యొక్క నిడివి (wavelength) ని పెంచటం అన్న మాట. కాంతి తరంగం నిడివి పెరిగిందంటే అది ఎర్రబడింది అని అర్థం. (నీలి తరంగాలతో పోల్చితే ఎర్ర తరంగాల నిడివి ఎక్కువ.) ఆ కాంతిని మనం దూరదర్శినితో చూస్తే అనుకున్న దాని కంటె ఎర్రగా కనిపిస్తుంది. ఈ ప్రక్రియనే ఎరుపు మొగ్గు (ఇంగ్లీషులో red shift) అనిన్నీ లేదా డాప్లర్ ఎఫెక్ట్ (Doppler

Effect) అనిన్నీ అంటారు. మన పొరుగున ఉన్న తేజోమేఘాలనుండి వచ్చే కాంతి తను అనుకున్నట్టు కాకుండా ఇలా “ఎరుపు మొగ్గు” (red shift) చూపించేసరికి హబుల్ కి అసలు విషయం అవగాహన అయిపోయింది. కాంతి ఎరుపు మొగ్గు చూపించిందంటే ఆ కాంతిని విరజిమ్మే నభోమూర్తి మన నుండి దూరంగా జరుగుతోందని అర్థం. (మన నుండి దూరంగా వెళ్లే రైలు బండి కూత కూస్తే ఆ ధ్వని యొక్క స్థాయి (pitch లేదా కీచుతనం) మారినట్లే ఇక్కడ వెలుగు రంగు మారుతుంది అని ఉపమానం చెప్పుకోవచ్చు.) ఇలా క్షీరసాగరాలు పరిగెడుతున్నాయంటే శక్తి ఖర్చు అవుతుంది కదా. శక్తి ఖర్చు అవుతూన్నకొద్దీ విశ్వం వేడి తగ్గి చల్లారుతుంది. ఇలా వ్యాప్తి చెందగా, చెందగా ప్రస్తుతం విశ్వం చల్లారి, చల్లారి దరిదాపు 3 (నిక్కచ్చిగా చెప్పాలంటే 2.74) కెల్విన్ డిగ్రీల దగ్గరికి వచ్చింది. ఈ విషయాలని మనస్సులో పెట్టుకుని కాలాన్ని వెనక్కి నడిపిస్తే మొదట్లో విశ్వం ఎంతో వేడిగా ఉండేదని తర్కం చెప్పటం లేదూ?

మన సిద్ధాంతాలలో పటుత్వం ఉంటే, మనం చూసేది అంతా నిజమే అయితే, ఈ విశ్వం 13.7 బిలియను సంవత్సరాల క్రిందట ఎంతో సాంద్రత కలిగి, ఎంతో వేడిగా ఉండి, ఎంతో తక్కువ స్థలం ఆక్రమించి ఉండేదని అనిపిస్తున్నాది కదా!

4. కాంతి జననం

విశ్వాంతరాళంలోకి మనం టెలిస్కోపు పెట్టి చూసినప్పుడు మనం భూత కాలంలోకి చూస్తున్నామని గుర్తు పెట్టుకోవాలి. ఎందుకని? అతి దూరంగా ఉన్న క్షీరసాగరాలలోని నక్షత్రాల నుండి వచ్చే వెలుగు మనకి చేరటానికి కొన్ని మిలియను, ఆ మాటకొస్తే బిలియను, సంవత్సరాలు పట్టొచ్చు. బిలియను సంవత్సరాల క్రితం బయలుదేరిన కాంతి కిరణం మన కంటికి ఈ నాడు చేరిందంటే మనకి ఈ నాడు కనిపించేది ఇప్పటి నక్షత్రం కాదు; బిలియను సంవత్సరాల క్రిందటి నక్షత్రం! కనుక మనం ఎంత దూరం చూడగలిగితే అంత పురాతనమైన

విశ్వరూపాన్ని చూస్తున్నామన్న మాటే కదా. అంతే కాదు. ఈ పురాతనకాలపు వెలుగు ఎంత ఎరుపు మొగ్గు చూపిస్తే ఈ విశ్వం అంత వ్యాప్తి చెందిందని మనం లెక్క వెయ్యవచ్చు. (హబుల్ సూత్రం ప్రకారం దూరంగా ఉన్న క్షీరసాగరాలు దగ్గర వాటికంటె ఎక్కువ జోరుగా పయనిస్తున్నాయన్న విషయం మరచిపోకండి.) ప్రస్తుతం మనకి అత్యధిక దూరంలో ఉన్న నక్షత్రం చూపించే ఎరుపు మొగ్గు 8 ఉంది ట. ఎరుపు మొగ్గు ఎనిమిది ఉందంటే ఆ కాంతి కిరణం అక్కడ నుండి ఇక్కడకి వచ్చే వ్యవధిలో ఈ విశ్వం తొమ్మిది రెట్లు వ్యాప్తి చెందినట్లు లెక్క కట్టి చెప్పొచ్చు.

విశ్వ రూపాన్ని అధ్యయనం చెయ్యటానికి మన చేతిలో మూడు రకాల పనిముట్లు ఉన్నాయి. ఒకటి సిద్ధాంతాలు, వాటిని ఆకళింపు చేసుకోటానికి గణితం. రెండు ప్రయోగాలు. ఈ ప్రయోగాలకి ప్రధాన పరికరాలు టెలిస్కోపు, స్పెక్ట్రోస్కోపు. టెలిస్కోపు సహాయంతో ఎంతో దూరం చూడకలం. ఆ దూరాభారం నుండి వచ్చిన కాంతి కిరణాలని విశ్లేషించటానికి ఆ కాంతి యొక్క వర్ణమాల (spectrum) కావాలి. స్పెక్ట్రోస్కోపు అక్కడ ఉపయోగపడుతుంది. పోతే, మూడో పరికరం కంప్యూటరు. విశ్వం మొదట్లో ఎలా ఉండేదో రకరకాలుగా ప్రతిపాదనలు చేసి, ఆ ప్రతిపాదనల పర్యవసానం ఎలా ఉంటుందో కంప్యూటరు లెక్కగట్టి చెప్పగలదు. ఈ రకం ప్రయోగాలని ఇంగ్లీషులో "సిమ్యులేషన్" (simulation) అంటారు. ఇలా కంప్యూటరు సహాయంతో లెక్కగట్టిన పర్యవసానాన్ని ప్రస్తుతం మనకి, మన పరికరాలకీ కనిపించే విశ్వంతో పోల్చి చూసి ఏ ఊహ సరి అయినదో తేల్చుకోవచ్చు. ఇలా చేసిన ప్రయోగాల వల్ల ఈ విశ్వం వయస్సు ఏ 100 మిలియను సంవత్సరాలలో ఉన్నప్పుడు క్షీరసాగరాలు మొట్టమొదట పుట్టి ఉంటాయని ఊహాగానాలు చెయ్యటానికి వీలు అయింది. క్షీరసాగరాలు పుట్టక పూర్వం చాలా కాలం విశ్వం ఒక అంధకార యుగం (dark age) లో గడిపింది. అంటే పెను పేలుడు తరువాత, క్షీరసాగరాలలోని నక్షత్రాలు ప్రకాశమానం అయే వరకూ ఈ విశ్వంలో వెలుతురు లేదు. దేవుడు "లెట్ దేర్ బి లైట్" (Let there be light) అని ఆదేశించగానే "ఎండ్ దేర్ వజ్ లైట్" (and there was light) అని బైబిలు మొదటి అధ్యాయంలో అంటుంది. కాని దేవుడి ఆదేశాన్ని

అమలులో పెట్టటానికి, కాంతి కిరణం నక్షత్ర గర్భంలోంచి బయటకి రాడానికి కొన్ని మిలియను సంవత్సరాలు పట్టింది.

ఇంతకీ చెప్పొచ్చేదేమిటంటే పెను పేలుడు జరిగిన తరువాత విశ్వం అంతా – చాల కాలం పాటు - ఒక చీకటి గుయ్యారం. ఈ గుయ్యారం అమూర్తమైన అంబలి లాంటి పదార్ధం తో నిండి ఉండేది. ఈ అమూర్తమైన అంబలిలో ఆరింట అయిదు పాళ్లు కృష్ణ పదార్ధం (dark matter), ఒక పాలు ఉదజని (Hydrogen), రవిజని (Helium) ఉండేవని సిద్ధాంతం. ఈ అణు సమూహాల వల్లనో, మరెందువల్లనో, ఈ అమూర్తమైన అంబలి సాంద్రతలో కూటస్థత (uniformity) లోపించి ఉంటుంది. కూటస్థంలోని లోపమనే “గరుకు”తనాన్ని ఆసరాగా చేసుకుని గురుత్వాకర్షణ రంగంలోకి దూకి, విజృంభించి, సాంద్రత ఎక్కువగా ఉన్న భాగాలు జోరుగా వ్యాప్తి చెందకుండా అడ్డుకుని ఉంటుంది. అప్పుడు ఈ సాంద్రమైన ప్రదేశాలలో పదార్ధం గురుత్వాకర్షణ ప్రభావం వల్ల గడ్డలు గడ్డలుగా పేరుకుని ఉంటుంది. ఈ గడ్డలే నక్షత్రాలకీ క్షీరసాగరాలకి విత్తులు. అంటే ఒక పక్క నుండి గురుత్వాకర్షణ నక్షత్రాలని, క్షీరసాగరాలని తయారు చేస్తూ ఉంటే పెను పేలుడుతో మొదలైన వ్యాప్తి (expansion) అవిరామంగా కొనసాగుతూనే ఉండి ఉంటుంది.

౯. ఈ విశ్వం ఏ ఆకారంలో ఉంది? – మొదటి భాగం

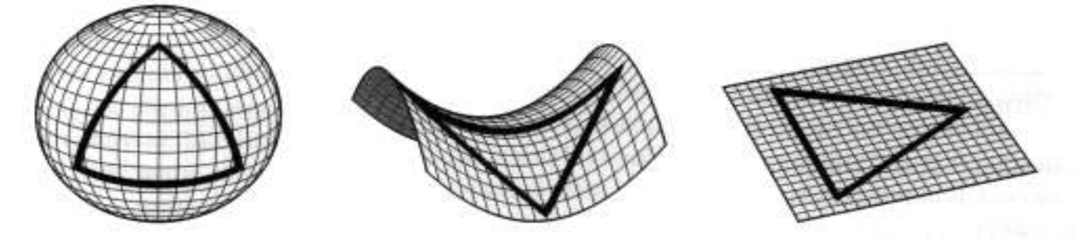
1. విశ్వాకారంతో పనేమిటి?

“ఈ విశ్వం ఏ ఆకారంలో ఉంది? “ అన్న ప్రశ్నకి ఇప్పుడు సమాధానం వెతుకుదాం. ఈ విశ్వం ఏ ఆకారంలో ఉందో, విశ్వంలో పదార్థం ఎంతుందో, విశ్వం ఎంత జోరుగా వ్యాప్తి చెందుతోందో, ఎన్ని దిశలలో వ్యాప్తి చెందుతోందో, ఇవన్నీ ఒకదానితో మరొకటి ముడిపడి ఉన్న సమస్యలు. ఒకటి పరిష్కారం అయితే కాని మరొకటి కాదు. అంతే కాకుండా ఈ విశ్వం సాంతమా, అనంతమా అన్న ప్రశ్నకి సమాధానం కూడ ఆకారానికి సంబంధించినదే.

విశ్వం ఆకారం ఎలా ఉందో తెలిస్తే దాని వల్ల ఇప్పటివరకు మనకి అవగాహన కాని ప్రకృతి రహస్యాలు బహిర్గతం అవుతాయి. దానివల్ల ఏయే ప్రజోపయోగమైన అవకాశాలు ఎలా వస్తాయో ఊహించి చెప్పటం కష్టం. చిన్న ఉదాహరణ చెబుతాను. నేల మీద ఉన్న గుండుసూదిని భూమి ఆకర్షిస్తున్నాది కనుకనే అది నేల మీద పడి ఉంది. ఆ గుండుసూదిని చిన్న అయస్కాంతంతో - భూమి ఆకర్షణని ప్రతిఘటిస్తూ - పైకి లేవనెత్తవచ్చు. అంటే చిన్న అయస్కాంతం పెద్ద భూమి కంటె బలమైనదన్న మాట! ఎందువల్ల? విశ్వం ఆకారం ఎలా ఉందో తెలిస్తే ఈ రకం ప్రశ్నలకి సమాధానాలు చెప్పొచ్చు.

ఈ విశ్వం దారంలా సన్నగా పొడుగ్గా ఉందా? పల్చగా, బల్లపరుపుగా, కాగితంలా ఉందా? గుల్లగా, కోలగా, గొట్టంలా ఉందా? గుండ్రంగా వలయాకారంలో కడియంలా (లేక, చేగోడిలా కాని, చిల్లు గారెలా కాని) ఉందా? గుండ్రంగా, అప్పడంలా ఉందా? గుండ్రంగా, గుల్లగా సబ్బు బుడగలా ఉందా? గుండ్రంగా, దట్టంగా బందరు లడ్డులా ఉందా? గుండ్రంగా, పొరలతో ఉల్లిగడ్డలా ఉందా? గుండ్రంగా కాకుండా మరేదైనా ఆకారంలో – ఉదాహరణకి, గుర్రపు జీనులా - ఉందా?

ఇవన్నీ చొప్పదంటు ప్రశ్నలు కావు. కాగితాన్ని తీసుకుని చుట్ట చుడితే గొట్టం ఆకారం వస్తుంది కదా. ఆ గొట్టం ఈ చివర, ఆ చివర కలిపితే గుల్లబారిన చేగోడీ ఆకారం వస్తుంది. అలాగే బుడగలు, బంతులు, ఉల్లి గడ్డలు మరొక జాతి ఆకారాలు. గుర్రపు జీను, విష్ణుమూర్తి కూర్చునే గరుత్మంతుడి వీపు ఇంకో రకం ఆకారం.



బొమ్మ. వివిధ విశ్వాకారాలలో ముఖ్యమైన మూడు ఆకారాలు

"ఈ విశ్వం ఏ ఆకారంలో ఉంది? " అన్న ప్రశ్నకి సమాధానం, గణితంలో ప్రవేశం ఉన్నవాళ్ళకి కూడా ఇంగ్లీషులో చెప్పటమే చాల కష్టం. గణితంలో ప్రవేశం లేని వారికి ఇంగ్లీషులో చెప్పబూనుకోవటం కష్టతరం. గణితంలో ప్రవేశం లేని వారికి తెలుగులో చెప్పటానికి ప్రయత్నించటం కష్టతమం. అయినా ప్రయత్నిస్తాను.

లెక్కల సహాయం లేకుండా చెప్పాలంటే విరివిగా ఉపమానాలు ఉపయోగించాలి. ఉపమానం ఉపయోగించినప్పుడల్లా అసలు లో ఉన్న మెరుపు ఒక వాసి తగ్గిపోతుంది. అయినా సరే అధ్యయనం చెయ్యదలుచుకున్న అంశాన్ని అర్థం చేసుకుందికి ఉపమానాలు, నమూనాలు బాగా సహకరిస్తాయి.

2. నీడ నాటకాలు

నేను బందరులో ఇంటరు చదువుతున్న రోజుల్లో ఆంధ్రజాతీయ కళాశాల వార్షికోత్సవాలు చూట్టానికి వెళ్లేను. ఆ ఉత్సవాలలో ఒక అంశం నాటకాల పోటీలు. నేను చూసిన

నాటకాలన్నిటిలోకీ, నన్ను ఎక్కువగా ఆకట్టుకున్నది ఒక 'నీడ నాటకం'. ఈ నాటకంలో రంగం మీద నటించే పాత్రధారులకీ, ప్రేక్షకులకి మధ్య ఒక తెల్లటి పారభాశకమయిన (translucent) తెర ఉంటుంది, సినిమా తెరలా నాలుగు పక్కలా బిగుతుగా లాగి కట్టినటువంటి తెర ఇది. ఆ తెర మీద పాత్రధారుల నీడలు మాత్రమే పడేటట్లు తెర వెనక దీప్తిమయమైన దీపాలు అమర్చేరు. ప్రేక్షకులకి కనిపించేవి నీడలు మాత్రమే. తెర మీద నీడలే పడినా, ప్రేక్షకులకి ఆ నీడలలో భావోద్వేగాలతో నిండిన సజీవ పాత్రలు కనిపించేయి.

ఈ నీడబొమ్మల నాటకంలో "నిజం" తెర వెనక రంగం మీద ఉంది. మన కంటికి కనిపించేది నిజం కాదు; నిజంగా రంగం మీద జరుగుతున్న సంఘటనలకి తెరమీద జరిగిన ప్రక్షేపణ (projection) మాత్రమే. తెర వెనక ఉన్న నిజ రంగానికి పొడుగు, వెడల్పు, లోతు ఉన్నాయి, కాని తెర మీద కనిపించే భ్రమ మాత్రం పొడుగు, వెడల్పు అనే రెండు దిశలలోనే వ్యాపించి ఉంది; దానికి లోతు లేదు. తెరకి లోతు లేకపోవటమేమిటి? గుడ్డ దళసరిగా ఉంటుంది కదా? కాని తెర మీద కనిపించే బొమ్మకి ఆ దళసరితో పనిలేదు; కనుక ఆ ఆ మూడో దిశలో ఉన్న "వ్యాప్తి" ని నిర్లక్ష్యం చేసెద్దాం. (పోగుల సిద్ధాంతం String Theory) గురించి తెలుసుకోవాలనే కుతూహలం ఉన్న వారికి ఇక్కడ చిన్న సూక్ష్మం చెబుతాను. ఈ నాటకరంగం ఉపమానంలో మనం రంగం అని పిలుస్తూన్న దానిని వారు "బల్క్" (bulk) అంటారు. మనం తెర అనే దానిని వారు "బ్రేన్" (brane) అంటారు. ఈ బ్రేన్ అనే మాట "మెంబ్రేన్"(membrane) అనే ఇంగ్లీషు మాటని మధ్యకి విరవగా వచ్చినదని గమనించండి.)

"ఈ చరాచర జగత్తు నిజం కాదు, ఉత్త భ్రమ" అని స్వాములారు చెప్పినట్లే, తెర మీద నీడ బొమ్మల నాటకం కేవలం ఒక భ్రమ. స్వాములారు ఒక పక్క నుంచి "ఇదంతా" భ్రమ అని చెబుతున్నా మనం "ఇది" నిజమనే నమ్ముతున్నాము కదా. నిజం తెలిసే వరకూ తాడుని చూసి పామనే నమ్ముతాం!

ఇప్పుడు సరదాకి ఒక ఉహా లోకంలో చిన్న ప్రయోగం చేద్దాం. ఈ ఊహాలోకంలో అసలు నాటక రంగం పొడుగు, గిడుగు, వెడల్పు, గిడల్పు, లోతు, గీతు అనే ఆరు దిశలలో వ్యాపించి ఉందని అనుకుందాం. ఈ ఆరు దిశలలో వ్యాపించి ఉన్న నిజ నాటక రంగం మీద జరుగుతూన్న నాటకాన్ని సూత్రధారుడు పొడుగు, వెడల్పు, లోతు అనే మూడు లక్షణాలు మాత్రమే ఉన్న "తెర" మీదకి ప్రక్షేపించేడని అనుకుందాం; అదే, "ప్రొజెక్టు" (project) చేసేడని అనుకుందాం. "ఇలా ప్రక్షేపించబడ్డ నాటకమే మనం రోజూ చూస్తున్నాం. చూసినదే నిజం అని భ్రమ పడుతున్నాం. ఈ నాటకం నిజంగా ఆరు దిశలలో వ్యాపించి ఉన్న (ఆరు కొలతలు ఉన్న, లేదా షడ్-మితీయ) ప్రపంచంలో జరుగుతోంది. మన అజ్ఞానం వల్ల ఆ ప్రపంచాన్ని చూడలేక పోతున్నాం" అని స్వాములారు చెబితే మనం నమ్మమూ?

ఇంతవరకు చెప్పినది వినోద కాలక్షేపం కోసం చెప్పిన కబుర్లు కావు. ఈ విశ్వం యొక్క రూపు రేఖలు, ఆకార వికారాలు, ఎలా ఉంటాయో అన్న సమస్య ఎదురయినప్పుడు కొమ్ములు తిరిగిన భౌతికశాస్త్రవేత్తలు - "స్థావర జంగమాత్మకమయిన ఈ చరాచర జగత్తు మూడు దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన (3-dimensional) తెర మీద మనకి కనిపిస్తూన్న దృశ్యం మాత్రమే, నిజమైన విశ్వాకారం పదకొండు దిశలలో వ్యాప్తి చెంది ఒప్పారుతోంది" అని అంటున్నారు. అంటే, మనం మన ఇంద్రియాలతో స్పృజించగలుగుతూన్న విశ్వం మూడు దిశలలో వ్యాప్తి చెందినట్లు మనకి అనిపించినా అది కేవలం తెర మీద చూసే నీడ నాటకం లాంటి భ్రమ మాత్రమే. అసలు రంగస్థలం తెర వెనక ఎక్కడో ఉంది. దానికి పొడుగు, వెడల్పు, లోతు అనే చిరపరిచితమయిన కొలతలతో పాటు గిడుగు, గిడల్పు, గీతు, మొదలైన కొత్త పేర్లు గల కొలతలు ఉన్నాయి. మన అవగాహనకి అందని ఇలాంటి కొలతలు ఇంకా ఎన్ని ఉన్నాయి? అవి ఏవి? ఈ రకం ప్రశ్నలు వేసి వాటికి సమగ్రంగా సమాధానాలు వెతకటం మొదలుపెడితే ఇది ఒక ఉద్గ్రంథం అవుతుంది. కాని ఈ దిశలో ప్రయాణం చెయ్యటానికి అవసరమైన కొన్ని మౌలికమైన అంశాలని ఇక్కడ పరీక్షిద్దాం.

సైన్సులో ఉత్కంఠకి తావు లేదు కనుక చెప్పబోయే విషయాన్ని ముందు సంగ్రహిస్తాను. మన గమ్యం విశ్వం ఏ ఆకారంలో ఉందో తెలుసుకోవటమే కాని, ముందుగా మనకి బాగా పరిచయం ఉన్న భూమితో కథ మొదలు పెడతాను. మొదట్లో - అంటే, కొన్ని శతాబ్దాల కిందటి వరకు - భూమి బల్లపరుపుగా (flat), చాపలా ఉండేదని అనుకునేవాళ్ళం. భూమి బల్లపరుపుగా లేదు, దరిదాపు బంతి ఆకారంలోనో, కోడిగుడ్డు ఆకారంలోనో ఉందనే అవగాహన వచ్చేసరికి కొన్ని శతాబ్దాల కాలం పట్టింది. ఇదే విధంగా, మొదట్లో ఈ విశ్వం కూడ బల్లపరుపుగా, చాపలా ఉండేదని నూటన్ మహాశయుడే అనుకున్నాడు. అటు తరువాత గుండ్రంగా బంతిలా ఉందని కొందరు, గుర్రపు జీను ఆకారంలో ఉందని కొందరు తగువులాడేసుకున్నారు. పొడుగు, వెడల్పు, లోతు అనే మితులు (measurements లేదా dimensions లేదా తెలుగులో కొలతలు) ఉన్న క్షేత్రంలో (field) బంతిని ఊహించుకోవటం కష్టం కాదు. విశ్వం యొక్క ఆకారాన్ని వర్ణించటానికి పొడుగు, వెడల్పు, లోతు చాలవు; కాలం అనే నాలుగవ కొలత కూడ ఉండాలని మనకి ఇరవయ్యవ శతాబ్దపు ఆరంభంలోనే అవగాహనకి వచ్చింది. ఈ నాలుగు కొలతల క్షేత్రంలో (చతుర్మితీయ క్షేత్రంలో) విశ్వం యొక్క ఆకారం ఎలా ఉంటుంది? గణితశాస్త్రం ప్రకారం మామూలు బంతిలా ఉండటానికి వీల్లేదు. ఈ నాలుగు దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన క్షేత్రంలో బంతిని పోలిన ఆకారం పిల్లలు ఆడుకునే "లక్క బంతి." ఈ రకం లక్క బంతిని – కొబ్బరికాయని కొట్టినట్లు - రెండు అర్ధ గోళాలుగా విడగొడితే లోపల మరొక లక్క బంతి ఉంటుంది. ఇటువంటి "బంతి కడుపులో మరొక బంతి" లాంటి వస్తువుని గణితంలో "అతిగోళం" (hyper-sphere) అంటారు. గుండ్రటి ఉల్లిగడ్డ అతిగోళానికి మరొక ఉదాహరణ. ఈ ఉల్లిగడ్డ కేంద్రం "ప్రస్తుత కాలం" అని ఊహించుకుంటే, కేంద్రం చుట్టూ ఒకదానిమీద ఒకటిగా ఉన్న పొరల దొంతరలు గతించిన కాలాన్ని సూచిస్తాయి. కేంద్రం నుండి ఎంత దూరం పైకి వెళితే అంత పురాతన కాలానికి వెళుతున్నామని ఊహించుకోవాలి. కనుక నాలుగు కొలతల విశ్వంలో ఉన్న గోళానికి ఉల్లిగడ్డ ఒక నమూనా. ఇది అయిన్‌స్టయిన్ సృష్టించిన ప్రపంచం.

ఈ విషయం మన అవగాహనలోకి వచ్చి పూర్తిగా ఒక శతాబ్దం అయినా కాలేదు. అప్పుడే ఈ నమూనాకి సవరింపులు, సవాళ్లు వస్తున్నాయి. ప్రస్తుతం బాగా చలామణీలో ఉన్న సిద్ధాంతం ప్రకారం ఈ విశ్వం అనే నాటకరంగానికి పదకొండు కొలతలు ఉన్నాయి. ఈ పదకొండు కొలతలు గల రంగం మీద ఆడుతూన్న నాటకం పొడుగు, వెడల్పు, లోతు, కాలం అనే నాలుగు కొలతలు ఉన్న "తెర" మీద ప్రక్షేపించబడుతోంది. మన పనిముట్లకీ, పరికరాలకీ ఈ నాలుగు కొలతల మీద ప్రక్షేపణ పొందిన "నీడ నాటకం" మాత్రమే కనిపిస్తున్నాది. ఈ సంగ్రహానికి పునాదులు ఎలా పడ్డాయో ఇప్పుడు విచారిద్దాం.

3. భూమి ఏ ఆకారంలో ఉంది?

మనం రోజు చూసే భూమి బల్లపరుపుగా కనిపిస్తుంది. సూర్యుడు, చంద్రుడు గుండ్రంగా పళ్ళెం మాదిరి, లేదా అప్పడం మాదిరి, కనిపిస్తాయి. గ్రహాలు దూరదర్శని సహాయంతో చూస్తే చిన్న పళ్ళేలలా కనిపిస్తాయి. నక్షత్రాలు దూరదర్శనితో చూసినా సరే చుక్కలులాగే కనిపిస్తాయి.

చాల కాలం క్రితం భూమి బల్లపరుపుగానే ఉందని నమ్మేవారు. కాని ఈ బల్లపరుపుగా ఉన్న భూమి గుండ్రంగా - అంటే, అప్పడంలా వృత్తాకారంలో - ఉందా, లేక చదరంగా - చాపలా - ఉందా అన్న విషయం ఎవ్వరూ ఆలోచించినట్లు లేదు. ఒక విశాలమైన మైదానంలోకి కాని, సముద్రం మధ్యకి కాని వెళ్ళి చూస్తే భూమి బల్లపరుపుగా - అప్పడం ఆకారంలో - ఉందేమో అనిపిస్తుంది, కాని గోళాకారంగా అనిపించదు. కాని భూమి పైన ఉండే ఆకాశం బల్లపరుపుగా కాకుండా గోళాకారపు కప్పులా (dome లా) కనిపిస్తుంది.

సూర్యుడు, చంద్రుడు, భూమి గుండ్రమైన అప్పడాల ఆకారంలో (like a circular disk) కనిపిస్తూ ఉన్నా సరే, ఆకాశం గోళాకారంలో (like a sphere) కనిపిస్తూ ఉన్నా సరే, చాలా కాలం భూమి బల్లపరుపుగా ఉందనే నమ్మేరు ప్రజలు. మరొక విధమైన ఆలోచనకి వారికి

అవకాశం వచ్చినట్లు లేదు. మన పురాణాలలో కూడ హిరణ్యాక్షుడు భూమిని చాపని చుట్టబెట్టినట్లు చుట్టబెట్టేసేడని చెబుతారు.

ఒకానొక రోజున యవనుల (గ్రీకుల) మెదడులో "భూమి ఆకారం ఎలా ఉంటుంది?" అన్న ప్రశ్న పుట్టినప్పుడు, దానికి సమాధానం వారు వెతికినప్పుడు, దానికి పర్యవసానంగా "క్షేత్రగణితం" (geometry) అనే శాస్త్రానికి పునాదులు పడ్డాయి. గ్రీకు భాషలో “జియో” (geo) అంటే భూమి, “మెట్రీ” (-metry) అంటే "కొలిచే శాస్త్రం" అని అర్థాలు స్పురిస్తాయి కనుక “జియోమెట్రీ” (geometry) అంటే "భూమిని కొలిచే శాస్త్రం." ఈ శాస్త్రం పరిపక్వం చెందటానికి కొన్ని శతాబ్దాల కాలం పట్టింది. మొదట్లో అనుభవం మీద కొన్ని విషయాలు తెలుసుకున్నారు. తరువాత ప్రయోగాలు చేసి తమ అనుభవాల వెనక ఉన్న అర్థం అవగాహన చేసుకున్నారు. అటుపైన అనుభవాలని, ప్రయోగాలని రంగరించి సిద్ధాంతాలు లేవదీశారు. ఈ సమయంలోనే రుజువు అక్కరలేని విషయాలని "స్వయం విదితం" (self-evident) అని చెప్పి వాటిని "విస్పష్ట సత్యాలు" (axioms) గా స్వీకరించి, రుజువు చెయ్యవలసిన వాటిని "ప్రవచనాలు" (propositions) అనిన్నీ, రుజువు చెయ్యగలిగిన వాటిని "సిద్ధాంతాలు" (theorems) అనిన్నీ విడదీసి, తర్కబద్ధమైన సిద్ధాంత సౌధాన్ని లేవదీశారు. ఈ పని అంతా క్రీస్తు పూర్వం 300 నాటికి జరిగిపోయి, యూకిలిడ్ రాసిన "ఎలిమెంట్స్" (Elements) అనే పుస్తకంలో నిక్షిప్తం చెయ్యబడింది. యూకిలిడ్ క్షేత్రగణితంలో బొమ్మలన్నీ బల్లపరుపుగా ఉన్న తలం పై (అంటే, కాగితం మీద కాని, పలక మీద కాని) గీసినట్లు ఊహించుకుంటాం. ఉదాహరణకి, ఒక త్రిభుజంలో మూడు కోణాల మొత్తం 180 డిగ్రీలు అని యూకిలిడ్ క్షేత్రగణితంలో ఒక సిద్ధాంతం చెబుతుంది. కాని ఈ త్రిభుజాన్ని గోళాకారంగా ఉన్న తలం మీద గీసి, మూడు కోణాల మొత్తాన్నీ చూస్తే ఆ మొత్తం 180 డిగ్రీలు ఉండదు.

ఈ కథనం చదివి క్షేత్రగణితపు సూత్రాలని మొట్టమొదటగా వాడినది గ్రీకులు అని అనేసుకోకండి. అంతకు 1,700 సంవత్సరాలకి ముందే - క్రీస్తు పూర్వం 2,000 ప్రాంతాలలో - క్షేత్రగణితానికి బాబిలోనియాలోనూ, ఈజిప్టులోనూ, చైనాలోనూ పునాదులు పడ్డాయి. (ఆ

సమయంలో భారతదేశంలో కూడ ఈ జ్ఞానసంపద ఉండే ఉండొచ్చు కాని "ఎవరు ముందు?" అనే చారిత్రక విషయం ఇక్కడ చర్చనీయాంశం కాదు.) ఏది ఏమైనప్పటికీ, క్రీస్తు పూర్వం 2,000 నాటికే మనం ఈ రోజు పైథోగరోస్ సిద్ధాంతం అని పిలచే లంబకోణ త్రిభుజ లక్షణాలు పైన ఉటంకించిన దేశాలలో విజ్ఞులకి తెలుసు. ఈయా దేశాలలో ఉన్న పండితులకి గణిత, ఖగోళ శాస్త్రాలలో పాండిత్య ప్రకర్ష ఉన్నప్పటికీ భూమి గోళాకారంలో ఉందని ఎవ్వరూ విస్పష్టంగా వక్కాణించిన దాఖలాలు లేవు. భూమి గోళాకారంలో ఉంది అనటానికి అక్కడా అక్కడా ఆధారాలు కనబడుతూన్నా ఏ ఒక్కడూ తెగించి తర్కం చూపెడుతూన్న దారి వెంబడి "మేధో లంఘనం" (intellectual leap) చెయ్యలేదు. (భూమి గోళాకారంలో ఉందనే శ్లోకం ఋగ్వేదంలో కూడ ఉంది, అది వేరే విషయం.)

ఉదాహరణకి ఎక్కువగా ప్రయాణాలు చేసే వర్తకులు, బేహారులు ఒక విషయం గమనించేరు: దక్షిణ దిశగా ప్రయాణం చేస్తూన్నప్పుడు, దూరం వెళుతూన్న కొద్దీ ధ్రువ నక్షత్రం (pole star) ఆకాశం లో దిగువకి జరుగుతూ కనిపిస్తుంది. అదే ప్రయాణంలో నడి మధ్యాహ్నపు సూర్యుడు క్రమేపీ నెత్తి మీదకి ఎక్కుతూ కనిపిస్తాడు. భూమి బల్లపరుపుగా ఉంటే ఈ రెండు సంఘటనలు సాధ్యం కావు. ఈ ప్రత్యక్ష నిదర్శనం కనిపిస్తూన్నా ఎవ్వరూ అంత దూరం తర్క బద్ధంగా ఆలోచించినట్లు లేదు.

చైనాలో మరొక అడుగు ముందుకు వెళ్ళి , లంబకోణ త్రిభుజపు లక్షణాలు ఉపయోగించి (లేదా, ఈ నాటి పరిభాషలో పైథోగరోస్ సిద్ధాంతం ఉపయోగించి), అందుబాటులో లేని ద్వీపం మీద ఉన్న కొండ శిఖరం ఎంత ఎత్తు ఉందో లెక్క కట్టేరు. అదే పద్ధతిని ఉపయోగించి భూమికి సూర్యుడు ఎంత దూరమో కూడ లెక్క కట్టేరు. కుతూహలం ఉన్న వారికి ఈ లెక్క ఎలా చెయ్యాలో నఖ చిత్రంలా చెబుతాను. ద్వీపం మీద ఉన్న కొండ యొక్క భూమట్టం నుండి మన వరకు ఒక సరళ రేఖని ఊహించుకొండి. ఈ సరళ రేఖ మీద “ఎ” (A) అనే బిందువు దగ్గర నిలబడి, తల ఎత్తి కొండ శిఖరం వైపు చూడండి. తల ఎంత పైకి ఎత్తేమో ఆ కోణాన్ని నమోదు చేసుకొండి. ఇప్పుడు ఆ సరళ రేఖ వెంబడి “బి” (B) అనే బిందువు వరకు నడచి,

అక్కడ నుండి కొండ శిఖరం ఎంత ఎత్తులో ఉందో ఆ కోణం కూడ కొలవండి. ఈ రెండు కోణాలు, "ఎ", "బి" (A, B) అనే బిందువుల మధ్య దూరం ఉపయోగించి, కొంచెం కష్టపడి, వారికి తెలిసిన బీజ గణిత సూత్రాలు, త్రిభుజపు ధర్మాలు ఉపయోగించి, కొండ ఎంత ఎత్తులో ఉందో లెక్క కట్టేరు. ఈ గణకులకి ద్వీపం మీద ఉన్న కొండ ఎంతో దూరంలో లేదన్న విషయం గుర్తు పెట్టుకొండి. ఈ లెక్కలో ఎంత ఖచ్చితత్వం (accuracy) ఉందో మనకి తెలియదు; ఎందుకంటే ఆ కొండ నిజంగా ఎంత ఎత్తు ఉందో మూడొంతులు వారికీ తెలిసుండక పోవచ్చు.

కాని ఆ రోజులలోనే మరొక చైనా వాడు, తెగించి, ఇదే సూత్రాన్ని ఉపయోగించి భూమికి సూర్యుడు ఎంత దూరంలో ఉన్నాడో అంచనా వేసేడు. (కొండ శిఖరం ఎత్తుని కొలిచినట్లే సూర్యుడి "ఎత్తు"ని కొలిచి ఉంటాడు.) ఈ అంచనా ప్రకారం సూర్యుడు హాస్యాస్పదమైనంత దగ్గగా ఉన్నాడని తేలింది! ఉత్తరోత్తర్యా మనం తెలుసుకున్నది ఏమిటంటే ఈ ఫలితంలో ఖచ్చితత్వం లేకపోయినా పద్ధతిలో దోషం లేదని. "ఎ" (A) నుండి "బి" (B) కి ఉన్న దూరం భూమి ఆకారాన్ని బట్టి మారుతుంది; గోళాకారంగా ఉన్న భూమి మీద నడిస్తే ఈ దూరం కొంచెం ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఈ స్వల్పమైన తేడా వల్ల లెక్క కట్టిన సూర్యుడి దూరంలో చాలా మార్పు కనిపించింది. ఇదే రకం ప్రయోగాన్ని క్రీ. పూ. 3 వ శతాబ్దంలో ఎరొతోస్తనీస్ (Eratosthenes) అనే గ్రీకు శాస్త్రవేత్త మళ్లా చేసేడు. కాని ఈ సారి ఈయన భూమి గుండ్రంగా, గోళాకారంలో ఉందనే ఊహనాన్ని లెక్కలోకి తీసుకున్నాడు. ఈ పద్ధతితో సూర్యుడి దూరాన్ని సరిగ్గా కొలవటమే కాకుండా ఈయన భూమి ఎంత పెద్ద గోళమో కూడ అంచనా వెయ్యగలిగేడు.

10. ఈ విశ్వం ఏ ఆకారంలో ఉంది? –రెండవ భాగం

1. నూటన్ సౌధానికి పడ్డ బీటలు

క్రీ. పూ. మూడవ శతాబ్దం నుండి సా. శ. పదిహేడవ శతాబ్దానికి వద్దాం. గెలిలియో దూరదర్శినితో ఆకాశంలోకి చూసిన తరువాత మన దృక్పథమే పూర్తిగా మారిపోయింది. అటు తరువాత నూటన్ వచ్చి ఈ విశ్వాన్ని అనంతమైనదిగా ఊహించుకున్నాడు. అంతే కాకుండా నూటన్ తన సిద్ధాంతాలన్నిటికీ ఆసరాగా ఈ అనంతమైన విశ్వం బల్లపరుపుగా ఉన్నాదని ఊహించుకున్నాడు. ఈ నమ్మకంతోటే నూటన్ తన సిద్ధాంత సౌధాన్ని యుకిలిడ్ నిర్మించిన బల్లపరుపు క్షేత్రం మీదనే నిర్మించేడు. యూకిలిడ్ క్షేత్రం బల్లపరుపుగా ఉంది కనుక నూటన్ ఊహించుకున్న విశ్వం కూడ బల్లపరుపుగానే ఉందని మనం అనుకోవచ్చు కదా?

నూటన్ తను నిర్మించిన "మేడ" బీటలుదేరి కూలిపోబోతున్నాదని కలలో కూడ అనుకొని ఉండడు: రెండు శతాబ్దాలైనా తిరగకుండానే విశ్వాకారం యూకిలిడ్ క్షేత్రంలా బల్లపరుపుగా లేదని తేలిపోయింది, ఆ విశ్వంలో అనువర్తించే చలన సూత్రాలు నూటన్ ఉద్ఘాటించినట్లు కాక వాటికి కొద్ది కొద్ది మార్పులు చెయ్యవలసి ఉంటుందనీ తేలిపోయింది.

నూటన్ నిర్మించిన సౌధం ఇలా కూలిపోవటానికి కారణం రెండు పెడల నుండి జరిగిన దాడి. ఒక పెడ నుండి యూకిలిడ్ నమ్ముకున్న "విస్పష్ట సత్యాలు" విస్పష్టమూ కాదు, సత్యమూ కాదు" అని ఆక్షేపణ వచ్చింది. ఈ ఆక్షేపణకి సారధ్యం వహించినది రష్యా దేశపు నికొలాయి లొబచేవ్‌స్కీ మరియు హంగరీ దేశపు యానోస్ బోల్యాయి. రెండవ పెడ నుండి జరిగిన దాడి

విశ్వాకారం "యూకిలిడ్ క్షేత్రం" లా ఉంటుందనే నూటన్ నమ్మకం మీద. ఈ దాడికి సారథి జెర్మనీ దేశస్థుడైన బెర్నార్డ్ రీమాన్.

తన మనోభావాలనీ, సిద్ధాంతాలనీ రీమాన్ ఎలా ప్రభావితం చేసేడో అయిన్‌స్టయిన్ ఇలా చెబుతాడు: "...రీమాన్ ఏకాకిలా జీవితం గడుపుతూ ఎవ్వరికీ అర్థంకాకుండా ఉండిపోయినా, విశ్వాకారానికి రూపులు దిద్దటంలో అతని మేధోత్పత్తి విజ్ఞుల హృదయాలని జయించింది...". ఈ ప్రశంసకి ప్రేరణ కారణం 28 ఏళ్ల రీమాన్ గూటింగెన్ విశ్వవిద్యాలయంలో ఉద్యోగం కోసం వెళ్లినప్పుడు "క్షేత్రగణితపు ప్రాతిపదికల పై వ్యాఖ్యానం" అన్న అంశం పై ఇచ్చిన ప్రసంగం. ఈ ప్రసంగంలో రీమాన్ ఎన్నో కొత్త పుంతలు తొక్కుతూ ఎన్నో కొత్త భావాలని ప్రవేశపెట్టేడు; "స్థలం" (space) లేదా "అంతరాళం" అన్న మాటకి కొత్త భాష్యం చెప్పేడు.

2. యూకిలిడ్, రీమాన్ క్షేత్రగణితాలు

యూకిలిడ్ క్షేత్రగణితానికి కొలబద్ద, వృత్తలేఖిని ఉపయోగించి బల్లపరుపు కాగితం మీద గీసే బొమ్మలు మౌలికాంశాలు. రీమాన్ ఈ పాత భావాలని, పాత పదజాలాన్ని, కాగితాల మీద గీసే బొమ్మలనీ పక్కకి తోసి సరికొత్త పద్ధతిలో, సరికొత్త పదజాలంతో సరికొత్త క్షేత్రగణితాన్ని నిర్మించేడు. రెండు దిశలలో మాత్రమే వ్యాప్తి చెందిన బల్లపరుపు ప్రదేశం కలిగించే సంకెళ్లని సడలించి ఈ సరికొత్త క్షేత్రగణితం కొత్త భవనానికి పునాదులు వేసింది. రీమాన్ ప్రవేశపెట్టిన కొత్త పదజాలంలో మొదటిది "మేనిఫోల్డ్" (manifold). మేనిఫోల్డ్ అంటే మరేమీ కాదు - అదొక బిందువుల సమూహం; మనకి ఇంతవరకు పరిచయమయిన ఆకారాలతో నిమిత్తం లేకుండా ఈ బిందు సమూహాన్ని ఊహించుకోండి. ఒక క్షేత్రంలో ఒక బిందువు ఎక్కడ ఉందో తెలియచెయ్యటానికి కొన్ని సంఖ్యలు వాడతాం కదా. ఉదాహరణకి విశాఖపట్నం ఎక్కడుందో చెప్పాలంటే దాని అక్షాంశం, రేఖాంశం చెబితే సరిపోతుంది. ఎవరెస్టు శిఖరం ఎక్కడుందంటే దాని అక్షాంశం, రేఖాంశం, ఎత్తు అనే మూడు లక్షణాలు చెబితే సరిపోతుంది. "ఒక బిందువు

ఉనికిని వర్ణించటానికి, గణితశాస్త్రం దృష్ట్యా, మూడే మూడు లక్షణాలు (లేదా, కొలతలు, లేదా నిరూపకాలు) ఉండాలనే నిబంధన ఏదీ లేదు, ఎన్ని లక్షణాలు కావలిస్తే అన్ని వాడుకోవచ్చు, అవసరమైతే అనంతమైనన్ని లక్షణాలు (కొలతలు, లేదా నిరూపకాలు) వాడుకోవచ్చు" అని రీమాన్ అన్నాడు. ఇది గభీమని మింగుడు పడని భావన అయినప్పటికీ చిన్న ఉపమానంతో ఉదహరిస్తాను. ఒక దొంగని వర్ణించాలంటే ఆ వ్యక్తి పొడుగు, బరువు, లింగం, శరీరపు ఛాయ, జుత్తు రంగు, కళ్ల రంగు లక్షణాలుగా వాడి ఆ మనిషిని 6-దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన ఒక ఊహా క్షేత్రంలో ఒక బిందువుగా చూపవచ్చు. ఈ రకం క్షేత్రంలో ఉన్న బిందుసమూహం (ఇక్కడ దొంగల ముఠా) పేరు ఇంగ్లీషులో మేనిఫోల్డ్ (manifold). మనం తెలుగులో "బిందుసమూహం" అనొచ్చు, లేదా “ముఠా” అనొచ్చు..

రీమాన్ ప్రవేశపెట్టిన రెండవ భావన "మెట్రిక్" (metric), లేదా కొలమానం. యూకిలిడ్ క్షేత్రగణితంలో రెండు బిందువుల మధ్య దూరం కావాలంటే పైథేగరోస్ సిద్ధాంతాన్ని కొలమానంగా ఉపయోగించి లెక్క కడతాం. యూకిలిడ్ గణితంలో కాగితం మీద ఉన్న ఒక బిందువుని వర్ణించటానికి రెండు నిరూపకాలు (co-ordinates) కావాలి. "రెండు బిందువుల x-అంశాల మధ్య దూరంనీ y-అంశాల మధ్య దూరంనీ వర్గీకరించి కలపగా వచ్చిన మొత్తం ఆ రెండు బిందువుల మధ్య దూరపు వర్గానికి సమానం" అన్నది మనందరికి పరిచయమైన పైథేగరోస్ సూత్రం. ఈ సూత్రం రీమాన్ క్షేత్రంలో ఎలా మార్పు చెందుతుందో చూద్దాం. ఉదాహరణకి, “రెండు కొలతలు గల రీమాన్ క్షేత్రంలో రెండు బిందువుల మధ్య దూరం యొక్క వర్గం కావాలంటే ఆయా బిందువుల x-నిరూపకాల మధ్య దూరంనీ y-నిరూపకాల మధ్య దూరంనీ వర్గీకరించి, వాటిని ఆ పళంగా కలిపేయకుండా, ఆ వర్గాలని వేర్వేరు నిష్పత్తులలో కలపగా వచ్చిన మొత్తాన్ని ఆ బిందువుల మధ్య ఉన్న దూరం యొక్క వర్గంగా నిర్వచించవచ్చు” అన్నాడు రీమాన్. (The square of distance between two points can be defined as the weighted average of the square of the differences between the individual coordinates). ఇది "అజహరణ పైథేగరోస్ సిద్ధాంతం" (generalized Pythagoras Theorem) అని గమనించండి.

రీమాన్ ప్రవేశపెట్టిన మరి రెండు కొత్త భావాలు: ఒంపు లేదా వక్రత (curvature), సంస్తరితం (embedding). యూకిలిడ్ నిర్మించిన ప్రపంచంలో వక్ర రేఖలు (curved lines), వక్ర తలాలు (curved surfaces) ఉంటాయి. వృత్తంలో ఒక భాగమైన చాపం (arc) వక్ర రేఖకి ఒక ఉదాహరణ. గోళం (sphere) యొక్క ఉపరితలంలో ఒక భాగం వక్ర తలంకి ఉదాహరణ. యూకిలిడ్ ప్రపంచంలో "వక్ర స్థలం" (curved space) అనే భావన లేనే లేదు. కాని రీమాన్ ప్రపంచంలో ఎన్ని నిరూపకాలు ఉన్న ప్రదేశంలో అయినా, ఏ బిందు సమూహానికయినా వక్రత (curvature) ఉండొచ్చు; ఒకే ఒక దిశలో వ్యాప్తి చెందిన తీగకి వక్రత ఉండొచ్చు, రెండు దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన అప్పడానికి వక్రత ఉండొచ్చు, మూడు దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన బంతికి వక్రత ఉండొచ్చు, నాలుగు దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన "మరొకదానికి" వక్రత ఉండొచ్చు. ఈ వక్రతని గణితపరంగా తప్ప బొమ్మల రూపంలో ఊహించుకోవటం కష్టం.

రెండు దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన పూరీ నూనెలో పడగానే "పొంగటం" ఒక రకమైన వక్రత. ఇలా రెండు దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన పూరీ వక్రత చెందినప్పుడు మూడవ దిశలోకి పొంగింది. కనుక రెండు దిశలలో ఉన్న పూరీ పొంగినప్పుడు మనం బల్లపరుపుగా ఉన్న ప్రపంచంలో బంధితులమై ఉండుంటే ఆ పొంగు కనిపించి ఉండేది కాదు; మనం మూడు దిశల ప్రపంచంలో ఉన్నాం కనుక చూడగలుగుతున్నాం. ఇదే విషయాన్ని మరొక విధంగా చెబుతాను. రెండు దిశల ప్రపంచంలో కనిపించని వక్రత వంటి లక్షణాలు కనిపించాలంటే ఆ పూరీ ని మూడు దిశల ప్రపంచంలో సంస్థరించాలి (లేదా embed చెయ్యాలి).

ఇప్పుడు పలచగా, అప్పడంలా ఉన్న పూరీ నుండి గుండ్రంగా, బంతిలా ఉన్న భూమి మీదకి వద్దాం. భూమి ఉపరితలం కూడ రెండు దిశలలో మాత్రమే వ్యాప్తి చెంది ఉందని మరచిపోకండి - పూరీలా నేలబారుగా కాకుండా ఉబ్బెత్తుగా ఉన్నా, దాని (అంటే, ఉపరితలం) వ్యాప్తి రెండు దిశలలోనే! ఇలా వ్యాప్తి చెందిన భూమి ఉపరితలం మీద ఉన్నంతసేపూ మనకి భూమి

గోళాకారం (మూడవ దిశలో చెందిన వ్యాప్తి) అవగాహన కాదు; భూమి ఉపరితలం నుండి పైకి లేచినప్పుడే భూమి గోళాకారం మనకి అవగాహన అవుతుంది.

ఈ కొత్తరకం ఊహలు పరిపూర్ణంగా అర్థం కావాలంటే గణిత శాస్త్రపు లోతులు అవగాహన చేసుకునే అనుభవం ఉండాలి. యూకిలిడ్‌లా కాగితం మీద బొమ్మలు గీసి చూపించటానికి వీలు పడదు. ఇది అర్థం చేసుకోవటం ఎంత కష్టం అనిపించినా ఒక విషయం మాత్రం మరువకూడదు. విశ్వాకారం అవగాహన కావాలంటే శతాబ్దాలపాటు పాతుకుపోయిన యూకిలిడ్ మార్గం సుగమమైనా ప్రయోజనం లేని మార్గం; ఎంత దుర్గమం అయినా రీమాన్ చూపెట్టిన మార్గమే మనకి శరణ్యం. విశ్వం ఆకారాన్ని సాంతం (finite) అయిన, అపరిమిత (unbounded) క్షేత్రం (field) తో ఒక నమూనాని నిర్మిస్తే అది విశ్వం నిజమైన ఆకారానికి దగ్గరలో ఉంటుంది అని రీమాన్ చెబుతారు. బంతి ఆకారం, లేదా గోళాకారం, మనకి అనుభవంలో ఉన్నదీ, మూడు దిశలలో వ్యాపించినదీ, సాంతం అయినదీ, అపరిమితం అయిన స్థలానికి ఉదాహరణ.

రీమాన్ విశ్వాకారాన్ని వర్ణించటానికి ప్రయత్నం చెయ్యలేదు; మూడు కంటె ఎక్కువ నిరూపకాలు నిర్దేశించిన దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన స్థలాలని గణితపరంగా వర్ణించేడు, అంతే. ఆ నమూనాని అయిన్‌స్టయిన్ వాడుకుని నాలుగు కొలతల విశ్వాన్ని నిర్మించేడు.

విశ్వాంతరాళం రీమాన్ చెప్పినట్లు ఒంపు తిరిగి ఉంది అనగానే, యూకిలిడ్ వాడిన బల్లపరుపు క్షేత్రంలా లేదనే కదా! అంటే యూకిలిడ్ సూత్రాలన్నీ ఈ ఒంపు తిరిగిన క్షేత్రం మీద పని చెయ్యవని మనం గ్రహించాలి. ఉదాహరణకి పైథోగరోస్ (భాస్కర) సిద్ధాంతం విశ్వాంతరాళంలో పని చెయ్యదు. ఉదాహరణకి మనం భూమి నుండి 3 జ్యోతిర్వర్షాలు (light years) దూరంలో ఉన్న "క" అనే నక్షత్రం దగ్గరకి వెళ్లి, అక్కడ నుండి కుడి పక్కకి (అంటే 90 డిగ్రీలు అని అన్వయించుకోండి) తిరిగి, 4 జ్యోతిర్వర్షాలు దూరంలో ఉన్న "చ" అనే నక్షత్రానికి ప్రయాణం చేసి వెళ్లేం అనుకుందాం. ఇప్పుడు భూమి కీ నక్షత్రం "చ" కి మధ్య ఉండే అత్యల్ప దూరం

(shortest distance) 5 జ్యోతిర్వర్షాలు ఉంటే, భాస్కర సిద్ధాంతం పని చేసిందనిన్నీ, విశ్వాంతరాళం బల్లపరుపుగా ఉందనిన్నీ మనం తీర్మానించ వచ్చు; అలా కాక పోతే విశ్వాంతరాళం రీమాన్ చెప్పినట్లు ఒంపు తిరిగి ఉందని ఒప్పుకోవాలి. ఈ వక్రత రెండు రకాలు. ఈ దూరం 5 జ్యోతిర్వర్షాలు కంటే తక్కువ ఉంటే ఈ వక్రతది ధనాకారం (positive curvature) అనిన్నీ, 5 జ్యోతిర్వర్షాలు కంటే ఎక్కువ ఉంటే ఈ వక్రతది ఋణాకారం (negative curvature) అనిన్నీ అంటారు. యుగాల క్రిందట గ్రీకులు భూమి (యూకిలిడ్ నిర్వచనం ప్రకారం) గోళాకారంలో ఉందని నిర్ధారించినట్లే, ఈ నాడు విశ్వం (రీమాన్ నిర్వచనం ప్రకారం) గోళాకారంలో ఉందని అంటాం.

3. ఆకారాలలో వికారాలు

అయితే విశ్వం బంతిలా, గుండ్రటి ఆకారంలో, ఉందా? విశ్వం బంతిలా ఉండుంటే ఇంత రాద్ధాంతం చెయ్యవలసిన పనే ఉండేది కాదు; మొదట్లోనే విశ్వం బంతిలా ఉందనో, నారింజ పండులా ఉందనో, మా తెలుగు మేష్టారి ముక్కుపొడుం డబ్బాలా ఉందనో చెప్పేసి చేతులు కడిగేసుకుని ఉండేవాడిని. కాని ఈ బంతి నమూనా ఉత్తరోత్తర్యా ఉపయోగపడుతుంది. ఇప్పుడు గుండ్రంగా ఉన్నవన్నీ బంతులు కావని మనం గమనించాలి. సబ్బు బుడగ గుండ్రంగా ఉంటుంది, టెన్నిస్ బంతి గుండ్రంగా ఉంటుంది, బందరు లడ్డు గుండ్రంగా ఉంటుంది, గుండ్రంగా ఉన్న ఉల్లిగడ్డలు కూడ ఉంటాయి. వీటిల్లో విశ్వాకారం ఏ రకం “గుండ్రం” అన్నది తేల్చవలసిన ప్రశ్న. మరికొంచెం లోతుగా వెళదాం.

యూకిలిడ్ నిర్వచనానికి తలఒగ్గిన గోళాకారం మనం రోజూ చూసే బంతి. రీమాన్ నిర్వచనానికి తల ఒగ్గిన గోళం ఎలా ఉంటుంది? ఈ ప్రశ్నకి సమాధానం అంచెల మీద ఊహించుకుందాం. వృత్తం (circle) అన్న మాటకి నిర్వచనం ఏమిటి? గుండ్రంగా ఉన్న పళ్ళెం అంచుని ఆనుకుని ఉన్న ఒంపు తిరిగిన రేఖ లేదా ఉచ్చు ఆకారంలో ఉన్న గుండ్రటి రేఖ. పళ్ళెం (plate, disk)

అన్న భావానికీ, ఉచ్చు (loop) అన్న భావానికీ తేడా ఉంది కదా. ఇప్పుడు బుడగ (bubble) అన్న మాటని గుండ్రంగా ఉన్న సబ్బు బుడగతో పోల్చుదాం. గోళం (sphere) అన్న మాటని గుండ్రంగా ఉన్న లడ్డుండతో పోల్చుదాం. ఇప్పుడు ద్వి-దిశాత్మకమైన లేదా ద్విమితీయ (two-dimensional) పళ్లెం చుట్టూ ఉన్న పరిధి (లేదా ఉచ్చు) ఆకారం ఏక-దిశాత్మకం లేదా ఏకమితీయ (one-dimensional) మాత్రమే అని గమనించండి. (గుండ్రంగా అమర్చిన దారం వెంబడి మనం "ఒకే ఒక దిశ"లో ప్రయాణం చెయ్యగలం. కనుక ఉచ్చుకి ఒకే కొలత లేదా ఒకే "మితి" ఉంది.) అలాగే త్రి-మితీయమైన లడ్డుండ కీ ద్వి-మితీయమైన సబ్బు బుడగకీ మధ్య తేడా గమనించండి. (సబ్బు బుడగకి ఉపరితలం ఉంది కాని, మందం లేదు, కనుక దాని మీద రెండు దిశలలోనే ప్రయాణం చెయ్యగలం; ఒకటి అక్షాంశ దిశ, రెండోది రేఖాంశ దిశ). అంటే, గణిత పరిభాషలో వృత్తం "ఏక-మితీయమైన, పరిమితి లేని, ఒంపు తిరిగిన గీత". బుడగ "ద్వి-మితీయమైన, పరిమితి లేని, ఒంపు తిరిగిన ఉపరితలం (surface)".

మరొక విధంగా చెబుతాను. వృత్తమనేది వంపు తిరిగిన గీత వంటిదనుకోవచ్చు. మనం దాన్ని అంటిపెట్టుకుని మాత్రమే పోగలం. దాని మీద ఎన్ని చక్కర్లు కొట్టినా ఆ పరిధిని అతిక్రమించం కనుక దానికి ఒక "అంతు" ఉందనీ, ఒక "అవధి" ఉందనీ మనకి అనిపించదు. కాని ఒక గుండ్రని పలకని చూస్తే దానికి అంచు ఉన్నట్లు మనం పసికట్టగలం. దాని మీద విహరిస్తూ "పొరపాటున" ఆ అంచుని దాటినట్లయితే "పడిపోతాం." వలయాకారంలో ఉన్న తీగ విషయంలో అలా జరగదు.

త్రి-మితీయ (3-dimensional) బుడగ ఎలా ఉంటుంది? ఈ రకం బుడగ మన అనుభవంలో సాధారణంగా తారస పడదు, కాని ఊహకి పరిమితి లేదు కదా: ఒక పెద్ద సబ్బు బుడగలో మరొక చిన్న సబ్బు బుడగని ఊహించుకోవటం కష్టం కాదు. (రబ్బరు బుడగలలోకి గాలి ఊది రకరకాల బొమ్మలు చేసే వీధి వ్యాపారులు బుడగలో బుడగ తెప్పించటం నేను చూసేను.) ఈ రకంగా ఊహించుకున్న సబ్బు బుడగ చూడటానికి "గుండ్రం" గానే ఉంటుంది, కాని అది నాలుగు "దిశలలో" వ్యాపించి ఉంటుంది (బుడగలో ఉన్న బుడగని

వర్ణించటానికి "పొడుగు", "వెడల్పు", కాకుండా "లోతు" కూడా కావాలి కదా!). ఈ రకం "బుడగలో బుడగ" ని మీరు ఊహించుకోలేకపోతే బజారులో కొండపల్లి లక్క మనుష్యులని చూడండి. కొన్ని రకాల నమూనాలలో "మనిషి కడుపులో మరో మనిషి" ఉంటుంది - అలాగన్న మాట. ఈ లక్క మనుష్యుల నమూనా కంటె నాకు నచ్చిన మరొక నమూనా ఉంది. అదే గుండ్రటి ఉల్లిగడ్డ. ఉల్లిగడ్డలో ఎన్నో పొరలు - ఒక దానిలో మరొకటి ఉంటాయి కదా. పైనున్న గుండ్రటి పొర ఒక సబ్బు బుడగ లాంటిది, దాని లోపల పొర మరొక గుండ్రటి బుడగ లాంటిది. ఉల్లిగడ్డలో ఇటువంటి పొరలు ఎన్నో ఉంటాయి.

4. నఖచిత్రం

ఇంతవరకు నేర్చుకున్న విషయాల నేపథ్యాన్ని ఉపయోగించి మనకి గోచరమయ్యే విశ్వం యొక్క స్వరూపం ఎలా ఉంటుందో ఒక నఖ చిత్రంలా ఊహిద్దాం. ఇక్కడ రెండు నమూనాలు నిర్మించటానికి సావకాశం ఉంది. మొదట భూకేంద్ర నమూనాని (geocentric model) వర్ణించటానికి ప్రయత్నిస్తాను. ఈ నమూనాలో మనం భూమి మీద కూర్చుని విశ్వాన్ని చూస్తూ ఉంటాం. అప్పుడు పేద్ద ఉల్లిగడ్డ పొట్టలో, మధ్యని, ఒక గోళీకాయలా భూమి ఉందన్నమాట. మనకి గోచరమయ్యే ప్రతి గ్రహాన్ని, నక్షత్రాన్నీ, క్షీరసాగరాన్ని ఈ గోళీ నుండి సందర్భోచితమైన దిశలోనూ, దూరం లోనూ అమర్చుదాం. ఆధునిక ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు చెప్పేది ఏమిటంటే మనం భూమి నుండి దూరం వెళుతూన్న కొద్దీ కాలంలో కూడ వెనక్కి వెళుతూ ఉంటాం. అంటే ఉల్లిగడ్డ పైపొరలు సృష్టి జరిగిన కొత్త రోజులని సూచిస్తాయి. అన్నిటికంటె పైనున్న పొర, లేదా ఉల్లిగడ్డ చర్మం, సృష్టి కి మొదలు. బ్రహ్మాండ విచ్ఛిన్న వాదాన్ని నమ్మే వారికి అప్పుడే (అక్కడే) "బిగ్ బేంగ్" జరిగిందన్నమాట.

పైదానికి ప్రత్యామ్నాయంగా ఆది శక్తిని కేంద్రంగా (big bang centric model) ఉపయోగించి మరొక నమూనాని తయారు చెయ్య వచ్చు. ఈ రెండు నమూనాలు ఒకదానికొకటి బొమ్మ-బొరుసు లాంటివి. ఒక రబ్బరు బుడగలో పై ఉపరితలం బొమ్మా, లోపలి ఉపరితలం బొరుసూ

అయితే, బుడగ పేలిపోకుండా, చిరిగిపోకుండా, పై తలాన్ని లోపలికి, లోపలి ఉపరితలాన్ని పైకి వచ్చేటట్లు "బోర్లించేం" అనుకొండి. అటువంటి ప్రక్రియని సంకేతిక పరిభాషలో eversion (inversion ని పోలిన కొత్త మాట) అంటారు. అలాంటి ప్రక్రియ చెయ్యగలిగితే "భూ కేంద్రక నమూనా", "శక్తి కేంద్రక నమూనా", రెండూ సర్వ సమానాలు. ఈ వికారాలన్నీ అర్థం కావాలంటే సంస్థితి శాస్త్రం (topology) అధ్యయనం చెయ్యాలి.

ఈ చర్చని కొస ముట్టించే లోగా అయిన్‌స్టయిన్ రీమాన్ ని అంతలా ఎందుకు పొగిడేడో విచారిద్దాం. ఆయిన్‌స్టయిన్ రీమాన్ నమూనాని తీసుకుని దానికి చిన్న చిన్న మెరుగులు దిద్దేడు. రీమాన్ నమూనాలో స్థలానికి ఎన్ని కొలతలయినా ఉండొచ్చు: పొడుగు, గిడుగు, వెడల్పు, గిడల్పు, లోతు, గీతు, ఇలా ఎన్ని దిశలలో కావలిస్తే అన్ని దిశలలో నిరూపక అక్షాలు ఊహించుకుని స్థలాలు నిర్మించవచ్చు. ఈ అక్షాలు అన్నీ నిజ రేఖలే (real lines). రీమాన్ ప్రత్యేకించి పైకి అనకపోయినా ఈ నిజ రేఖలన్నీ స్థలం (space) యొక్క వ్యాప్తిని కొలుస్తాయి. ఇక్కడ అయిన్‌స్టయిన్ చేసిన సవరింపులు రెండే రెండు. ఒకటి, నాలుగు దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన రీమాన్ క్షేత్రం తనకి చాలు అన్నాడు. రెండు, ఈ నాలుగు దిశలలో మూడు స్థల-నిరూపక అక్షాలనీ (space-coordinate axes), ఒకటి కాల-నిరూపక అక్షాన్నీ (time-coordinate axis) సూచిస్తాయన్నాడు. ఈ నాలుగు అక్షాలు నిర్వచించే ప్రదేశం పేరు స్థల-కాల సమవాయం (space-time continuum) అన్నాడు. దీన్ని మనం స్థల-కాల క్షేత్రం (space-time field) అని కూడ అనొచ్చు. లేదా టూకీగా స్థలకాలం అనొచ్చు. ఇదంతా రీమాన్ పెట్టిన బిక్షే. ఈ రీమాన్ క్షేత్రంలో అయిన్‌స్టయిన్ తన సాధారణ సాపేక్ష సిద్దాంతం (General Theory of Relativity) అనే సౌధాన్ని లేవదీశాడు. యూకిలిడ్ క్షేత్రంలో నూటన్ నిర్మించిన గురుత్వాకర్షణ సిద్దాంత సౌధం కంటె అయిన్‌స్టయిన్ నిర్మించినది ఎంతో రమ్యమైన హర్మ్యం.

మరయితే అయిన్‌స్టయిన్ చెప్పినదే ఆఖరి మాటా? పదకొండు కొలతలు అన్నాను కదా! వాటి మాటేమిటి? పిదప కాలపు సైంటిస్టులు పిదప కాలపు బుద్ధులతో అయిన్‌స్టయిన్ ని సవాలు

చేస్తున్నారు. విశ్వానికి పది స్థల-నిర్దేశపు కొలతలు (ten space dimensions) ఒక కాల-నిర్దేశపు కొలత (one time dimension), వెరసి మొత్తం పదకొండు కొలతలు ఉన్నాయని వారు ఊహిస్తున్నారు. ఈ వాదనలో ఎంత పటుత్వం ఉందో కాలమే నిర్ణయించాలి. చూద్దాం.

5. ఇంతకీ విశ్వం ఏ ఆకారంలో ఉంది?

లక్క పిడతని చేతికి ఇచ్చి "ఇది ఏ ఆకారంలో ఉంది?" అని అడిగితే ఆ పిడతని ఇటూ, అటూ తిప్పి దాని ఆకారం నిర్ధారించవచ్చు. విశ్వం ఆకారం నిర్ధారణ చెయ్యటం అంత తేలిక పని కాదు. కనుక గణితం మీద ఆధారపడాలి.

అయిన్‌స్టయిన్ సమీకరణాల ప్రకారం ఈ విశ్వం మూడు ఆకారాలలో ఏదో ఒక ఆకారంలో ఉండొచ్చు. నేను చెప్పబోయే ఆకారాలు మనకి పరిచయమైన స్థలానికి సంబంధించినవి కావు; నాలుగు దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన స్థలకాలానికి సంబంధించిన ఆకారాలు. వీటిని ఊహించుకోవటం చాల కష్టం కనుక రెండు దిశల ప్రపంచాన్ని, మూడు దిశల ప్రపంచాన్ని ఉపమానాలుగా తీసుకుందాం.

అయిన్‌స్టయిన్ సిద్ధాంతాల ప్రకారం స్థలం (space) ఏ ఆకారంలో ఉందో తెలియాలంటే దాని వక్రత తెలియాలి. ఈ వక్రత స్థలంలో ఉన్న పదార్థం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. మరి కొంచెం నిర్దిష్టంగా చెప్పాలంటే పదార్థం యొక్క సాంద్రత మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. పదార్థం అన్నా శక్తి అన్నా ఒకటే కనుక, ఈ వక్రత పదార్థపు సాంద్రత మీద, శక్తి సాంద్రత మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఈ రెండూ ఎక్కువగా ఉంటే స్థలం బాగా ఒంపు తిరిగి "గుండ్రటి" ఆకారంలోకి వస్తుంది. పదార్థం తక్కువగా ఉంటే బాగా ఒంపు తిరగటానికి సావకాశం లేక, "గుర్రపు జీను" ఆకారంలో ఉంటుంది. పదార్థం ఎక్కువా కాకుండా, తక్కువా కాకుండా, సరిగ్గా తూకం వేసినట్లు ఉంటే, అప్పుడు విశ్వానికి ఏ వక్రతా ఉండదు; "బల్లపరుపు" ఆకారం లో ఉంటుంది. ఇక్కడ, "గుండ్రం," "గుర్రపు జీను," "బల్ల" అనేవి మన అనుభవంలో ఉన్న ఆకారాల పేర్లు. వీటినే నాలుగు దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన స్థలకాలంలో ఎలా ఉంటాయో ఊహించుకోవాలి.

“సరిగ్గా తూకం వేసినంత” అంటే ఎంత? ఆయిన్‌స్టయిన్ సూత్రాల ప్రకారం లెక్క వేస్తే ఈ పదార్థం సుమారుగా ఘనపు సెంటీమీటరుకి 2x10-29 గ్రాములు ఉంటుందని లెక్క తేలింది. మనందరికీ అర్థం అయే భాషలో చెప్పాలంటే ఒక ఘనపు మీటరులో సుమారుగా ఆరు ఉదజని అణువులు చొప్పున ఉంటే ఈ విశ్వం “బల్లపరుపు” ఆకారంలో ఉంటుంది. ఇంకా ఊహించుకోటానికి వీలుగా చెప్పాలంటే మన భూమి ఆక్రమించినంత స్థలంలో ఒక నీటి బిందువు చొప్పున ఈ విశ్వంలో పదార్థం ఉంటే అప్పుడు ఈ విశ్వం ఆకారం బల్లపరుపుగా ఉందని మనం అనుకోవచ్చు.

పైన చెప్పిన లెక్క వేసినప్పుడు విశ్వంలోని పదార్థాన్ని అంతటినీ గుండకొట్టి పిండారబోసినట్లు పల్చగా విశ్వవ్యాప్తంగా పరిస్తే ఒకొక్క ఘనపు మీటరు ప్రదేశంలో ఉరమరగా ఆరేసి ఉదజని అణువులు ఉంటాయన్నమాట. కనుక విశ్వాకారం తెలియాలంటే విశ్వంలో పదార్థపు సగటు సాంద్రత తెలియాలి. ఇది ఎలా కొలవటం? శక్తిమంతమైన దుర్భిణి సహాయంతో విశ్వం నలుమూలలా ఏయే పదార్థాలు (క్షీరసాగరాలు, నక్షత్రాలు, తేజోమేఘాలు, వగైరా) ఉన్నాయో లెక్క పెట్టటం. ఆమధ్య ఇలా లెక్క పెట్టినప్పుడు ఈ సగటు సాంద్రత ఘనపు మీటరుకి కేవలం రెండు ఉదజని అణువులు ఉన్నాయని తేలింది. అంటే ఈ లెక్క ప్రకారం విశ్వం వక్రత ఋణాత్మకం కనుక విశ్వం గుర్రపు జీను ఆకారంలో ఉందని అనుకున్నారు.

కాని 1990 దశకంలో ఒక అనూహ్యమైన సంఘటన జరిగింది. విశ్వవ్యాప్తంగా ఉన్న శూన్య ప్రదేశంలో ఒక అదృశ్యమైన శక్తి ఉందనిన్నీ, గురుత్వాకర్షణ ఒక పక్కనుండి వెనక్కి లాగుతూ ఉంటే ఈ అదృశ్య (కృష్ణ) శక్తి విశ్వాన్ని వ్యాప్తి చెందమని ముందుకి తోస్తోందనిన్నీ వీరు ఇప్పుడు సిద్ధాంతీకరిస్తున్నారు. హబుల్ టెలిస్కోపుతో చేసిన పరిశోధనలకి ఈ సిద్ధాంతాలని జోడిస్తే ఈ విశ్వంలో ఉన్న పదార్థపు సాంద్రత, శక్తి సాంద్రత, వెరసి మొత్తం సాంద్రత సరిగ్గా “ఒకటి” అని తేలుతోంది. ఈ లెక్క కొంచెం కిట్టించినట్లు కనబడుతోంది. ఇదే నిజం అయితే ఈ విశ్వం “త్రి-మితీయమైన బల్లపరుపు” ఆకారంలో ఉంటుందని తీర్మానించాలి.

11. సమస్త సిద్ధాంతం అవసరమా?

1. ఉపోద్ఘాతం

ఈ విశ్వం యొక్క పుట్టుక, ఆకారం, జీవన సరళి, గిట్టుక, మొదలైన ప్రగాఢమైన విషయాలు చర్చించేముందు విజ్ఞాన శాస్త్రంలో సిద్ధాంతాల పాత్ర అర్థం చేసుకోవాలి. శాస్త్రీయ పరిభాషలో 'సిద్ధాంతం' అనేది ఒక నమూనా. నిజం అంతా మన అవగాహనలోకి రానప్పుడు, మనకి అర్థమైన మేరకే కొన్ని నిబంధనలని పాటిస్తూ నమూనా నిర్మించుకుంటాం. ఈ నమూనాకి భౌతికమైన అస్తిత్వం లేదు; అది స్వకపోల కల్పితం. సిద్ధాంతాలనేవి కేవలం మన ఊహా ప్రపంచంలో కట్టుకున్న మేడలు. నమూనాలు, సిద్ధాంతాలు ఎన్నయినా నిర్మించుకోవచ్చు. వీటిల్లో కొన్ని నాసి రకం సిద్ధాంతాలు ఉంటాయి, కొన్ని మేలు రకం సిద్ధాంతాలు ఉంటాయి. శ్రేష్టమైన సిద్ధాంతాలకి కొన్ని మౌలికమైన లక్షణాలు ఉంటాయి. ఒకటి, సిద్ధాంతం తికమకలు లేకుండా, సరళంగా, అనవసరమైన స్థిరాంకాలు లేకుండా ఉండాలి. రెండు, మనం ప్రయోగాలలో గమనించే దృగ్విషయాలకి సిద్ధాంతాలు అనుగుణంగా ఉండాలి. అంటే, ప్రయోగ ఫలితానికే పై చెయ్యి. మూడు, ఒక సిద్ధాంతం భవిష్యత్తు గురించి తీర్మానం చేసినప్పుడు, ఆ తీర్మానం ప్రయోగం ద్వారా రుజువు చెయ్యటానికి అవకాశం ఉండాలి. అంటే సిద్ధాంత సౌధాలకి ప్రయోగాలు పునాదులుగా ఉండాలి.

ఉదాహరణకి, ఎంపిడోక్లీస్ సృష్టి అంతా భూమి, నీరు, గాలి, అగ్ని అనే నాలుగు భూతాలతో నిర్మించబడిందని లేవదీసిన ఒక సిద్ధాంతాన్ని గ్రీకు తత్త్వవేత్త అరిస్టాటిల్ పరిపూర్ణంగా నమ్మేడు. ఈ సిద్ధాంతంలో క్లిష్టత లేదు; సులభంగా అర్థం అవుతుంది. కాని ఈ సిద్ధాంతం తీరుకీ, ప్రయోగాల తీరుకి మధ్య పొంతన కుదరలేదు. అంతే కాకుండా ఈ సిద్ధాంతం భవిష్యత్తు గురించి ఏ అంచనాలు వెయ్యలేకపోయింది. నూటన్ లేవదీసిన గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతం దీని

కంటె మెరుగైనది. నూటన్ సిద్ధాంతం ప్రకారం వస్తువులు ఒకదానిని మరొకటి ఆకర్షించుకుంటాయి. ఎలా? ఆ ఆకర్షణ బలం ఆయా వస్తువుల గరిమ మీద అనులోమ అనుపాతంలోనూ, ఆ వస్తువుల మధ్య ఉన్న దూరపు వర్గుకి విలోమ అనుపాతంలోనూ ఆకర్షించుకుంటాయి. ఈ విషయాన్ని గణిత సమీకరణంలా రాయటానికి ఒకే ఒక అనుపాత స్థిరాంకం వాడితే సరిపోతుంది. అంతే. ఈ సూత్రాన్ని పట్టుకుని సాగదీసి ఈ భూమి మీద చలన ధర్మాలని నిర్ణయించవచ్చు, ఆకాశంలో గ్రహ గమనాలని నిర్దేశించవచ్చు, గ్రహణాల పట్టువిడుపులు ఏయేవేళలలో జరుగుతాయో లెక్కకట్టి చూపవచ్చు, తోకచుక్కలు ఎప్పుడు కనబడతాయో జోశ్యం చెప్పవచ్చు. సిద్ధాంత పరంగా చెప్పినవన్నీ నిజమేనని ప్రయోగాల ద్వారా నిర్ధారించవచ్చు.

ఏ భౌతిక సిద్ధాంతమూ శాశ్వతం కాదు. సిద్ధాంతాలు ప్రతిపాదనలు మాత్రమే. అవి చెల్లినన్నాళ్లు చెల్లుతాయి. ఆ సిద్ధాంతానికి వ్యతిరేకంగా ప్రయోగ ఫలితం కనబడిననాడు ఆ సిద్ధాంతం వీగి పోతుంది. అంటే ఏమిటన్న మాట? ఒక సిద్ధాంతం నిజమని మనం ఎప్పుడూ రుజువు చెయ్యలేము, కాని ఆ సిద్ధాంతం తప్పని రుజువు చెయ్యగలం. కనుక నమూనాలకి, సిద్ధాంతాలకి కూడ పుట్టుక, జీవితం, గిట్టుక ఉంటాయి. ఎంపిడోక్లిస్ లేవదీసిన చతుర్భూత సిద్ధాంతం 2,000 సంవత్సరాలు ఎదురులేకుండా బతికింది - నూటన్ దానిని కూలదోసే దాకా. నూటన్ లేవదీసిన గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతం 300 ఏళ్లపాటు రాజ్యం ఏలింది – అయిన్‌స్టయిన్ వచ్చి దానిని సవరించే దాకా. నూటన్ తరువాత ఎంపిడోక్లిస్, అరిస్టాటిల్ ప్రభృతుల సిద్ధాంతాలు నామరూపాలు లేకుండా కాలగర్భంలో కలిసిపోయాయి. కాని అయిన్‌స్టయిన్ ఎన్ని సవరింపులు చేసినా నూటన్ సిద్ధాంతాలు పూర్తిగా నశించిపోలేదు. ఎందువల్ల? మన దైనందిన కార్యక్రమాలలో నూటన్ సిద్ధాంతాలు చాలు. అవి అర్థం చేసుకోవటం తేలిక. వాటిని వాడటం తేలిక. కళాశాలలో చదువుకునే విద్యార్థులు కూడ అర్థం చేసుకుని వాడగలరు. కనుక ప్రతి చిన్న విషయానికీ అయిన్‌స్టయిన్ అక్కరలేదు; గోటితో మీటగలిగేవాటికి గొడ్డలి ఎందుకు?

మరి అయితే అయిన్‌స్టయిన్ సవరింపులు ఎప్పుడు అవసరమవుతాయి? విపరీతమైన గరిమ గల నక్షత్రాలు, క్షీరసాగరాలు, కాంతి వేగంతో తులతూగే పరమాణు రేణువులు మన నమూనాలో ఇరకవలసి వచ్చినప్పుడు నూటన్ సిద్ధాంతం పని చెయ్యదు. అప్పుడు అయిన్‌స్టయిన్ కావాలి. విశ్వవిద్యాలయపు స్థాయికి చేరుకుంటే కాని అయిన్‌స్టయిన్ అర్థం కాదు. అవన్నీ సంక్లిష్టమైన భావాలు, అదంతా సంక్లిష్టమైన గణితం.

పిపీలికాది బ్రహ్మ పర్యంతం ఈ విశ్వంలో ఉన్న ప్రతి పదార్థాన్ని, ప్రతి బలాన్ని, ప్రతి ప్రవర్తనని ఒకే ఒక సిద్ధాంతంలో ఇమడ్చగలిగితే, ఒకే ఒక సూత్రంతో వర్ణించగలిగితే అదొక అందం. ముందస్తుగా, కాల గమనంతో పాటు ఈ విశ్వం ఎలా పరిణతి చెందుతోందో చెప్పే సిద్ధాంతాలు ఉన్నాయి. అవి ఈ రోజు ఈ విశ్వం ఎలాగుందో చెప్పగలిగితే రేపు ఈ విశ్వం ఎలాగుంటుందో చెప్పగలవు. రేపేమిటి? బిలియను సంవత్సరాల తరువాత ఈ విశ్వం ఎలా ఉంటుందో చెప్పగలవు ఈ సిద్ధాంతాలు. కాని “మొదట్లో ఈ విశ్వం ఎక్కడి నుండి వచ్చింది? ఎలా వచ్చింది? ఈ విశ్వం యొక్క ప్రాదుర్భావానికి కారకులు ఎవ్వరు?” మొదలైన ప్రశ్నలకి తాత్త్వికులు సమాధానాలు చెప్పాలి కాని శాస్త్రవేత్తలు కాదు. తాత్త్వికులని అడిగితే వారేమంటారు? ఈ విశ్వాన్ని సర్వశక్తి సంపన్నుడైన భగవంతుడు సృష్టించేడు అంటారు. కావచ్చుగాక! ఇదంతా ఆ భగవంతుడు లీల అయినప్పటికీ ఈ లీల అసంబద్ధంగా కాకుండా చాల క్రమబద్ధంగా, నియమబద్ధంగా ఉన్నట్లు కనబడుతోంది కదా.

నీళ్లు పల్లమెరుగుతున్నాయి. వేడి వస్తువులు చల్లారుతున్నాయి. గ్రహాలు గతులు తప్పకుండా సంచరిస్తున్నాయి. దేవుడు ఈ సృష్టిని ఒక క్రమమైన పద్ధతిలోనే నడిపిస్తూన్నట్లు అనిపిస్తోంది కదా. కనుక దేవుడనేవాడు ఈ సృష్టిని జరిపినా ఆయన ఏదో ఆషామాషీగా చేసేసి ఉండడు; ఏదో ఒక క్రమ పద్ధతిలోనే చేసి ఉంటాడు. ఆ పద్ధతి ఏదో ఒకటి అయితే బాగుంటుంది కాని, పదిహేను పద్ధతులు, పాతిక మినహాయింపులు, పరక స్థిరాంకాలు ఉంటే అది దేవుడు చేసిన పనిలా ఉండదు, ఏదో కమిటీ చేసిన పనిలా ఉంటుంది.

2. ఒకే సిద్ధాంతం ఉండటంలో అందం

దేశానికి ఒక ప్రధాన మంత్రి ఉంటే బాగుంటుంది కాని దేశంలో ఉన్న కులాలు అన్నీ "ఎవరి కులం వారి ప్రధాన మంత్రి వారికే" అంటూ కులానికొక ప్రధాన మంత్రి కావాలంటే ఏమి సబబు? అలాగే ఈ భౌతిక ప్రపంచంలో మనకి ద్యోతకమయే దృగ్విషయాలని అన్నిటిని ఒకే ఒక సిద్ధాంతంతో అభివర్ణించగలిగితే బాగుంటుందనేది శాస్త్రవేత్తల చిరకాల వాంఛ. దేవుడు అనేవాడు వివిధ రూపాలలో, అనేక పేర్లతో ఉన్నా దేవుడొక్కడే అనే సిద్ధాంతం కూడ ఇలాంటిదే.

భౌతిక శాస్త్రంలో ఈ భిన్నత్వంలో ఏకత్వం ఎలా సాధించేమో చిన్న ఉదాహరణతో మొదలు పెడతాను. మన పూర్వులు "చలనం" అనే దృగ్విషయాన్ని, "వేడి" అనే దృగ్విషయాన్ని గమనించేరు. చలనం, వేడి వేర్వేరు దృగ్విషయాలు అనుకున్నారు. నూటన్ చలన సూత్రాలు బహుళ జనాదరణ పొందిన తరువాత, ఒక వస్తువులోని బణువుల చలనమే "వేడి" లా మనకి అనిపిస్తుందని అర్థం అయింది. అంటే చలనం, వేడి ఒకే దృగ్విషయానికి వివిధమైన బహిర్గత రూపాలు అని తెలిసింది. ఇదే విధంగా "శబ్దం" అనే దృగ్విషయానికి కూడ బణువుల చలనమే కారణం అని అర్థం అయింది. ఇలా మన అనుభవ పరిధిలో ఉన్న ఎన్నో విషయాలని నూటన్ చలన సూత్రాలతో అర్థం చేసుకోవచ్చని తేలింది. కానీ... గురుత్వాకర్షణ అనే దృగ్విషయాన్ని చలన సూత్రాల ద్వారా అర్థం చేసుకోవటం సాధ్యం కాలేదు.

ఈ భౌతిక ప్రపంచంలో చలనం, శబ్దం, వేడి – ఇవే కాకుండా ఇంకో కోవకి చెందిన దృగ్విషయాలు ఉన్నాయి. వాటిని విద్యుత్ తత్త్వం, అయస్కాంత తత్త్వం అందాం. ఆకాశంలో మెరిసే మెరుపు విద్యుత్ తత్త్వానికి ఉదాహరణ. సూదంటురాయి ఎల్లప్పుడూ ఉత్తర ధ్రువం వైపు చూపటం అయస్కాంత తత్త్వానికి ఉదాహరణ. సా. శ. 1873 లో మేక్స్వెల్ ఈ రెండూ నిజానికి ఒకటేనని నిరూపించి దానికి విద్యుదయస్కాంత తత్త్వం అని పేరు పెట్టేడు. ఇంతటితో

భౌతిక శాస్త్రం మూడు సిద్ధాంతాల ముక్కాలి పీట మీద నిలబడింది: ఒకటి, నూటన్ చలన సూత్రాలు; రెండు, నూటన్ గురుత్వాకర్షణ సూత్రం; మూడు, మేక్స్వెల్ విద్యుదయస్కాంత సూత్రాలు.

“పదార్థం అంటే ఏమిటి?” అన్న ప్రశ్నకి సమాధానంగా సా. శ. 1900 లో మరొక సూత్రం బయట పడింది. ఒక అణువులో ఉన్న ఎలక్ట్రానుల చలనం నూటన్ చలన సూత్రాలకి కట్టుబడి ఉండవనిన్నీ, అణుగర్భంలో ఉన్న ప్రక్రియలని వర్ణించటానికి కొత్త సిద్ధాంతం అవసరమనిన్నీ గుళిక సిద్ధాంతం రుజువు చేసింది. అంతే కాకుండా రెండు ఉదజని అణువులు, ఒక ఆమ్లజని అణువు సంయోగం చెంది నీటి బణువుగా ఎందుకు మారుతుందో ఈ కొత్త గుళిక సిద్ధాంతం వివరణ ఇచ్చింది. ఇచ్చి రసాయన శాస్త్రానికి పునాదులు దిట్టం చేసింది.

కాని...ఇంకా వివరించవలసిన దృగ్విషయాలు ఉండిపోయాయి. ఉదాహరణకి ఒక ఎలక్ట్రాను మీద కాంతి పడ్డప్పుడు జరిగే సంకర్షణల సంగతి ఏమిటి? కాంతి అన్నా విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు అన్నా ఒకటే కనుక విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు ఎలక్ట్రాను మీద పడ్డప్పుడు జరిగే ప్రక్రియలని వర్ణించటం ఎలా? ఈ పని జరగాలంటే గుళిక శాస్త్రానికీ, మేక్స్వెల్ సూత్రాలకీ మధ్య పెళ్లి జరగాలి. దీనినే గుళికీకరించిన విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతం అంటారు. అనాలి. కాని మన కర్మ కాలి దానికి ఇంగ్లీషులో “క్వాంటం ఎలక్ట్రోడైనమిక్స్” (Quantum electrodynamics, QED) అని పేరు పెట్టేరు.

మొదట్లో ఈ సిద్ధాంతం కూడ బాలారిష్టాలని ఎదుర్కొంది. ఈ బాలారిష్టాలేమిటో కూలంకషంగా చర్చించటం చాల కష్టం. ఈ సమస్య మౌలికంగా చాల క్లిష్టమైనది. గణితం లోను, భౌతిక శాస్త్రంలోను పాండిత్యం ఉండి, నోబెల్ బహుమానాలు అందుకున్న హేమాహేమీలకే ఈ సమస్య ఏమిటో అర్థం అయి, పరిష్కార మార్గాలు దొరికేసరికి 20 సంవత్సరాలు పట్టింది. అటువంటి సమస్యని, దాన్ని పరిష్కరించే విధానాన్ని అందరికీ అర్థం అయేటట్లు –

అందులోనూ తెలుగులో - చెప్పటం చాల కష్టం. అయినా ప్రయత్నిస్తాను. నేను ఇచ్చే వివరణ, ఉపమానాలు సమస్యని అర్థం చేసుకోటానికి – చంద్రశాఖాన్యాయంలా – మార్గదర్శకాలే కాని - యదార్థ స్థితిగతులని వర్ణించటానికి కాదు. నేను ఇక్కడ చేసే ప్రయత్నం మునిగిపోతూన్న వాడికి గడ్డి పరక అందించిన చందం అనుకొండి.

రెండు వస్తువుల మధ్య ఉండే ఆకర్షక శక్తి ఆయా వస్తువుల భారాలు పెరుగుతూన్న కొద్దీ పెరుగుతుంది, వాటి మధ్య దూరం పెరుగుతూన్న కొద్దీ తగ్గుతుంది. ఈ విషయాన్ని ఒక గణిత సమీకరణంగా రాసినప్పుడు అదొక భిన్నంలా కనిపిస్తుంది; లవంలో ఆ వస్తువుల గరిమలు, హారంలో వాటి మధ్య ఉండే దూరం యొక్క వర్గు ఉంటాయి. ఇప్పుడు ఈ వస్తువులని దగ్గరగా జరుపుకుంటూ వస్తే వాటి మధ్య దూరం తగ్గుతుంది కనుక, హారం విలువ తగ్గి భిన్నం విలువ పెరుగుతుంది. ఈ రెండు వస్తువులు ఒకదానిని మరొకటి ఢీక్కున్నప్పుడు వాటి మధ్య దూరం సున్నకి చేరుకుంటే, ఆ భిన్నం విలువ అనంతం అయిపోతుంది. లెక్కలలో కాని, భౌతిక శాస్త్రంలో కాని ఎంత పెద్ద సంఖ్యనయినా భరించగలం కాని “అనంతం” వస్తే భరించలేము. అప్పుడు ఆ లెక్క “చేసేవాడి ముఖం మీద పేలిపోయింది” అంటాం.

ఇటువంటి పరిస్థితి నుండి తప్పించుకోటానికి గణితంలో రకరకాల చిటకాలు వాడతారు. మౌలికంగా ఈ చిటకాలు అన్నీ చేసే పని ఒకటే – “కళ్లు కప్పి మోసం చెయ్యటం.” కాని మోసం అన్నా, కనికట్టు అన్నా మర్యాదగా ఉండదని వాటికి రకరకాల పేర్లు పెట్టి సమర్ధించుకుంటారు. ఈ పేర్లలో తరచుగా వినబడేవి, “నార్మలైజేషన్,” “రెగ్యులరైజేషన్” అనే మాటలు. పేలిపోతూన్న లెక్కని పేలిపోకుండా ఆపే ప్రయత్నాలు ఇవన్నీ. ఈ రకం మోసపు పద్ధతిని మనం తెలుగులో “కిట్టించటం” అంటాం. కళ్లు మూసుకుని పిల్లి పాలు తాగినట్లు లెక్కని ఇలా కిట్టిస్తే సిద్ధాంతం చెప్పే జోశ్యానికి, ప్రయోగాల ఫలితాలకి మధ్య పొంతన కుదురుతోంది. లేకపోతే సిద్ధాంతం దారి సిద్ధాంతానిది, ప్రయోగం దారి ప్రయోగానిది.

దీనికీ మాంత్రికుడు చేసే మోసానికీ తేడా ఏమిటి? నిజానికి ఇలా మోసం చెయ్యటం మనస్పూర్తిగా మనకి ఇష్టం లేకపోయినా ఈ పద్ధతితో చేసిన లెక్కలతో నిర్మించిన సిద్ధాంతమే సరి అయినదని ప్రయోగాలు ఘోషిస్తున్నాయి. భౌతిక శాస్త్రపు భవనాలు ప్రయోగాలు అనే పునాదుల మీద లేవాలి కనుక అయిష్టంగానే అందరూ ఈ కిట్టింపు పద్ధతిని వాడటం మొదలు పెట్టేరు. సా. శ. 1900 ప్రాంతాలలో మింగుడు పడని గుళిక సిద్ధాంతాన్ని ఔషధం గుళిక మింగినట్లు ఎలా మింగేరో అలాగే ఈ కిట్టింపు పద్ధతిని మింగి శాస్త్రవేత్తలు ఎంతో ప్రగతి సాధించేరు.

వీటన్నిటినీ అధిగమించి ఈ సిద్ధాంతాన్ని ఒక దరికి చేర్చేసరికి తల ప్రాణం తోకకి వచ్చింది. సిద్ధాంతం వీగిపోకుండా నిలదొక్కుకుంది. ఎంత బాగా నిలదొక్కుకుందంటే – ఒక్క గురుత్వాకర్షణని మినహాయిస్తే – ఈ సిద్ధాంతానికి లొంగని భౌతిక ప్రక్రియ లేదంటే అది అతిశయోక్తి కాదు. అంటే, సమస్తాన్ని వర్ణించి చెప్పటానికి చివరికి రెండు సిద్ధాంతాలు మిగిలేయి. ఒకటి కాకపోయిన తరువాత రెండయితేనేమిటి? పదహారయితేనేమిటి? ప్రస్తుతం పరిస్థితి ఇలా ఉంది.

3. రెండు సిద్ధాంతాలు ఉంటే ఏమి పోయింది?

సృష్టి అంతటికీ ఒకే ఒక సిద్ధాంతం కావాలని మంకు పట్టు పట్టటంలోనూ విజ్ఞత లేదు. తల్లి గర్భంలోని పిల్ల భూపతనం అయినది మొదలు భవిష్యత్తు ఎలా ఉంటుందో జాతకం రాయగలం. కాని, భూపతనానికి ముందు ఏమి జరిగిందో చెప్పటానికి ఈ జాతకం పనిచెయ్యకపోవచ్చు. జనన ఘడియల తరువాత వర్తించే జాతక సిద్ధాంతం పిండానికి వర్తించాలని ఏముంది? రెండింటికి ఒకే సిద్ధాంతం ఉంటే బాగానే ఉండొచ్చు. అలా లేకపోయినంత మాత్రాన వచ్చే నష్టం కూడ ఏమీ లేదు.

ఇంతకీ చెప్పొచ్చేదేమిటంటే విశ్వాన్నంతటినీ, సర్వకాల సర్వావస్థలకీ సరిపోయే విధంగా ఒకే ఒక సమస్త సిద్ధాంతంతో వర్ణించటం సుసాధ్యం కాదేమో. అటువంటి భృహత్ ప్రయత్నానికి బదులు విశ్వం యొక్క జీవిత కాలాన్ని దశల వారీగా విడగొట్టి ఏ దశకి నప్పిన విధంగా, విడివిడిగా, పిల్ల సిద్ధాంతాలని నిర్మించుకోవచ్చు కదా. చూడండి, పిల్లల రోగాలకో వైద్యుడు, ఆడవాళ్ల రోగాలకి మరొక వైద్యుడు, కంటి రోగాలకి మరొకడు ఉన్నట్లే అణుప్రమాణంలో ఉన్న విశ్వానికో సిద్ధాంతం, క్షీరసాగరాల ప్రమాణంలో ఉన్న విశ్వానికి మరొక సిద్ధాంతం, పుట్టిన తరువాత పెరుగుదలకి ఒక సిద్ధాంతం, పుట్టకపూర్వం పరిస్థితికి ఇంకొక సిద్ధాంతం – ఇలా ఒక క్లిష్టమైన సమస్యని ముక్కలుగా చేసి అధ్యయనం చెయ్యవచ్చు. ఉదాహరణకి సూర్యుడి చుట్టూ గ్రహాలు తిరిగే కక్ష్యని నిర్ణయించటానికి ఆయా నభోమూర్తుల గరిమలు, వాటి మధ్య ఉండే దూరాలు తెలిస్తే చాలు; సూర్యుడికి ఆ వెలుగు, వేడి ఎక్కడనుండి వచ్చేయి, గ్రహగర్భంలో జరిగే చైతన్య ప్రక్రియలు ఏమిటి మొదలైన విషయాల ప్రసక్తి అనవసరం.

ఈ కోణంతో అలోచించి, ఎలాగో ఒకలాగ సరిపెట్టుకుందామా అంటే అదీ వీలయేటట్లు లేదు. ఎందుకంటే, ఈ రోజుల్లో విశ్వాన్ని వర్ణించటానికి స్థూలంగా రెండు అసంపూర్ణమైన సిద్ధాంతాలు ఉన్నాయి: సాధారణ సాపేక్ష సిద్ధాంతం, గుళిక సిద్ధాంతం. సాధారణ సాపేక్ష సిద్ధాంతం గురుత్వాకర్షణ బలం అంటే ఏమిటో, భారీ ఎత్తున విశ్వం కట్టడి, లక్షణాలు ఎలా ఉంటాయో చెబుతుంది. “భారీ ఎత్తున” అంటే ఈ సిద్ధాంతంలో దూరాలు ఒక కిలోమీటరు నుండి 10E24 (అంటే, 1 తరువాత 24 సున్నలు) కిలోమీటర్లు వరకు ఉండొచ్చు. స్థూలంగా విచారిస్తే ఈ సిద్ధాంతంలో లొసుగులు లేవు. పోతే, గుళిక సిద్ధాంతం అణుప్రమాణంలో పని చేస్తుంది. అంటే, ఈ సిద్ధాంతంలో దూరాలు మీటరులో ట్రిలియనో వంతు ప్రమాణంలో ఉంటాయి. ట్రిలియను ఊహించుకోవటం కష్టం కనుక, గుళిక సిద్ధాంతం అణుప్రమాణపు పరిధిలోనే పనిచేస్తుందని చెప్పి ఊరుకుంటాను. ఈ సిద్ధాంతంలోను లొసుగులు లేవు. ఈ సిద్ధాంతం ఎంత జయప్రదం అయిందంటే, ఈ సిద్ధాంతం వల్లనే ట్రాన్సిస్టర్లు, కంప్యూటర్లు, లేసర్లు, మొదలైన పరికరాలు నిర్మించటానికి వీలు పడింది.

దురదృష్టవశాత్తు ఈ రెండు సిద్ధాంతాలకీ మధ్య పొత్తు పొంతనలు కుదరటం లేదు. ఈ రెండు సిద్ధాంతాలు ఒకే సారి నిజం కావటానికి వీలు లేదు. ఈ రెండు సిద్ధాంతాలని సంధాన పరచి, మరొక సరికొత్త ఉమ్మడి సిద్ధాంతం లేవదియ్యవలసిన అవసరం ఎంతయినా ఉంది. ఈ ఉమ్మడి సిద్ధాంతానికి పేరు కూడ పెట్టేరు: గుళిక గురుత్వ సిద్ధాంతం లేదా గుళికీకరించబడ్డ గురుత్వ సిద్ధాంతం (క్వాంటం థియరీ అఫ్ గ్రేవిటీ, Quantum Theory of Gravity). ఇటువంటి సిద్ధాంతం ప్రస్తుతం మన దగ్గర లేదు. ఉంటే బాగుండుననే కోరిక ఉంది. ఇటువంటి గుళిక గురుత్వ సిద్ధాంతానికి ఉండవలసిన హంగులు ఏమిటో మనకి స్థూలంగా తెలుసు. అటువంటి సిద్ధాంతం మనం నిర్మించగలిగితే దానివల్ల మనకి సమకూరే లాభాల జాబితా కూడ మన దగ్గర ఉంది. "పెళ్లికి అంతా సిద్ధం; పెళ్లికూతురు దొరకడమే తరవాయి!" అన్నట్లు ఉంది పరిస్థితి.

ఈ సమస్త సిద్ధాంతం దొరికిందని అనుకుందాం. అప్పుడు ఆ సిద్ధాంతం సమస్తాన్నీ వర్ణించి చెప్పగలగాలి. సమస్తమూ భవిష్యత్తులో ఎలా ప్రవర్తిస్తుందో చెప్పగలగాలి. ఆ సమస్తంలో మనమూ ఒక భాగమే. కనుక సమస్త సిద్ధాంతం అంటూ ఒకటి ఉంటే గింటే అది మన ప్రవర్తనని కూడా చెప్పగలుగుతుంది. అంటే, ఆ సమస్త సిద్ధాంతాన్నీ నిర్మించగలిగే తాహతు మనకి ఉందో లేదో అన్న మీమాంశకి సమాధానం ఆ సిద్ధాంతమే చెప్పాలి.

ఈ చక్రీయ తర్కం ఎలాగుందంటే --- నా చిన్నతనంలో జరిగిన సంఘటన చెబుతాను. నేను అమెరికా చదువుకుందికి వెళ్లిన కొత్తలోనే నాకు కంప్యూటర్లతో పరిచయం అయింది. ఆ కంప్యూటర్లు ఉపయోగించి జాతకాలు రాస్తే ఎలాగుంటుందోనన్న ఊహ మెరిసింది నా మదిలో. మా నాన్నగారు జాతకాలు చెప్పటంలో దిట్ట. అందుకని ఆయనని ఆశ్రయించి జాతకాలు రాయటం నేర్పమని అడిగేను. ఆయన గడియారం మీద వేళ చూసి, వేళ్లమీద ఏవేవో లెక్కలు చేసి, "నాయనా, నీ జాతకం ప్రకారం జాతక విద్య నీకు అబ్బదు. అనవసరంగా ఇటువంటి ప్రయోగాలతో కాలయాపన చెయ్యకుండా శ్రద్ధగా నీ చదువు నువ్వు చదువుకో," అని

నిరుత్సాహ పరచేరు. అదే విధంగా ఆ సమస్త సిద్ధాంతం నిర్మించగలిగే స్థోమత మానవ జాతికి ఉందో లేదో ఆ సమస్త సిద్ధాంతమే చెప్పాలి కాబోలు!

ప్రస్తుతం మన దగ్గర, అసమగ్రంగా, అసంపూర్ణంగా ఉన్న సిద్ధాంతాలతో పబ్బం గడిచిపోతోంది. ఎడారిలో ఎండమావిలా ఊరిస్తూన్న ఆ గుళిక గురుత్వ సిద్ధాంతం లేకపోయినంత మాత్రాన్న మన మనుగడకి వచ్చే ముప్పు ఏదీ కనబడటం లేదు. అటువంటప్పుడు అంతంత డబ్బు ఖర్చు పెట్టి ఎండమావి లాంటి ఆ సమస్త సిద్ధాంతం కోసం వెతకటం బాధ్యతతో కూడిన పనేనా అని సంశయం రావటం సహజం.

కాని అదేమి చిత్రమో! చరిత్రలో ఎక్కడ చూసినా కుతూహలం అనేది మెదడులో ప్రవేశించిన తరువాత అది కుమ్మరి పురుగులా అలా గొలుకుతూనే ఉంటుంది. సందేహం నివృత్తి అయేవరకు బుర్రలో ఆ దురద తగ్గదు, దాహం తీరదు. ఆ దాహం తీరటానికి గమ్యం చేరుకోవటం ఎంత ముఖ్యమో ఈ ప్రయాణం కూడ అంతే ముఖ్యం. అందుకని పదండి ముందుకు తోసుకు పోదాం.

ఈ సమస్త సిద్ధాంతం కోసం అహర్నిశలూ వేట మాత్రం జరుగుతోంది. ఈ వేటలో ఎక్కువ ఆశాజనకంగా ఉన్న సిద్ధాంతాల పేర్లు “పోగుల సిద్ధాంతం,” “పొరల సిద్ధాంతం.” వీటి గురించి విపులంగా ఈ వ్యాసావళిలో చర్చించటం సాధ్యం కాదు. మరొక వ్యాసంలో ఈ సిద్ధాంతాలని ఒక నఖచిత్రంలా చూపిస్తాను.

12. కంటికి కనిపించే కాంతి కథ

విశ్వస్వరూపాన్ని ఆకళింపు చేసుకోటానికి ప్రయత్నం చేసేముందు ఒక విషయాన్ని మనస్సులో పెట్టుకోవాలి. మన 'ప్రయత్నం' అనే బండిని లాగటానికి సిద్ధాంతాలు, ప్రయోగాలు జోడు గుర్రాలలాంటివి. ఒక నక్షత్రం గురించి కాని, ఒక క్షీరసాగరం గురించి కాని తెలుసుకోవాలంటే మనం ముందస్తుగా చెయ్యవలసినది, చెయ్యగలిగేది ఆ నభోమూర్తి నుండి వచ్చే వెలుగుని పరీక్షించటం. తరువాత భూమి మీద ప్రయోగశాలలో చెయ్య గలిగే ప్రయత్నాలు జరుగుతూన్నప్పటికీ, ఆకాశంలో మనకి కనిపించే నభోమూర్తులని అధ్యనం చెయ్యటానికి మూలాధారం అక్కడ నుండి వచ్చే "కాంతి" కిరణాలే. ఈ కాంతి కిరణాల తత్త్వాన్ని అధ్యయనం చేసే శాఖ భౌతిక శాస్త్రంలో ఒక ముఖ్య భాగం.

.

1. సనాతన, అధునాతన భౌతిక శాస్త్రాలు

భౌతిక శాస్త్రం అనేది పదార్థం (matter), శక్తి (energy) అనే రెండింటి మధ్య ఉండే సంబంధ బాంధవ్యాలని అధ్యయనం చేసే శాస్త్రం అని ఇప్పుడు చాల మంది నిర్వచిస్తున్నారు. శక్తి యొక్క నిజ స్వరూపాన్ని అర్థం చేసుకోవటమే భౌతిక శాస్త్రపు లక్ష్యం అన్నా తప్పు కాదేమో.

ఈ శక్తి అనేక రూపాలలో అభివ్యక్తమవుతూ ఉంటుంది. ఇది చలన (motion) రూపంలోనూ, కాంతి (light) రూపంలోనూ, విద్యుత్తు (electricity) రూపంలోనూ, వికిరణ (radiation) రూపం లోనూ, గురుత్వాకర్షణ (gravitation) రూపంలోనూ, ... ఇలా ఒకటేమిటి, అనేకమైన రూపాల్లో మనకి తారసపడుతూ ఉంటుంది.

ఇదే విధంగా పదార్థం కూడ తన అత్యధిక ప్రమాణ స్థాయిలో క్షీరసాగరాలు (galaxies) గానూ, అత్యల్ప ప్రమాణ స్థాయిలో పరమాణు రేణువులు (subatomic particles) గానూ, మధ్యస్థంగా అనేక ఇతర రూపాలలోనూ మనకి తారసపడుతూ ఉంటుంది.

స్థూలంగా విచారిస్తే భౌతిక శాస్త్రాన్ని రెండు భాగాలుగా విభజించవచ్చు: సనాతన భౌతిక శాస్త్రం (classical physics), అధునాతన భౌతిక శాస్త్రం (modern physics). ఈ సనాతన అధునాతనాల మధ్య ఉన్న సరిహద్దు ఏది అని పీకులాట పెట్టుకుంటే మనం ముందుకి కదలలేము. కాని 17, 18, 19 శతాబ్దాలలో పరిపక్వం చెందిన భౌతిక శాస్త్రం సనాతనమనిన్నీ, సాధారణ శకం (సా. శ.) 1900 తరవాయి మన అవగాహనలోకి వచ్చిన విషయాలన్నీ అధునాతనమనిన్నీ విడదీయటంలో అంత ప్రమాదం లేదు. దీనికి కారణం చదువరులకి త్వరలోనే అర్థం అవుతుంది.

సా. శ. 1871 లో కేంబ్రిడ్జి విశ్వవిద్యాలయంలో ఉపన్యాసం ఇస్తూ, ఆనాటి నుండి నేటి వరకూ అజరామరంగా నిలచిపోయిన జేంస్ క్లర్క్ మేక్స్‌వెల్ (James Clerk Maxwell) ఇలా అంటారు:

"మరికొద్ది సంవత్సరాలలో భౌతిక శాస్త్రపు అవధులని చేరుకుంటాం. సుదూర భవిష్యత్తులోనే భౌతిక స్థిరాంకాల (physical constants) విలువలన్నిటిని లెక్కగట్టేస్తాము. ఇహ భావి తరాలు చెయ్యగలిగిందల్లా ఈ స్థిరాంకాల విలువల ఖచ్చితత్వాన్ని (precision) మరొక దశాంశ స్థానానికి పెంచటమే...."

భౌతిక శాస్త్రంలో పరిశోధన ఒక దరికి చేరుకుని అంతం అయిపోబోతున్నాదనే కదా ఈ గమనిక లోని తాత్పర్యం!

మేక్స్‌వెల్ ఉపన్యాసం ముగించి, వేదిక దిగి కిందకి వచ్చి పట్టుమని పాతిక సంవత్సరాలు అయిందో లేదో, 1900 లో మేక్స్ ప్లేంక్ (Max Plank) గుళిక సిద్ధాంతానికి (Quantum

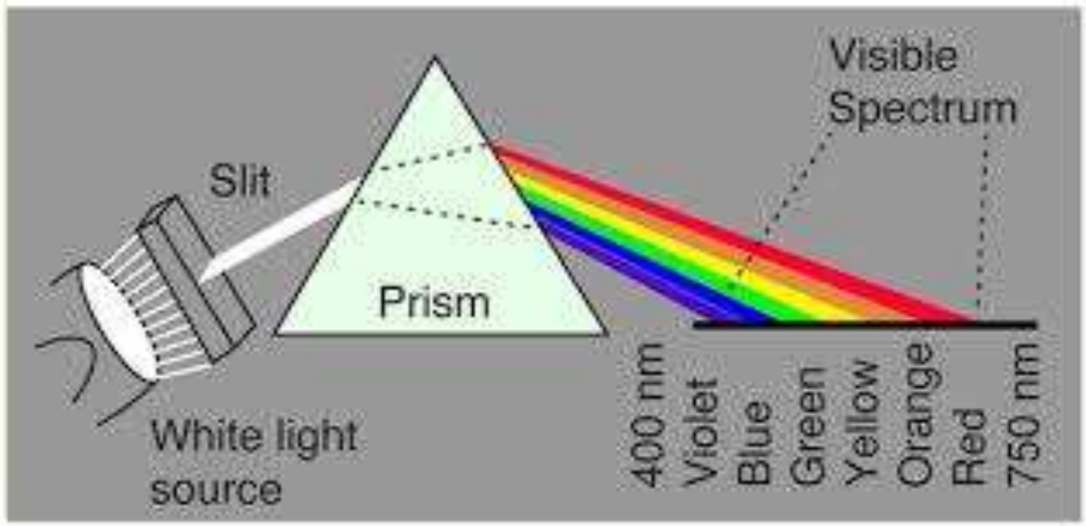
Theory) విత్తులు నాటితే, అయిన్‌స్టయిన్ 1905 లో ప్రత్యేక సాపేక్ష సిద్ధాంతాన్ని (Special Theory of Relativity) ప్రవచించేరు. ఈ రెండు ఊహలూ ఆ నాటి భౌతిక శాస్త్రాన్ని కూకటి వేళ్లతో కుదిపేశాయి. విశ్వ రహస్యాలన్నీ కరతలామలకంలా అవగాహన అయిపోయాయని అనుకున్న మన అహంకారానికి శృంగభంగం అయింది. అధునాతన భౌతిక శాస్త్రానికి సా. శ. 1900 సంవత్సరం మొదలు అనటానికి ఇదే కారణం.

అయిన్‌స్టయిన్ ప్రత్యేక సాపేక్ష సిద్ధాంతం, సాధారణ సాపేక్ష సిద్ధాంతం (General Theory of Relativity) - రెండూ కూడ - 1900 తరువాతనే ప్రచురణ పొందినప్పటికీ, ఈ రెండూ సనాతన భౌతిక శాస్త్రపు పరిధిలోకే వస్తాయి. ఏది ఏమైనప్పటికీ 1900 లో శ్రీకారం చుట్టబడ్డ గుళిక సిద్ధాంతం అధునాతన భౌతిక సిద్ధాంతానికి ఆది పర్వం.

2. కాంతి కెరటాల లక్షణాలు

ఇప్పుడు సనాతన భౌతిక శాస్త్రంలో వచ్చిన పెను మళుపులకి కారణభూతమైన ప్రయోగాల గురించి కొంచెం విచారిద్దాం. ఈ ప్రయోగాలే మన సిద్ధాంత సౌధాలకి పునాదులు కనుక వీటి గురించి అవగాహన ఉంటే ఉపయోగపడుతుంది.

మనలో చాలామంది ఆకాశంలో ఇంద్రధనుస్సు (rainbow) చూసే ఉంటారు. వాతావరణంలోని నీటి తుంపరల మీద సూర్యరశ్మి పడ్డప్పుడు, ఆ నీటి తుంపరలు స్పటికం (prism) వలె ప్రవర్తించి సూర్యకిరణాలలోని రంగులని విడగొట్టగా మనకి సప్తవర్ణాలతో ఇంద్రధనుస్సు కనబడుతుంది. ఈ ఇంద్రధనుస్సునే భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు వర్ణమాల (spectrum) అని పిలుస్తారు. ఈ వర్ణమాలలో కంటికి కనిపించే రంగులన్నీ, అవిచ్చిన్నంగా, ఒక రంగునుండి మరొక రంగులోకి మారుతూ కనిపిస్తాయి కనుక దీనిని "అవిచ్చిన్న వర్ణమాల" (continuous spectrum) అంటారు. ఇటువంటి అవిచ్చిన్న వర్ణమాల ఎలా ఉంటుందో చూడాలనిపిస్తే ఒకసారి ఆకాశంలో ఇంద్రధనుస్సు కనిపించినప్పుడు చూడండి. లేకపోతే ఈ దిగువ బొమ్మ చూడండి.

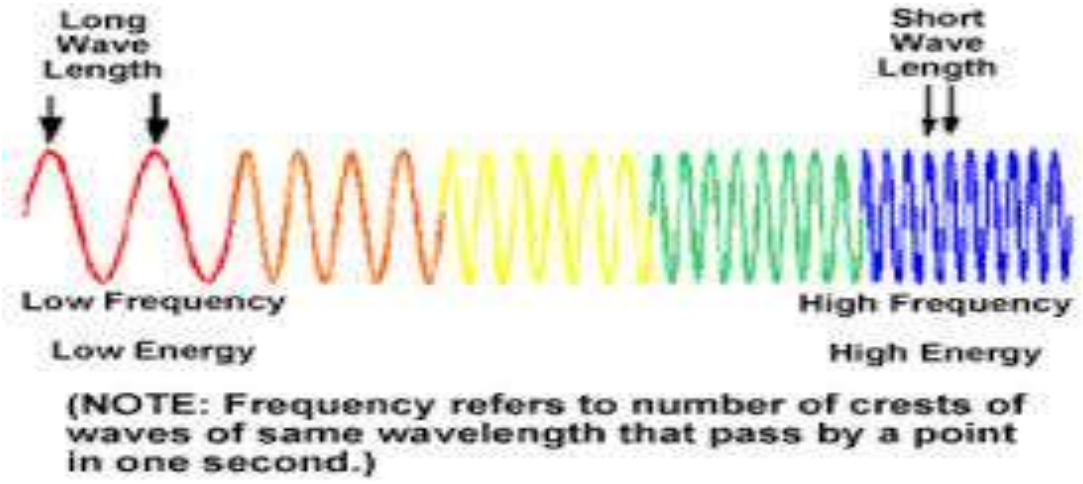


బొమ్మ 1. అవిచ్ఛిన్న వర్ణమాల

వీణ యొక్క తంతులని మీటి సప్తస్వరాలు పుట్టించినప్పుడు ప్రతి స్వరానికి వీణ తీగ కంపించే జోరుకీ సంబంధం ఉంటుందని మనందరికీ తెలుసు. తీగ కంపించినప్పుడు పుట్టే శబ్దానికి రెండు లక్షణాలు ఉంటాయి. ఒకటి, జోరు (frequency); తీగ పొడవు తీగ ప్రకంపించే జోరుని (అంటే, స్వరాన్ని) నిర్ణయిస్తుంది. రెండవది బిగ్గతనం (loudness); తీగని ఎక్కువగా పైకి లాగితే దాని డోలన పరిమితి (amplitude) పెరుగుతుంది; అప్పుడు మనకి శబ్దం బిగ్గరగా వినిపిస్తుంది.

శబ్ద తరంగాలకీ, విద్యుదయస్కాంత తరంగాలకీ మౌలికమైన తేడాలు ఉన్నప్పటికీ, అన్ని తరంగాలకీ డోలన పరిమితి, జోరు (లేదా, తరచుదనం) అనే రెండు లక్షణాలు ఉంటాయి. కెరటం ఎంత ఎత్తుగా లేస్తున్నాదో చెప్పేది డోలనం. కెరటాలు ఒకదాని వెంబడి మరొకటి ఎంత జోరుగా వస్తున్నాయో చెప్పేది జోరు. తరంగాలని వర్ణించేటప్పుడు అవి ఎంత జోరుగా కదులుతున్నాయో చెప్పటానికి ఒక క్షణం కాల వ్యవధిలో ఎన్ని కెరటాలు ఇముడుతాయో చెప్పవచ్చు లేదా ఒక కెరటం శిఖకీ, తరువాత వచ్చే కెరటం శిఖకీ మధ్యలో ఉన్న దూరం చెప్పవచ్చు. ఈ మధ్యదూరం ని పరిభాషలో తరంగదైర్ఘ్యం అని కాని శిఖదూరం

(wavelength) అని కాని అంటారు. ఒక అల శిఖ (crest) నుండి పక్కనున్న శిఖకి కాని, గర్త (trough) నుండి పక్కనున్న గర్తకి కాని మధ్య ఉన్న దూరమే తరంగదైర్ఘ్యం లేదా శిఖదూరం. సంస్కృతపు మాట ఇష్టం లేకపోయినా, పలకటం కష్టం అనిపించినా శిఖదూరం అని కాని సిగదూరం అని తెలుగులో కాని అనుకోవచ్చు. అదే విధంగా frequency ని పౌనఃపున్యం అనటానికి బదులు "జోరు" అని కాని, "తరచుదనం" అని కాని అనొచ్చు. ఒక అల యొక్క తరచుదనం ఎక్కువగా ఉంటే ఆ అల శిఖదూరం తక్కువగా ఉందన్నమాట. పరిభాషలో చెప్పాలంటే తరచుదనంకీ, శిఖదూరానికి మధ్య విలోమ సంబంధం ఉంటుంది. అంటే మరేమీ లేదు; ఒకే కాల పరిమితిలో ఎక్కువ కెరటాలని ఇరికిస్తే (అంటే, తరచుదనం పెంచితే) అప్పుడు కెరటానికీ, కెరటానికీ మధ్య ఉన్న దూరం తగ్గుతుంది. ఈ రెండూ ఒకదానితో మరొకటి ముడిపడి ఉన్న భావాలే. తరచుదనం, శిఖదూరం ఒకదానికి మరొకటి విలోమ సంబంధంలో ఉంటాయన్న విషయం గణిత సమీకరణంలా చెప్పాలంటే, శిఖదూరం = 1/తరచుదనం (wavelength = 1/frequency).



బొమ్మ 2. తరంగాల తరచుదనం, పొడుగు గురించి చెప్పే బొమ్మ

కాంతి కిరణాలని తరంగాలుగా ఊహించుకుంటే ఆ తరంగాలకి ఉన్న తరచుదనం కాని, శిఖదూరం కాని ఆ కాంతి యొక్క రంగుని నిశ్చయిస్తుంది. కనుక ఒక వికిరణం (radiation)

లోని కెరటాల శిఖదూరం చెప్పినా, తరచుదనం చెప్పినా, ఆ వికిరణం రంగు చెప్పినా ఒక్కటే. కనుక ఒక పదార్థం రంగు నల్లగా ఉందంటే దాని నుండి బయటకి ఏ రకమైన వికిరణమూ ప్రసారం కావటం లేదన్నమాట. పదార్థం రంగు ఎర్రగా ఉందంటే దాని నుండి వెలువడే కాంతి తరంగాల శిఖదూరం సుమారుగా 700 నేనోమీటర్లు (700x10E-9 మీటర్లు) ఉందని అర్థం. రంగు నీలంగా ఉందంటే దాని నుండి వెలువడే కాంతి తరంగాల శిఖదూరం సుమారుగా 500 నేనోమీటర్లు (500x10E-9 మీటర్లు) ఉందని అర్థం. (నేనోమీటరు అంటే మీటరులో బిలియనవ వంతు.)

వస్తువులని వేడి చేసినప్పుడు అవి వెలుగుతో ప్రకాశిస్తాయి. కర్రలని ఎర్రగా కాల్చినప్పుడు వేడితోపాటు వెలుగుని కూడా ఇస్తాయి కదా. విద్యుత్ దీపంలో ఉన్న తంతువు (filament) దరిదాపు 2,000 డిగ్రీల వరకు వేడెక్కి, పసుపు డౌలు కాంతిని ఇస్తుంది. సినిమా ప్రొజెక్టరులో వాడే చాప దీపం ("ఆర్క్ లేంపు") తెల్లటి వెలుగుని ఇవ్వటానికి కారణం దాని ఉష్ణోగ్రత ఏ 3,000 – 4,000 డిగ్రీలో ఉండటమే. సూర్యుడి ఉపరితలం ఏ 6,000 డిగ్రీలో ఉంటుంది కనుక సూర్య కిరణాలలో నీలి రంగు పాలు ఎక్కువ. ఈ ఉపాఖ్యానం సారాంశం ఏమిటి? వస్తువులు వేడెక్కే కొద్దీ అవి విరజిమ్మే కాంతి రంగు ఎరుపు నుండి, పసుపు, తదుపరి నీలం లోకి మారుతుంది. ఇదే విషయాన్ని పరిభాషలో చెబుతాను: వస్తువులు వేడెక్కే కొద్దీ అవి విరజిమ్మే కాంతి యొక్క శిఖదూరం (తరంగదైర్ఘ్యం) తగ్గుతుంది. (ఎర్ర వికిరణపు తరంగాలు "పొడుగ్గా" ఉంటాయి, నీలం వికిరణపు తరంగాలు "పొట్టిగా" ఉంటాయి అని అందామా?)

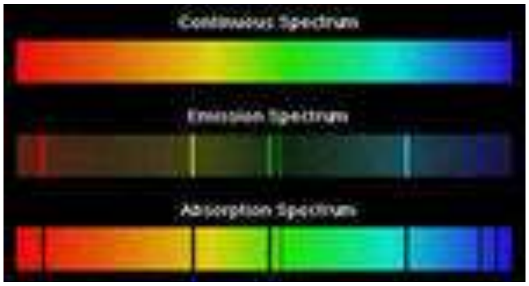
వేడి పెరుగుతూన్నకొద్దీ వేడెక్కే పదార్థం రంగు కూడ మారుతుంది అని తెలుసుకున్నాం కదా. ఈ వెలుగు యొక్క లక్షణాలని ఇంకా లోతుగా అధ్యయనం చెయ్యటానికి వర్ణమాలాదర్శిని (spectroscope) అనే పరికరం వాడతారు. అన్ని వర్ణమాలలూ ఒకేలా ఉండవు. వేడిగా ఉన్న ఘనాలనుండి, ద్రవాల నుండీ వచ్చే వెలుగు యొక్క వర్ణమాల వేడిగా ఉన్న వాయువుల వర్ణమాలతో పోలిస్తే వాటిల్లో మౌలికమైన తేడాలు కనిపిస్తాయి. ఉదాహరణకి, రసాయన ప్రయోగశాలలో బన్సెన్ బర్నర్ (Bunsen burner) ని చూసే ఉంటారు. దాని నిర్మాణం వేడిని

ఇవ్వటానికే కాని వెలుతురుని ఇవ్వటానికి కాదు. కనుక దానిని వెలిగించినప్పుడు లేత నీలిరంగుతో మండే మంట కంటికి అస్సలు కనిపించనే కనిపించదు. ఇప్పుడు ఈ మంటలోకి ఒక్క పిసరు సోడియం (Sodium) ని ప్రవేశపెడితే (శ్రావణంతో సోడియం ముక్కని ప్రవేశపెట్టడం కష్టం కనుక ఉప్పు బెడ్డని – నిజానికి సోడియం క్లోరైడ్ ని - ఆ మంటలో కాల్చవచ్చు). సోడియం క్లోరైడ్ (NaCl) లో ఉన్న సోడియం ఆ వేడికి వాయువై వెలుగుతుంది. ఈ వెలుగు యొక్క వర్ణమాలని చూస్తే దాంట్లో పసుపుపచ్చటి (yellow) గీత కనిపిస్తుంది. మరొక విధంగా చెప్పాలంటే సోడియం ఉనికిని నిర్ధారించే "పాదముద్ర" కావాలంటే వర్ణమాలలో ఈ పసుపుపచ్చ గీత కనపడాలి. (నిజానికి ఇక్కడ రెండు గీతలు దగ్గర దగ్గరగా ఉంటాయి.) సోడియం కి బదులు పొటాసియం (Potassium) ని ఇదే విధంగా మండిస్తే ఎర్ర (red) గీత కనిపిస్తుంది. అంటే, ఎర్ర గీత పొటాసియం యొక్క పాదముద్ర. అలాగే ఇతర పదార్థాలు ఇతర రంగులని ఇస్తాయి; కొన్ని పదార్థాలు వేడి చేసినప్పుడు వాటి వర్ణమాలలో ఒకే గీత ఉండొచ్చు, మరొకొన్నిటిలో ఎన్నో గీతలు ఉండొచ్చు.

ఇలా వస్తువులని వేడి చేసినప్పుడు అవి ఉద్గారించే వెలుగు ఇచ్చే వర్ణమాలని ఉద్గారిత వర్ణమాల (emission spectrum) అంటారు. మనుష్యులని గుర్తుపట్టటానికి వేలిముద్రలు ఎలాంటివో, రసాయన మూలకాలని గుర్తుపట్టటానికి ఈ ఉద్గారిత వర్ణమాలలు అలాంటివి. పోలీసుల దగ్గర అనుమానితుల వేలిముద్రల చిట్టాలు ఉన్నట్లే ప్రతి మూలకం యొక్క పాదముద్ర శాస్త్రజ్ఞుల దగ్గర ఉంటాయి. ఒక నక్షత్రాన్ని చూసినప్పుడు మనకి కనపడే వర్ణమాలతో మన చిట్టాలో ఉన్న పాదముద్రలని సరిపోల్చి చూస్తే ఆ నక్షత్రంలో ఏయే మూలకాలు ఉన్నాయో తెలుస్తుంది.

ఇదే విధంగా శోషణ వర్ణమాల (absorption spectrum) అని మరో రకం వర్ణమాల ఉంది. ఇందులో గీతలు రంగులతో కాకుండా నల్లగా ఉంటాయి. నల్లటి గీత ఉందంటే అక్కడ ఉండవలసిన రంగుగీత లేకుండా పోయిందని అర్థం. సోడియం జ్వాల యొక్క ఉద్గారిత వర్ణమాలలో ఒక చోట, దగ్గర దగ్గరగా రెండు ఎర్ర గీతలు కనిపిస్తాయి. కనుక ఒక జ్వాలలో ఆ

గీతలు కనిపిస్తే ఆ మంటలో సోడియం ఉందన్న మాట. టంగ్‌స్టన్ దీపం విరజిమ్మే కాంతి ఇచ్చే వర్ణమాల సిద్ధాంతం ప్రకారం అవిచ్ఛిన్నంగా ఉంటుంది. అలా కాకుండా ఆ వర్ణమాలలో ఇందాకా పసుపుపచ్చ గీతలు కనిపించిన చోట ఇప్పుడు రెండు నల్ల గీతలు కనిపించేయనుకుందాం. దీని అర్థం ఏమిటన్న మాట? టంగ్‌స్టన్ దీపం దగ్గర బయలుదేరిన కాంతి ప్రయాణం చేసే దారిలో ఎక్కడో సోడియం కావిరి (Sodium vapor) ఉందని తాత్పర్యం. ఇలా వర్ణమాలని శల్య పరీక్ష చేసి ఎన్నెన్నో విషయాలు కనుక్కోవచ్చు. అవన్నీ చెబుతూ కూర్చుంటే ఇదొక ఉద్గ్రంధం అవుతుంది.

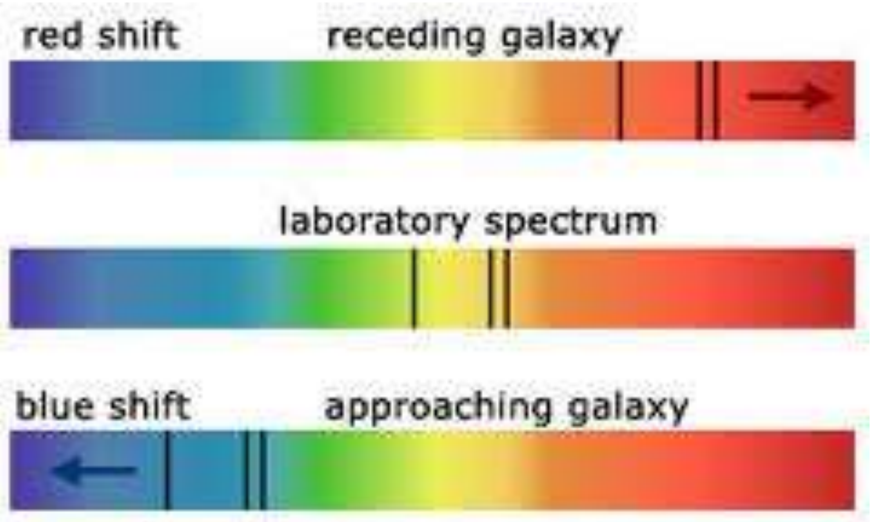


బొమ్మ 3. అవిచ్ఛిన్న ఉద్గారిత, శోషణ వర్ణమాలలకి ఉదాహరణలు

నక్షత్రాల నుండి ఒక్క వెలుగు కిరణం వస్తే చాలు, దానిని పట్టుకుని, వర్ణమాలాదర్శనిలో పెట్టి ఆ నక్షత్రానికి సంబంధించిన రహస్యాలన్నిటిని బట్టబయలు చెయ్యవచ్చు. ఉదాహరణకి ఆ నక్షత్రంలో ఉన్న మూలకాలు ఏవేమిటి? ఆ నక్షత్రం నిర్మాణక్రమం ఏమిటి? దాని తాపోగ్రత ఎంత? అది చిన్నదా, పెద్దదా? ఆ నక్షత్రం యొక్క ఆత్మభ్రమణ వేగం ఎంత? దాని అయస్కాంత తత్త్వం ఏమిటి? ఆ నక్షత్రం చుట్టూ గ్రహాలు తిరుగుతున్నాయా? ఇలా ఎన్నో విషయాలు ఆ వర్ణమాలని శోధించి లాగవచ్చు. వర్ణమాలలో కనిపించే రంగులు, గీతలు, ఆ గీతలు ఉన్న స్థానాలు, ఆ గీతల తత్త్వం (ఖణిగానూ స్ఫుటంగానూ ఉన్నాయా, స్ఫుటత్వం లేకుండా చెరిపేసినట్లు ఉన్నాయా? ఇలా ఎన్నెనో లక్షణాలు) అధ్యయనం చెసి ఎన్నో విషయాలు సంగ్రహించవచ్చు.

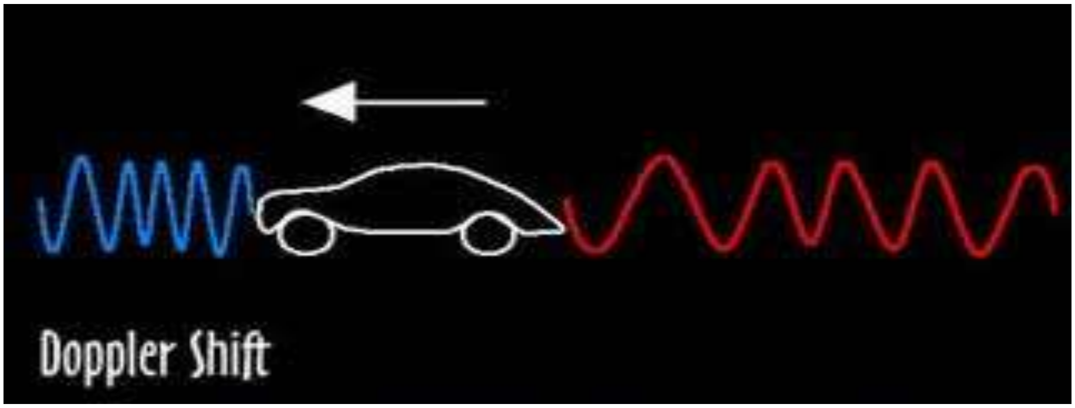
3. వర్ణమాలలో గీతలు ఎరుపు వైపు జరగటం

ఈ విశ్వంలో ఎన్నో క్షీరసాగరాలు ఉన్నాయని అనుకున్నాం కదా. వీటిల్లో కొన్ని మన వైపు వస్తూ ఉండొచ్చు, మరికొన్ని మన నుండి దూరంగా పోతూ ఉండొచ్చు. మన నుండి జోరుగా పరిగెత్తుకు పోతూన్న క్షీరసాగరం నుండి వచ్చే కాంతి యొక్క వర్ణమాలని చూస్తే అది బొమ్మ 4 లో ఎగువున చూపినట్లు ఉంటుంది. రంగులన్నీ ఒక్కటే; ఆ రంగుల మధ్య గీతలు కూడ సూర్యుడి వర్ణమాలలోలాగే ఉంటాయి. కాని, క్షీరసాగరం నుండి వచ్చే కాంతి యొక్క వర్ణమాలలోని గీతలు అవి నిర్దేశించబడిన రంగు ప్రదేశాలలో (అంటే, ఉండవలసిన చోట) ఉండకుండా ఎరుపు రంగు వైపు జరిగి కనిపిస్తాయి. ఉదాహరణకి, సూర్యుడి వర్ణమాలలో పసుపు దట్టి (yellow band) లో ఉన్న గీత పసుపు మండలానికి మధ్య భాగంలో ఉంది. కాని క్షీరసాగరం నుండి వచ్చిన కాంతి యొక్క వర్ణమాలలో అదే గీత దరిదాపు ఎరుపు దట్టిని తాకేంత వరకూ ఎగువకి జరిగింది. అంటే, వర్ణమాలలో ఉన్న గీతలన్నీ తాము ఉండవలసిన చోటు నుండి ఎరుపు రంగు వైపు జరిగేయి. ఇలా గీతలన్నీ ఎరుపు వైపు మొగ్గటాన్నే ఎరుపు మొగ్గు (red shift) అంటారు.



బొమ్మ 4. ఎరుపు మొగ్గుని, నీలి మొగ్గుని విశదీకరించే బొమ్మ. పైన ఉన్నది ఎరుపు మొగ్గుని చూపిస్తోంది. మధ్యలో ఉన్నది ఏ మొగ్గూ లేని బొమ్మ. దిగువన ఉన్నది నీలి మొగ్గు చూపిస్తోంది.

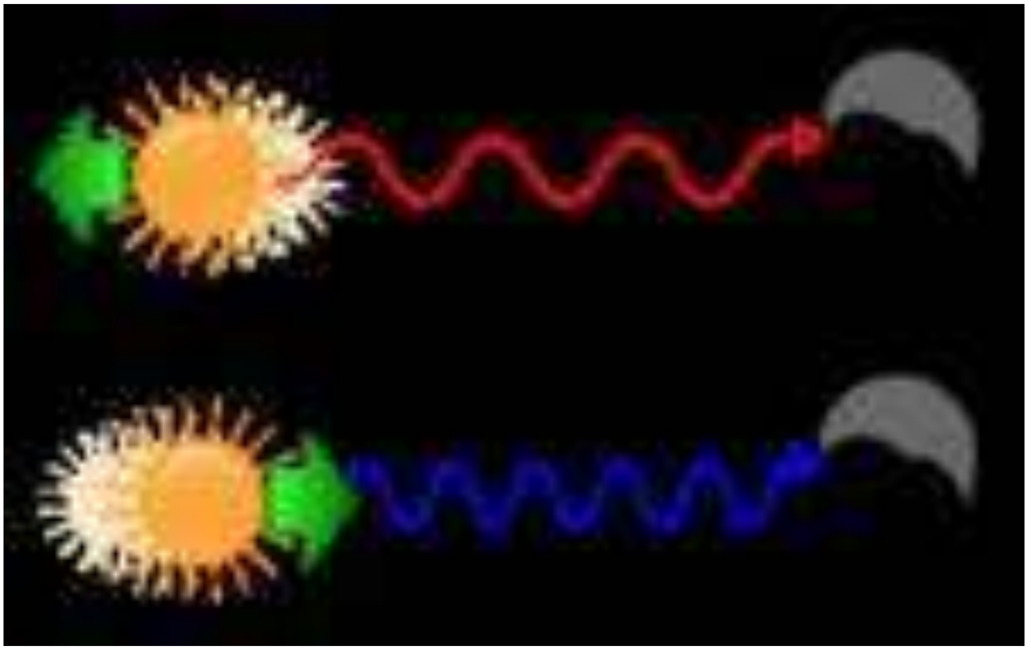
ఒక నభోమూర్తి నుండి వచ్చే కాంతిలో ఇటువంటి ఎరుపు మొగ్గు కనిపించిందంటే ఆ నభోమూర్తి మననుండి దూరంగా జరుగుతున్నాదని మనం భాష్యం చెప్పుకోవాలి. ఈ గమనికని సమర్థించటానికి మనందరికీ అనుభవంలో ఉన్న ఒక ప్రక్రియ ఉపమానంగా చెబుతాను. ఈ ఉపమానంలో కాంతి తరంగాలకి బదులు శబ్ద తరంగాలు వాడతాను. మీరు ఒక చిన్న రైలు స్టేషన్‌లో రైలు చపటా (platform) మీద నిలబడి ఉన్నారనుకుందాం. అక్కడ ఆగకుండా మన కుడి నుండి ఎడమకి ఒక రైలు బండి జోరుగా, ఈల వేసుకుంటూ, వెళ్లిందనుకుందాం. ఆ ఈల ధ్వని బండి మన వైపు వచ్చేటప్పుడు ఏఏఏఏఏఏఏఊఊఊఊఊఊఊఊ లా వినిపిస్తే, బండి మన నుండి దూరం అయేటప్పుడు ఊఊఊఊఊఊఈఇఈఈఈఈఈఈఈఈ అని వినిపిస్తుంది. బండి దూరంగా ఉన్నప్పుడు ఈల ధ్వనిలో ఉన్న స్థాయి, లేదా కీచుదనం (pitch) క్రమేపీ పెరిగి, బండి మన ఎదుటకి వచ్చేసరికి ఒక తార స్థాయి చేరుకుని, బండి దూరం వేళుతూన్న కొద్దీ ఆ కీచుదనం తగ్గి మంద్ర స్థాయిలో బొంగురుగా వినబడుతుంది. నిజానికి బండి కూసే కూత కీచుతనంలో మార్పు ఏమీ ఉండదు, కాని మన చెవులకి మాత్రం మార్పు వినిపిస్తుంది. ఇది భ్రాంతి కాదు, నిజమైన అనుభూతే. ఈ రకం అనుభూతినే డాప్లర్ ప్రభావం (Doppler effect) లేదా డాప్లర్ మొగ్గు (Doppler shift) అంటారు. ఈ విషయాన్ని ఈ దిగువ చూపిన బొమ్మ విశదీకరిస్తుంది.



బొమ్మ 5. శబ్ద తరంగాలతో డాప్లర్ ప్రభావం

ఈ బొమ్మలో బాణం గుర్తు ఉన్న చోట ఒక మనిషి నిలబడి ఉన్నాడనుకుందాం. నీలం గీత శబ్ద తరంగాలు అనుకుందాం. బండి ఈల వేస్తూ జోరుగా మనిషి వైపు వస్తూ ఉంటే పుంఖానుపుంఖంగా వచ్చే శబ్ద తరంగాలు, జోరుగా ప్రయాణం చెయ్యలేక ఒకదానిమీద మరొకటి పడి నొక్కుకు పోతాయి. (టికెట్టు కిటికీ దగ్గర వరసలో నిలబడ్డ వ్యక్తులు కిటికీ తెరవగానే ఒక్క సారి ఎగబడి ఒకరిమీద మరొకరు పడ్డట్లు అనుకొండి.) దీన్నే పరిభాషలో చెప్పాలంటే "శబ్ద తరంగాల కంపన వేగం లేదా తరచుదనం (frequency) పెరిగింది" అంటాం. అప్పుడు మనకి ఆ శబ్దం స్థాయి పెరిగి కీచుగా (high pitched) వినిపిస్తుంది. ఇదే విధంగా బండి మనని దాటుకుని దూరంగా వెళిపోతున్నప్పుడు శబ్ద తరంగాల కీచుదనం తగ్గి బొంగురుగా (low pitched) వినిపిస్తుంది. సూక్ష్మంగా ఇదీ డాప్లర్ ప్రభావం అంటే. ఇక్కడ మౌలికంగా అర్థం చేసుకోవలసినది: "స్థాయి ధ్వని యొక్క ప్రకంపనాల తీవ్రత మీద ఆధారపడి ఉంటుంది."

శబ్ద తరంగాలతో జరిగినట్లే, ఇదే రకం ప్రభావం కాంతి తరంగాలతో కూడ జరుగుతుంది. కాంతి తరంగాల "కీచుదనం" (కెరటాల తరచుదనం) పెరిగితే దానిని మనం "నీలి మొగ్గు" అనిన్నీ, "కీచుదనం" తరిగితే దానిని "ఎరుపు మొగ్గు" అనిన్నీ అంటాం. ఎందువల్లో తెలుసుకోవాలనుకునే వారికి ఈ దిగువ చూపిన రంగు బొమ్మలో ఈ ప్రక్రియని చిత్రించటానికి ప్రయత్నం చేసేను. రంగు బొమ్మ కాకుండా తెలుపు-నలుపు బొమ్మనే చూసేవారికి చిన్న వివరణ. పైన ఉన్న బొమ్మలో సూర్యుడు పరిశీలకుడి (observer) నుండి దూరంగా వెళుతున్నాడు కనుక ఆ కాంతిలో ఎరుపు డౌలు పెరుగుతుంది. కింది బొమ్మలో సూర్యుడు పరిశీలకుడి (observer) వైపు జరుగుతున్నాడు కనుక ఆ కాంతిలో నీలి డౌలు పెరుగుతుంది. ఈ పెరుగుదలని కొలిచి దూరంగా ఉన్న ఆ నభోమూర్తి ఎంత జోరుగా ప్రయాణం చేస్తున్నాడో లెక్క కట్టవచ్చు.



బొమ్మ 6. కాంతి తరంగాలలో ఎరుపు మొగ్గు, నీలి మొగ్గు

ఈ డాప్లర్ ప్రభావంలో ఎన్నో రకాలు ఉన్నాయి. వాటిలో తెలుసుకోవలసిన మెళుకువలు చాల ఉన్నాయి. ఇక్కడ టూకీగా కథ చెప్పటం జరిగింది.

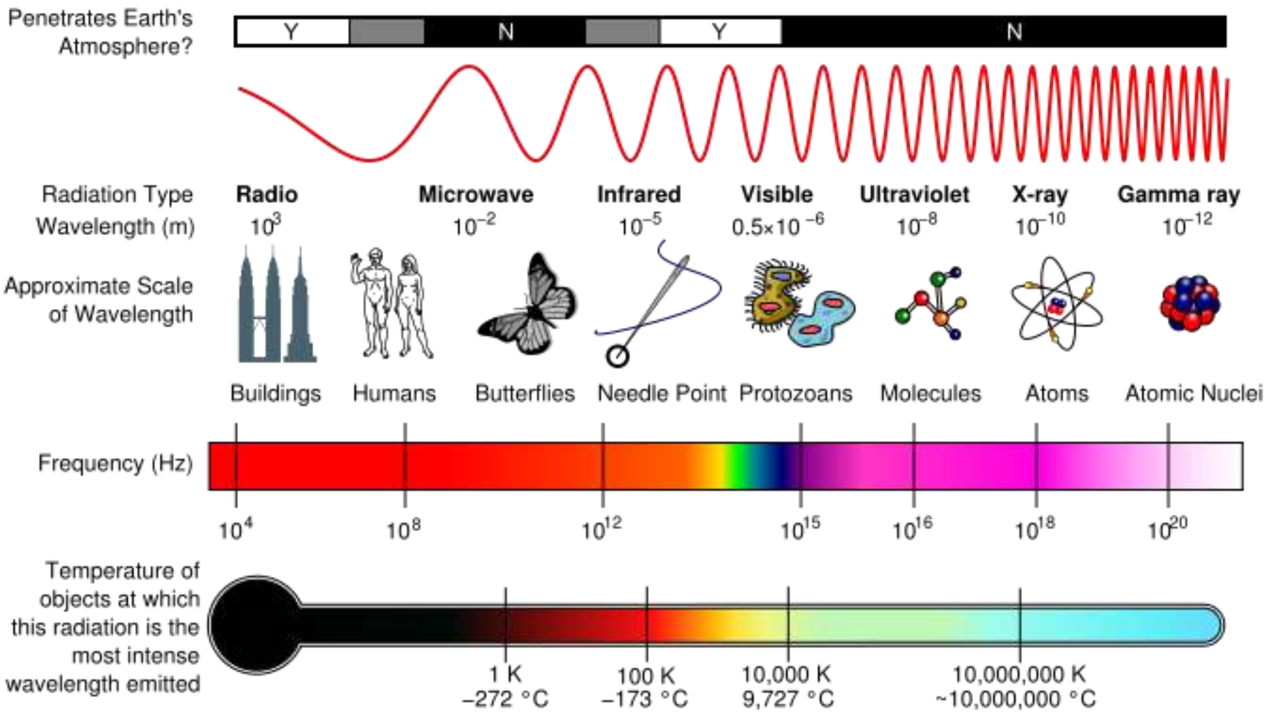
13. కంటికి కనిపించని కాంతి కథ

1. విద్యుదయస్కాంత వర్ణమాల

“కాంతి” లక్షణాలు అర్థం అయినకొద్దీ వాటిని ఆయుధాలుగా వాడి నక్షత్రాల రహస్యాలు తెలుసుకోవచ్చన్న విషయం ఇక పాత పాటే! ఇప్పుడు కంటికి కనబడని కాంతి (non visible light) గురించి కొంచెం తెలుసుకుందాం. సూర్య కిరణాలకి అడ్డుగా ఒక గాజు పట్టకం (prism) పెడితే ఆ సూర్యరస్మి ఏడు రంగులుగా విడిపోతుందని మనకి తెలుసు. కాని చాల మందికి తెలియని విషయం మరొకటుంది. ఈ సప్తవర్ణాల మాలకి ఇటూ, అటూ – మన కంటికి కనిపించకుండా – ఇంకా చాల పెద్ద వర్ణమాల ఉంది. కనిపించేది బెత్తెడు మేర అయితే కనిపించనిది యోజనం అని ఉపమానం చెప్పవచ్చు.

ఇలా మన జ్ఞానేంద్రియాల స్పర్శకి అందనివి ఇంకా విశ్వంలో చాలా ఉన్నాయి. వాటికి ఉదాహరణ చెబుతాను. ఈ విశ్వం అపరిమితమైనదని మనం నిర్ణయించటానికి కారణభూతమైనవాటిల్లో మన కంటికి కనిపించేవి అతి కొద్ది: అవే తేజోమేఘాలు (nebulae), నక్షత్ర గోళాలు, వాటితో నిండిన క్షీరసాగరాలు, మొదలైనవి. “కంటికి” అంటే చక్షుష దూరదర్శనులకి (optical telescopes) కనిపించేవి అని చెప్పుకోవచ్చు. ఇవే బిలియన్ల కొద్దీ ఉన్నాయి. కాని ఇదే విశ్వంలో మనకి “కనపడని” (కంటికి కాని, ఇప్పటి వరకు మనం నిర్మించిన పరికరాలకి కాని “కనపడని”) కృష్ణ పదార్థం (dark matter) అనేది ఒకటి, కృష్ణ శక్తి (dark energy) అనేది మరొకటి ఉన్నాయని ఒక కొత్త సిద్ధాంతం ఉంది. వర్ణమాలలో మనకి కనిపడని మేరతో పోల్చి చూసినప్పుడు కనిపించే మేర ఎంత తక్కువో అదే మాదిరి ఈ విశ్వంలో మనకి కనపడని పదార్థం తోటీ, శక్తి తోటీ పోలిస్తే కనిపించేది బహు స్వల్పం అని అంటున్నారు.

నిజానికి ఒక నభోమూర్తి ప్రకాశిస్తూన్నప్పుడు అది వెలార్చే శక్తి - ఒక్క వెలుగు రూపంలోనే కాకుండా - అనేక ఇతర రూపాలలో బహిర్గతం అవుతూ ఉంటుంది. వేడి రూపంలో ఉన్న శక్తి, వెలుగు రూపంలో ఉన్న శక్తి మనకి చిర పరిచితాలు. ఉదాహరణకి ఎండలో కూర్చుంటే వెలుగు (light), వేడి (heat) – రెండూ – తగులుతాయి కదా. ఈ రెండు కాకుండా ఇంకా అనేక అదృశ్య రూపాలలో శక్తి ఉంటుంది. మరొక ఉదాహరణ. సముద్రపుటొడ్డున ఎండలో ఎక్కువగా కాలం గడిపితే తెల్లవాళ్ల శరీరాలే కాదు, అందరి శరీరాలు "కాలి" కమిలి పోతాయి. దీనికి కారణం సూర్యరస్మిలో ఉండేవి, మన కంటికి కనపడనివి అయిన అత్యూద కిరణాలు (ultraviolet rays). ఇంకొక ఉదాహరణ. ఈ రోజుల్లో మైక్రోవేవ్ అవెన్ (microwave oven) అనే పరికరం వంట ఇళ్లల్లోకి వచ్చింది కదా. మంట లేకుండా తిండి వస్తువులని వేడిచేసుకుందికి ఇది చాల అనుకూలంగా ఉంటుంది. ఇందులో పని చేసే "సూక్ష్మ" తరంగాలే మైక్రోవేవ్‌లు అంటే; "మైక్రో" అంటే సూక్ష్మమైనవి, "వేవ్" అంటే తరంగం లేదా అల, "అవెన్" అంటే ఆవం. కనుక మైక్రోవేవ్ అవెన్ అంటే "చిరు అలల ఆవం." ఈ సూక్ష్మ తరంగాలు కంటికి కనబడవు కాని ఇవి ప్రయాణం చేసే దారిలో చెమ్మ ఉన్న పదార్థాలు ఉంటే వాటిని వేడి చేస్తాయి. ఇక్కడ ఉదహరించిన అత్యూద కిరణాలు, సూక్ష్మ కిరణాలు రెండూ కంటికి కనపడని కాంతి యొక్క రూపాంతరాలు. ప్రతిసారి "కంటికి కనపడే కాంతి", "కంటికి కనపడని కాంతి" అనే కంటే వీటన్నిటిని కలిపి "విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు" (electromagnetic waves) అందాం.



బొమ్మ 1. విద్యుదయస్కాంత వర్ణమాల

ఈ విద్యుదయస్కాంత తరంగాల గురించి ఎంత తెలుసుకుంటే మనకి అంత ప్రయోజనం. కనుక విద్యుదయస్కాంత వర్ణమాల (electromagnetic spectrum) గురించి కొంచెం ఓపిగ్గా తెలుసుకుందాం. ఈ బొమ్మలో వర్ణమాల ఒకటి చూపించేను. ఈ బొమ్మలో అయిదు వరసలు ఉన్నాయి. ముందస్తుగా రెండవ వరుస చూడండి. అక్కడ రేడియో (Radio), మైక్రోవేవ్ (Microwave), ఇంఫ్రా రెడ్ (Infrared), విజిబుల్ (Visible), అల్ట్రా వయలెట్ (Ultraviolet), ఎక్స్-రే (x-Ray), గామా రే (Gamma Ray) అన్న ఏడు పేర్లు ఉన్నాయి కదా. అంటే, విద్యుదయస్కాంత వర్ణమాలని ఏడు పట్టాలుగా (bands) ఊహించుకోవచ్చు. బొమ్మ సౌలభ్యం కొరకు అన్ని పట్టాలని ఒకే వెడల్పుతో గీసేరు కాని, వీటిల్లో రేడియో పట్టా వెడల్పు చాల ఎక్కువ, కంటికి కనిపించే కాంతి పట్టా వెడల్పు చాల తక్కువ. కనుక ఈ బొమ్మ కొలబద్దని అనుకరించి కాకుండా టూకించి గీసిన బొమ్మ అని గుర్తు పెట్టుకోండి.

కంటికి కనిపించే కాంతి పట్టాలోనే ఇంద్ర ధనుస్సులోని సప్త వర్ణాలు (ఎడమ చివర ఎరుపు, కుడి చివర ఊదా) ఇమిడి ఉన్నాయి. ఎరుపుకి ఎడం పక్కన పరారుణ (infrared) వర్ణం ఉంది. ఈ "రంగు" మన కంటికి కనిపించదు కాని అక్కడ తాపమాపకం (thermometer) పెడితే అక్కడ ఎక్కువ వేడి నమోదు అవుతుంది; చెయ్యి పెడితే వెచ్చగా స్పర్శకి తగులుతుంది కూడ. ఈ పరారుణ వర్ణానికి ఎడం పక్కన "మైక్రోవేవ్" పట్టా (microwave band), దానికి ఎడం పక్క "రేడియో" పట్టా (radio band) ఉన్నాయి. అదే మాదిరి ఊదా (violet) కి కుడి పక్కన అత్యూద (ultraviolet) వర్ణం ఉంది. ఇదీ మన కంటికి కనిపించదు. అత్యూద వర్ణానికి కుడి పక్కని x-కిరణాల పట్టా (x-ray band) ఉంది. కాంతి కిరణాలతో ఛాయాచిత్రాలు తీసినట్లే ఈ x-కిరణాలతో ఫొటోలు తియ్యవచ్చు. కాలో, చెయ్యో విరిగితే వైద్యుడు ఇటువంటి ఫొటోలే తీస్తాడు. ఇంకా కుడి పక్కకి జరిగితే అతి శక్తిమంతమైన గామా కిరణ పట్టా (gamma ray band) ఉంది.

ఈ పట్టాలన్నిటిలో (లేదా, రంగులన్నిటిలో) ఒక్క కాంతి కిరణాల పట్టా తప్ప మిగిలినవేవీ మన కంటికి కనబడవు. ఈ పట్టాల వెడల్పు గురించిగాని, తదితర లక్షణాల గురించిగాని తెలుసుకోదలచిన వారికి ఈ వర్ణమాలని కుడి చివర నుండి ఎడమ చివరికి పేర్లు పెట్టి వర్ణిస్తూ చెబుతాను: బొమ్మలో చూపిన వర్ణమాలకి కుడి చివర ఉన్నవి గామా కిరణాలు (gamma rays). ఇవి అతి శక్తిమంతమైన కిరణాలు (లేదా, తరంగాలు). ఈ తరంగాలు ఎక్కువ జోరుగా - పైకీ, కిందకీ - ఊగిసలాడుతాయి. ఈ విషయాన్నే బొమ్మలో మూడవ బద్దీలో, ఊగిసలాడుతూ, మెలికలు తిరిగిన గీతలా గీసిన కెరటం (sinusoidal wave) రూపంలోనూ, ఈ కెరటం తరచుదనం సుమారుగా 10E19 ఉంటుందన్న అన్న విషయాన్ని ఆఖరి వరసలోనూ చూపించేను.

గామా కిరణాలకి ఎడమ పక్కన ఉన్నవాటిని x-కిరణాలు (x-rays) లేదా x-కెరటాలు అంటారు. ఈ x-తరంగాలు గామా కెరటాలంత జోరుగా కొట్టుకోవు, కాని ఇవి కూడ శక్తిమంతమైనవే. అటు తరువాత అత్యూద తరంగాలు, కాంతి కెరటాలు, పరారుణ తరంగాలు, ఆఖరున

నెమ్మదిగా కొట్టుకునే రేడియో తరంగాలు (క్షణానికి 10E12 నుండి 10E6 వరకు చొప్పున) పైకి, కిందికి ఊగిసలాడుతాయి. ఈ తరంగాల పొడుగు ఎంతుంటుందో ఊహించుకోటానికి వీలుగా ఉంటుందని ఈ తరంగాల పరిమాణంలో దరిదాపుగా ఉండే దైనందిన వస్తువుల బొమ్మలు ఆ కెరటం బొమ్మ దిగువనే చూపించటం జరిగింది. ఆఖరి బద్దీలో ఆ తరంగం తరచుదనం కూడ చూపించేను.

ఇంత విస్తృతంగా ఉన్న వర్ణమాల మధ్యలో కేవలం క్షణానికి 460 ట్రిలియను (4.6x10E12) కెరటాల నుండి 710 ట్రిలియను (7.1x10E12) కెరటాల వరకు ఉన్న అతి చిన్న మేర మాత్రం మన కంటికి విద్యుదయస్కాంత కిరణాలు కనిపిస్తాయి. అందుకని దీనిని "కనిపించే మేర" (visible band) అని పిలవొచ్చు.

ఈ బొమ్మలో చెప్పుకోదగ్గ విశేషాలు ఇంకా చాల ఉన్నాయి. ఆకాశంలో మన కళ్లకి సూర్యుడు కనిపిస్తున్నాడంటే దానికి కారణం సూర్యుడు ఎక్కువగా "కళ్లకి కనిపించే కాంతి కిరణాలు" విరజిమ్ముతాడు కనుక! ఆకాశంలో మరొక రకం నభోమూర్తులు కేవలం x-కిరణాలని విరజిమ్ముతాయి. అవి మన కళ్లకి కనబడవు; వాటిని చూడాలంటే మనకి x-రే కళ్లేనా ఉండాలి లేకపోతే x-రే టెలిస్కోపు అనే మరొక రకం దూరదర్శినిని అయినా వాడాలి. ఇదే విధంగా గామా కిరణ దుర్భిణి (gamma ray telescope) , రేడియో దుర్భిణి (radio telescope) అని రకరకాల దుర్భిణులు ఉన్నాయి. ఈ కొత్త రకం టెలిస్కోపులు ఈ మధ్య వరకు మనకి లభ్యం కాలేదు. అందుకనే కేవలం కంటితో చూసే టెలిస్కోపు ఉపయోగించినంత కాలం మనకి ఆకాశంలో కనిపించినది అత్యల్పం. దాని నుండి నేర్చుకున్నది కూడ అత్యల్పం. మనం మామూలు చక్షుస (optical) దూరదర్శినితో చూస్తే వెలుగుని విరజిమ్మే నభోమూర్తులని మాత్రమే అధ్యయనం చెయ్యగలం. రకరకాల కిరణాలని విరజిమ్మే నభోమూర్తులని అధ్యయనం చెయ్యాలంటే రకరకాల కొత్త తరం టెలిస్కోపులు నిర్మించాలి. ఈ కొత్త రకం టెలిస్కోపులు నిర్మించినా అవి అన్నీ భూమి ఉపరితలం నుండి చూడటానికి పనికిరావు. ఎందుకంటే..... చెబుతాను, ఇంకా చదవండి. ఇటు పైన సౌలభ్యం కొరకు "కాంతి" అంటే

విద్యుదయస్కాంత వికిరణం (electromagnetic radiation) అని అన్వయించుకుందాం. కంటికి కనబడే కాంతి కి “వెలుగు” అని పేరు పెడదాం.

పదార్థాలన్నీ కాంతిని ఇంతో, కొంతో పీల్చుకుంటాయి. కొన్ని కొన్ని పదార్థాలు కొన్ని రకాల కాంతులని ఎక్కువగా పీల్చుకుంటాయి. ఉదాహరణకి గామా కిరణాలని దరిదాపు అన్ని పదార్థాలు పీల్చేసుకుంటాయి. వాతావరణంలో ఉన్న గాలి గుండా గామా కిరణాలు ప్రయాణం చేస్తే ఆ ప్రయాణం పూర్తి అయే లోగా గాలి ఆ కిరణాలని పీల్చేసుకుంటుంది. “గామా కిరణాల్ని మన వాతావరణం తనగుండా పోనివ్వదు” అని చెప్పటానికి బొమ్మలో, మొదటి వరుసలో “గామా కిరణాలు” పట్టీకి ఎగువన నో (No) ని సూచించటానికి ఎన్ (N) అనే ఇంగ్లీషు అక్షరం రాసేం. కనుక రోదసి లోతుల్లో ఎక్కడో పుట్టిన గామా కిరణాలు భూమిని అంటిపెట్టుకుని ఉన్న వాతావరణం గుండా ప్రయాణం చేసి – మన అదృష్టం బాగుండబట్టి - భూమట్టానికి చేరలేవు. అవే కనక చేరగలిగి ఉంటే మనం బతకగలిగి ఉండేవాళ్లం కాదు. కనుక మన పాలపుంత క్షీరసాగరం మధ్య నుండి వెలువడుతూన్న అత్యంత శక్తిమంతమైన గామా కిరణాలని అధ్యయనం చెయ్యాలంటే భూమట్టం దగ్గర ఉన్న గామా కిరణ టెలిస్కోపులు పనికిరావు; వాటిని భూమి వాతావరణానికి ఎగువగా - అంతరిక్షం లోకి - లేవనెత్తాలి.

ఇదే విధంగా x-కిరణాల కథనం ఉంటుంది. ఇవి కూడ చాల శక్తి మంతమైనవే. ఇవి కూడ మన శరీరానికి ఎక్కువగా తగలటం మంచిది కాదు. అందుకని చీటికీ, మాటికీ x-రే ఫొటోలు తీయించుకోవటం ఆరోగ్యానికి మంచిది కాదు. వీటిని కూడ మన వాతావరణం పీల్చేసుకుంటుంది కనుక x-కిరణాలతో పనిచేసే టెలిస్కోపులని కూడ అంతరిక్షంలోకి లేవనెత్తాలి.

ఈ కథ అంతా చెప్పిన తరువాత వెలుగు కిరణాలు మన వాతావరణాన్ని దూసుకుని, మన వరకు నిరాఘాటంగా చేరతాయని నేను ప్రత్యేకించి చెప్పక్కరలేదు. ఇది మనం రోజూ చూస్తూన్న దృగ్విషయమే. పరారుణ కిరణాలు (లేదా, వేడి కిరణాలు) కూడ చాల మట్టుకి మన వాతావరణం గుండా నిరాఘాటంగా ప్రయాణం చెయ్యగలవు; అందుకనే మన శరీరానికి

సూర్యరస్మి వెచ్చగా సోకుతుంది. (బొమ్మని జాగ్రత్తగా పరిశీలిస్తే ఈ లక్షణాలు మరికొంచెం అర్థం అవుతాయి.)

మైక్రోవేవ్ కిరణాలు, రేడియో కిరణాలు కొన్ని వాతావరణం గుండా ప్రయాణం చెయ్య కలవు, కొన్ని చెయ్యలేవు. బొమ్మలో Y (అంటే, yes) అని చూపిన చోట్ల ఆయా కిరణాలు వాతావరణం గుండా ప్రయాణం చెయ్యగలవని గ్రహించునది. ఇలా వాతావరణం గుండా ప్రయాణం చెయ్యగలిగే వాటితోనే మనం రోదసి నౌకలతోటీ (space vehicles), ఉపగ్రహాలతోటీ సంభాషణలు జరపగలుతున్నాం. కనుక భూమి మీద – సముద్ర మట్టం దగ్గర - రేడియో టెలిస్కోపులు నిర్మించి వాటితో ఖగోళాన్ని పరిశీలించవచ్చు.

14. టెలిస్కోపులు

1. అవసరానికి తగ్గ పనిముట్లు

విశ్వరహస్యాలని ఛేదించటానికి మానవుడు అనేకమైన పనిముట్లని వాడేడు. వీటన్నిటిలోకి ముందుగా వాడుకలోకి వచ్చినది నిట్రాట.

ఈ నిట్రాటనే ఇంగ్లీషులో గ్నొమొన్ (gnomon) అంటారు. ఈ గ్నొమొన్ అన్న ఇంగ్లీషు మాట, జ్ఞానం అన్న సంస్కృతం మాట సహజాత పదాలు. కనుక గ్నొమొన్ అన్న మాటని "జ్ఞానదండం" అని మనం తెలుగులో పేరు పెట్టి వాడుకోవచ్చు. కాని నిట్రాట అంటే ప్రత్యేక విపులీకరణ అక్కర లేకుండా అర్థం అవుతుంది. ఈ నిట్రాట ప్రసరించే నీడని బట్టి మన పూర్వులు ఎన్నో విషయాలు తెలుసుకున్నారు.

నిట్రాట తరువాత చెప్పుకోదగ్గది సూర్యఫలకం లేదా సూర్య యంత్రం లేదా నీడ గడియారం. దీనిని ఇంగ్లీషులో సన్‌డయల్ (sundial) అంటారు. ఈ సూర్యఫలకం కాలజ్ఞానాన్ని ఇస్తుంది; అంటే వేళ ఎంతయిందో చెబుతుంది. ఇప్పుడు కాలాన్ని కొలవటానికి చాల సున్నితమైన గడియారాలు ఉన్నాయి. కాలాన్ని అతి నిక్కచ్చిగా కొలిచే శ్రేష్ఠమైన గడియారాన్ని ఇంగ్లీషులో క్రోనోమీటర్ (chronometer) అంటారు. దీనిని తెలుగులో కాలమాపకం అనొచ్చు.

ఆ తరువాత చెప్పుకోదగ్గ పనిముట్టు దుర్భిణి. దుర్భిణి, దూరదర్శని అనే రెండు మాటలు టెలిస్కోప్ అన్న ఇంగ్లీషు మాటకి పర్యాయ పదాలు. భారత ప్రభుత్వం "దూరదర్శని" అన్న పేరుని తస్కరించి వారి టెలివిషన్ ప్రసార సంస్థకి పెట్టక పూర్వం దూరదర్శని అంటే టెలిస్కోప్ అనే అర్థం అయేది.

ఆ తరువాత చెప్పుకోదగ్గ పనిముట్టు వర్ణమాలాదర్శని. దీనినే ఇంగ్లీషులో స్పెక్ట్రోస్కోప్ అంటారు.

ఆ తరువాత చెప్పుకోదగ్గ పరికరం కలనయంత్రం లేదా కంప్యూటర్. ఈ కలనయంత్రాలు లేకుండా ఈ రోజుల్లో ఏ పనీ జరగటం లేదు. అంతే కాకుండా భారతదేశంలో కంప్యూటర్ అంటే తెలియని వాళ్లు అరుదు కనుక దాని గురించి కాలయాపన చెయ్యటం అనవసరం.

ఆఖరుగా చెప్పుకోదగ్గవి రేణుత్వరణి (పార్టికల్ ఏక్సిలిరేటర్, particle accelerator), నభోనౌక (స్పేస్ క్రేఫ్ట్, spacecraft). దూరదర్శని నేలమట్టం మీద కంటె అంతరిక్షంలో ఉంటే బాగా ఉపయోగపడుతుంది కనుక దూరదర్శనిని అంతరిక్షంలోకి లేవనెత్తటానికి నభోనౌకలు కావాలి. దూరదర్శని సేకరించిన కాంతిని విశ్లేషించి అర్థం చేసుకోటానికి వర్ణమాలాదర్శని కావలసి ఉంటుంది. అణుగర్భంలో ఉన్న రహస్యాలని విశ్వజననంతో సమన్వయపరచటానికి రేణుత్వరణి కావాలి.

దూరదర్శని (దుర్భిణి) ఎప్పుడు ఎలా పుట్టిందో, ఎలా పరిణతి చెందిందో అన్న విషయాన్ని మాత్రం ఇప్పుడు, ఇక్కడ, ఈ వ్యాసంలో ప్రస్తావించబోతున్నాను.

2. నేలమీద దుర్భిణులు

చీకటి రాత్రి దుర్భిణిని ఆకాశం వైపు సారించి చూస్తే రెండు విధాలైన అనుభోగాలు కలుగుతాయి. కంటికి కనిపించే దృశ్యానికి నోట మాట రాక ఆశ్చర్యచకితులం కావటం – మొదటి అనుభోగం. శనిగ్రహం చుట్టూ కనిపించే వలయం! నల్లటి ముఖ్మల్ గుడ్డ మీద జల్లిన వజ్రాలలా మెరిసిపోతూ కనిపించే నక్షత్రాలు! ప్రకాశిస్తూన్న తెల్లటి మేఘాలులా కాంతులీనే క్షీరసాగరాలు! ఈ భూలోకం మీద మానవుడు అవతరించకముందే – దరిదాపు రెండు మిలియను సంవత్సరాల క్రితం - ఈ క్షీరసాగరాలలో బయలుదేరిన కాంతికిరణాలు ఇప్పుడు

మన కంటి లోని అక్షిపటలాన్ని చేరాయనే స్పృహ మనకి కలిగేసరికి ఒళ్లు జలదరించక మానదు. ఇంతకంటె శక్తిమంతమైన దుర్భిణిలో చూస్తే ఇంకేమి కనబడుతుందో అనేది రెండవ అనుభోగం.

నాలుగు వందల ఏళ్ల క్రితం గెలిలియో తన చేతిలో ఉన్న చిన్న దుర్భిణిని ఆకాశం వైపు ఎత్తి చూసినప్పుడు ఈ రెండు రకాల అనుభోగాలని పొందే ఉంటాడు. నగ్న నయనాలకి కనబడని తారలు ఎన్నో ఆయనకి ఆ దుర్భిణిలో కనబడ్డాయి. ఒకే ఒక రాసిలో – మృగవ్యాధుడి రాసిలో – కనబడుతూన్న నక్షత్రాలని లెక్కపెట్టటానికి ప్రయత్నించి, అలసిపోయి, విరమించుకున్నాడు. అన్ని నక్షత్రాలు కనిపించేయిట, గెలిలియోకి! చంద్రుడి మీద కొండలని చూశాడు. గురు గ్రహం చుట్టూ తిరుగుతున్న నాలుగు ఉపగ్రహాలని చూసేడు. చూసి, సంతృప్తి పడి ఊరుకోకుండా అంతకంటే శక్తిమంతమైన (పెద్ద) దుర్భిణిని నిర్మించటానికి సమకట్టేడు.

పెద్దవి, నాణ్యమైనవి అయిన దుర్భిణిలు నిర్మించాలంటే ఎక్కువ కాంతిని పోగుచెయ్యగల పెద్ద పెద్ద కటకాలు (లెన్సెస్, lenses) కావలసి ఉంటుంది. అటువంటి కటకాలు తయారు చేసే పద్ధతి ఆ రోజులలో వారికి తెలియదు. ప్రత్యామ్నాయంగా పొడుగాటి దుర్భిణులు చెయ్యటం మొదలుపెట్టేడాయన.

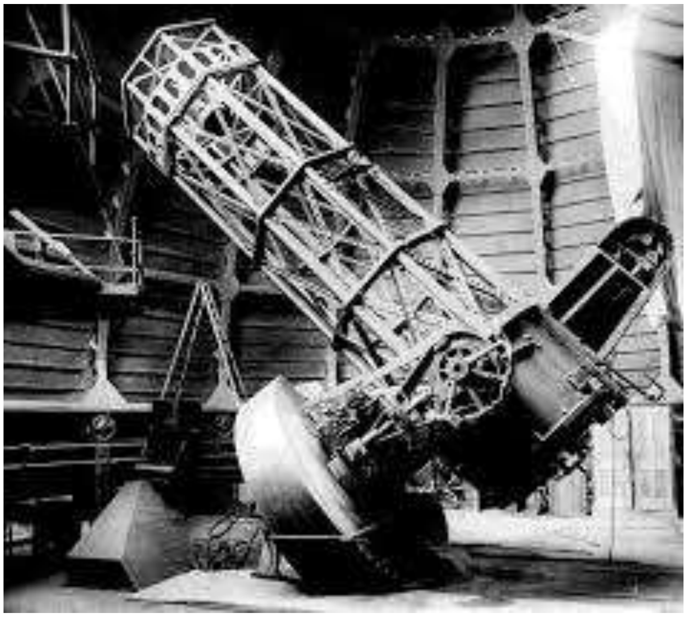
ఇక్కడ కొద్దిగా శాస్త్రం చెబుతాను. కటకాలగుండా కాంతి ప్రవహించినప్పుడు ఆ కాంతి కిరణాలు వక్రీభవనం (రిఫ్రేక్షన్, refraction) చెందుతాయి; అంటే ఒంగుతాయి. కర్రని వంచినప్పుడు అందులోని ఈనెలు విడిపోయినట్లు కాంతి వంగినప్పుడు ఆ కాంతిలో ఉన్న రంగులన్నీ విడిపోయి ప్రతి రంగు కిరణం తన దారి తను చూసుకుంటుంది. ఈ ప్రక్రియ కారణంగా ప్రతిబింబంలో వాడితనం పోయి చెదిరిపోయినట్లు కనిపించటమే కాకుండా వస్తువులో లేని రంగులు ప్రతిబింబంలో కనబడతాయి. దీనితో దుర్భిణి నాణ్యత పాడవుతుంది. ఈ సమస్యని పరిష్కరించటానికి ఒక మార్గం దుర్భిణి పొడుగు పెంచటం. కనుక మొదటి రోజులలో నిర్మించిన దుర్భిణుల పొడుగు ఆంజనేయుడి తోకలా అలా పెరుగుతూ వచ్చేయి.

యొహానెస్ హెవీలియస్ (Johannes Hevelius) అనే ఆసామీ 150 అడుగుల పొడుగున్న దుర్భిణిని నిర్మించి, దానిని రాటలు, తాళ్లు ఉపయోగించి ఏటవాలుగా అమర్చేడు. చిన్న చిరుగాలి వీచేసరికి ఊగిసలాడిపోయేదిట; ఇంక దానితో నక్షత్రాలని ఎక్కడ చూస్తాం? నెదర్లండ్ దేశంలో హైజెన్స్ (Huygens) అనే ఆసామీ, మరీ పొడుగాటి గొట్టాన్ని నిర్మించటంలో ఉన్న కష్టాలని గుర్తించి, గొట్టం లేకుండానే దుర్భిణిని నిర్మించేడు: ఇతగాడు వస్తుగత కటకాన్ని (ఆబ్జెక్టివ్ లెన్స్, objective lens) ఎత్తయిన వేదిక మీద ఒక చట్రంలో అమర్చి, దానికి 200 అడుగుల దూరంలో కంటి కటకాన్ని (ఐపీస్, eyepiece) మరొక చట్రంలో పెట్టి గొట్టం లేని దుర్భిణిని నిర్మించేడు. ఇటువంటి ప్రయత్నాలవల్ల ప్రయాస ఎక్కువ, ప్రయోజనం తక్కువ అని తెలిపోయింది.

కటకాలతో నిర్మించిన వక్రీభవన దుర్భిణులలో (రిఫ్రేక్టింగ్ టెలిస్కోప్, refracting telescopes) ఉన్న మౌలికమైన ఇబ్బందులని మొదటగా అర్థం చేసుకున్నవాడు నూటన్. కటకాలకి బదులు దర్పణాలు (మిరర్స్, mirrors) వాడి ఆయన పరావర్తన దుర్భిణులు (రెఫ్లెక్టింగ్ టెలిస్కోప్, reflecting telescopes) అనే కొత్త జాతి దుర్భిణుల నిర్మాణానికి శ్రీకారం చుట్టేడు. కటకాలకి బదులు దర్పణాలు వాడటం వల్ల ఇంకా లాభాలు ఉన్నాయి. కటకాలని రెండు పక్కలా నున్నగా సానపట్టాలి. దర్పణాలని ఒక పక్క సాన పడితే చాలు. వెనక దన్ను పెట్టి ఎంత పెద్ద దర్పణం కావాలంటే అంత పెద్ద దర్పణం తయారు చేసుకోవచ్చు; ఈ పని కటకాలతో సాధ్యం కాదు. కటకం రెండు పక్కలా వాడతాము కనుక ఆ కటకం అంచు చుట్టూ చట్రం కట్టి (కళ్లజోడు చట్రంలా) నిలబెట్టాలి. కటకం పెద్దయిన కొద్దీ, దాని బరువు ఎక్కువ అయిపోయి, మొత్తం పని అంతా కష్టం అయిపోతుంది. ఇవన్నీ అర్థం చేసుకున్న విలియం హెర్షెల్ (William Herschel) ఎన్నో కష్టాలు పడి, తన సొంత చేతులతో చేసుకున్న పరావర్తన దుర్భిణి ఉపయోగించగానే ఆయన పడ్డ కష్టాలకి వెంటనే ఫలితం దక్కింది. శని గ్రహానికి అవతల, నగ్న నయనాలకి కనబడనంత దూరంలో, సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతూన్న సరికొత్త గ్రహం ఒకటి ఆయన దుర్భిణిలో కనిపించింది. ఒక్క పెట్టున సూర్య కుటుంబం పరిధి పెరిగింది. ఆ కొత్త

గ్రహం పేరే యూరెనస్ (యురేనస్ కాదు). ఇదే పద్ధతి ఉపయోగించి ఐర్లండులో లార్డ్ రాసీ (Lord Rosse) ఆరు అడుగుల వ్యాసం ఉన్న దర్పణం ఉపయోగించి నిర్మించిన పెద్ద దుర్భిణిలో చూసేసరికి మొదటిసారిగా ఆయన సర్పిలాకారంలో ఉన్న ఒక క్షీరసాగరాన్ని చూడగలిగేడు. మన పాలపుంత (మిల్కీవే గేలక్సీ, Milky Way galaxy) క్షీరసాగరం కూడ ఇదే విధమైన సర్పిలాకారంలోనే ఉంటుంది కాని మనం దాని మధ్యలో ఉన్నాము కనుక దాని ఆకారం చూడలేము.

నాటి నుండి నేటి వరకు దుర్భిణి నిర్మాణ శిల్పంలో ఎంతో ప్రగతి సాధించేం. ఈ రోజుల్లో పెద్ద పెద్ద దుర్భిణులలో కాంతిని కూడగట్టే దర్పణాల వ్యాసం 10 మీటర్లు (33 అడుగులు) ఉంటోంది. దక్షిణ కేలిఫోర్నియాలో, పాలొమార్ కొండ మీద ఉన్న, చరిత్ర ప్రసిద్ధి చెందిన, హేల్ టెలిస్కోప్ దర్పణం వ్యాసం 5.1 మీటర్లు (200 అంగుళాలు). దర్పణం వ్యాసం రెట్టిపు అవటంతో నేటి దుర్భిణులు హేల్ కంటె నాలుగింతల కాంతిని సేకరించగలుగుతున్నాయి. ఈ నవతరం దుర్భిణులు సాధారంగా అంబర చుంబితాలయిన భవనాలలో, గుహల వంటి గదులలో, ఉంటాయి. ఇవి యంత్రాలు నడిపే స్వయంచాలితాలైన పరికరాలు. నడపటం అంటే ఏమిటనుకుంటున్నారా? మూడంతస్తుల ఎత్తు ఉన్న వేధశాల టొపారం అర్ధగోళాకారంలో ఉంటుంది కదా. పగలంతా ఈ అర్ధగోళపు తలుపులు మూసే ఉంటాయి. చీకటి పడ్డ తరువాత వాటంతటవే తెరుచుకుంటాయి. రాత్రంతా ఎంతోమంది పరిశోధకులు తమతమ పరిశోధనలకి కావలసిన నక్షత్రాలవైపు దుర్భిణి దృష్టిని సారిస్తారు. ఇదంతా కలనయంత్రాల ఆధ్వర్యంలో మానవ ప్రమేయం లేకుండా జరిగిపోతుంది. పరిశోధకులు వేధశాలలో ఉండనక్కరలేదు. ఎవరి స్వస్థానలలో వారు ఉండొచ్చు. దుర్భిణి తీసిన చాయాచిత్రాలు అంతర్జాలం ద్వారా పంపిణీ అయిపోతాయి. ఒక రాత్రి జరగవలసిన పని వ్యర్థం అయితే లక్ష అమెరికా డాలర్లు నష్టపోయినట్లే. దుర్భిణి కేంద్రాలలో కాలానికి అంత విలువ!



బొమ్మ 1. పేలమార్ కొండ మీద్స ఉన్న హేల్ టెలిస్కోప్

ఈ రోజు ప్రపంచంలో ఉన్న అతి పెద్ద దుర్భిణులలో పెద్దవి మూడు హవాయి రాష్ట్రంలో ఉన్నాయి. వాటి పేర్లు ఉత్తర జెమినై, సూబరూ, కెక్ (Gemini North, Subaru, Keck). హవాయి ద్వీపాలలో మవునా కియా అనే చల్లారిపోయిన అగ్నిపర్వతం ఒకటుంది. దాని శిఖరం 14,000 అడుగుల ఎత్తున ఉంది. ఇంత ఎత్తు వెళ్లే సరికి భూమి వాతావరణంలో దరిదాపు సగం దాటి పైకి వెళ్లినట్లే. ఇలా కొండ మీద వేధశాలలు కట్టటం వల్ల ఒక ప్రయోజనం ఉంది. దూరం నుండి వచ్చే పరారుణ కిరణాలని (ఇన్‌ఫ్రారెడ్ రేస్, infrared rays) మన వాతావరణంలో ఉన్న నీటి కావిరి (వాటర్ వేపర్, water vapor) చాలమట్టుకి పీల్చేసుకుంటుంది. కొండమీదకి వెళితే ఆ కిరణాలు మన పరికరాలకి “కనిపిస్తాయి.” కాని అంత ఎత్తుకి వెళితే అక్కడ గాలి తక్కువ కాబట్టి గాలి పీల్చటం, వదలటం కష్టం. పైపెచ్చు పగలే చలి! రాత్రి ఇంకా చలి! ఈ పరిస్థితులలో బుర్ర పనిచెయ్యదు (మెదడు బాగా పని చెయ్యటానికి ఆమ్లజని కావాలి కదా!). ఇన్ని కష్టాలకి ఓర్చుకుంటే ఫలితం దక్కుతుంది. కష్టే ఫలీ అన్నారు.

ఉత్తర జెమినై దుర్భిణికి ఉన్న 8.1 మీటర్ల దర్పణాలు సేకరించిన కాంతిని విశ్లేషించటానికి దుర్భిణియొక్క నాభి ("ఫోకస్," focus) దగ్గరగా నాలుగు అంక పత్తాసులు (డిజిటల్ డిటెక్టర్లు, digital detectors), గుండ్రంగా తిరగటానికి వీలైన రాట్నపు చట్రంలో (కేరొసెల్, carousel) బిగించబడి ఉన్నాయి. సమయానుకూలంగా ఈ పత్తాసులలో ఒక దానిని కాంతి మార్గంలోకి వచ్చేటట్లు చట్రాన్ని తిప్పి వాడుకోవచ్చు. ఈ పత్తాసులలో ముఖ్యమైనవి వర్ణమాలామితులు (స్పెక్ట్రోమీటర్లు, spectrometers), ఛాయాచిత్రగ్రాహకులు (కెమేరాలు, cameras). ఇవి ఒకొక్కటి 5 మిలియను డాలర్లు ఖరీదు చేస్తాయి. ఏ సమయంలో దుర్భిణిని ఏ నక్షత్రం వైపు సారించాలో, ఆ నక్షత్రం నుండి వచ్చే కాంతిని ఎంతసేపు సేకరించాలో, ఆ కాంతిని ఏ పత్తాసు చేత విశ్లేషించాలో, అలా విశ్లేషించగా వచ్చిన ఫలితాన్ని ఏ పరిశోధకుడికి పంపాలో – ఈ వ్యవహారం అంతా స్వయంచాలకంగా ("ఆటోమేటిక్" గా) జరిగిపోయేటట్లు కలనయంత్రాలే చూసుకుంటాయి. అక్కడ ఉండే సిబ్బంది కేవలం నిమిత్తమాత్రులు. పర్యవేక్షణ బాధ్యతలు తప్ప వారికి పెద్ద పనులు ఉండవు.

బొమ్మ 2. సూబరూ దుర్భిణి

సూబరూ దుర్భిణి జపాను వారిది. దీని నిర్మాణం, ఉపయోగించే తీరు కొంచెం తేడాగా ఉంటాయి. సూబరూ దుర్భిణితో పనిచెయ్యవలసిన పరికరాలు అన్నీ కూడ ఒక అలమారులో వరసగా అమర్చబడి ఉంటాయి. ఎప్పుడు ఏ పరికరం కావలసి వచ్చినా దానిని ఆ అలమారు నుండి తీసి దుర్భిణిలో అమర్చటానికి ఒక చాకరు (robot) తిరుగుతూ ఉంటుంది. చాకరు అంటే రోబాటు, అంటే జీతం అడగకుండా, బందులు, రోకోలు చెయ్యకుండా చాకిరీ చేసే మరమనిషి. కంప్యూటరు పర్యవేక్షణలో ఆ రోబాటు చెయ్యవలసిన పనులన్నీ చేసుకుపోతుంది. సూబరూ ప్రత్యేకత ఏమిటంటే ఈ దుర్భిణి కి ఉన్న కంటి కటకం గుండా మనం కూడ అంతరిక్షపు లోతుల్లోకి చూడవచ్చు. ఉపగ్రహంలా భూమి చుట్టూ తిరుగుతున్న హబుల్ టెలిస్కోపుకి ఏవేవి, ఎంతబాగా కనిపిస్తాయో దరిదాపు అవే దృశ్యాలని సూబరూలో మనం చూడటానికి అవకాశం ఉంది; అడిగిన వారందరికీ అనుమతి దొరకపోవచ్చు, అది వేరే విషయం.

బొమ్మ 3. కెక్ దుర్భిణి ఉండే గృహం

మిగిలినది కెక్ టెలిస్కోపు. నిజానికి కెక్ వేధశాలలో ఉన్నవి రెండు దుర్భిణులు. రెండింటికి 10 మీటర్ల దర్పణాలు ఉన్నాయి. వీటి ప్రత్యేకత ఏమిటంటే – గుండ్రంగా ఉన్న ఒకొక్క అద్దంలో 36 తొనలు (సెగ్మెంట్స్, segments) ఉంటాయి. అంటే అద్దం అంతా గుండ్రంగా, పళ్లెంలా ఉన్న ఏకాండీ ముక్కతో చేసినది కాదు. ఒకొక్క తొన , దానిని స్వయం ప్రతిపత్తితో నియంత్రించే సరంజామా, అంతా కలుపుకుని 500 కిలోల బరువు ఉంటుంది. ఒకొక్క తొన ఖరీదు మిలియను డాలర్లు ఉంటుంది. ఈ దుర్బిణికి కూడ “గొట్టం” అంటూ ఏదీ లేదు. కట్టడం అంతా సన్నటి ఉక్కు బద్దీలతో నిర్మించబడి చూట్టానికి సాలెగూడులా ఉంటుంది.

ఈ దుర్భిణిలు ఉన్న గుయ్యారాలలో అల్లిబిల్లిగా అల్లుకుపోయినట్లు ఉన్న రాటలు, దూలాలు, వాసాల మధ్య ధూళి, దూగర చేరితే పడ్డ కష్టం అంతా వ్యర్థం కదా. ఎక్కడో విశ్వపు అంచుల నుండి (అంటే విశ్వం పుట్టిన కొత్త రోజుల నుండి బయలు దేరిన కాతి కిరణం నిరాఘాటంగా ఇంతదూరం వచ్చి మన గుమ్మం చేరుకున్న తరువాత దానిని ఒక సాలె గూడులో దారం అడ్డుకుంటే మన అప్రయోజకత్వానికి అంతకంటె తార్కాణం ఏమిటి కావాలి? అందుకని కాంతి చేసిన ఆ మహా ప్రస్థానంలో ఆ చిట్టచివరి అడుగులకి ఏ అడ్డంకి లేకుండా చూసుకుంటే మనం పడ్డ కష్టానికి, వెచ్చించిన డబ్బుకి ఫలితం దక్కుతుంది.

ఈ అధునిక యుగంలోని పెద్ద పెద్ద టెలిస్కోపులు ఆకాశపు అంచుల నుండి వస్తూన్న కాంతిని సేకరించటంలోనే కాకుండా, ఇంకా అనేక విధాలుగా మన సాంకేతిక పరిజ్ఞానాన్ని ఉపయోగించి మనకి కనిపించే బొమ్మ స్పుటంగా, కలత రహితంగా కనిపించేటట్లు చేస్తున్నాయి. ఉదాహరణకి. భూమి వాతావరణం వల్ల కలిగే అరిష్టాలు సముద్ర మట్టం నుండి దరిదాపు 10 కిలోమీటర్లు పైకి వెళ్లేవరకు ఉంటూనే ఉంటాయి. ఈ అరిష్టాలవల్ల బొమ్మ నిలకడగా ఉండక చెదిరిపోతుంది - ఫొటో తీస్తూన్నప్పుడు చెయ్యి కదిలితే బొమ్మ చెదిపోయినట్లు. కాంతి కిరణం ప్రయాణం చేసే దారిలో ఉన్న వాతావరణంలో సమీరితం (turbulence) ఎంతుందో తెలిస్తే అప్పుడు ఆ సమీరితం వల్ల బొమ్మ ఎంతలా కదిలిపోయిందో అంచనా వేసి, దానిని కలత చెందిన బొమ్మలోంచి “తీసివేస్తే” మనకి స్పుటమైన బొమ్మ వస్తుంది. ఈ రకం సవరింపు

లెక్కలు చెయ్యటానికి లేసరు కిరణవారం (లేసర్ బీం, laser beam) వాడతారు. ఆకాశంలోకి లేసరు కిరణవారాన్ని 56 మైళ్లు (90 కిలోమీటర్లు) దూరం వెళ్లే వరకు ప్రసరింపచేస్తారు. ఈ కిరణాలు అక్కడ ఉన్న సోడియం అణువులని ఉత్తేజ పరుస్తాయి. అప్పుడు అవి దీపం వెలిగినట్లు వెలుగుతాయి. ఈ వెలుగుని కృత్రిమ తార (ఆర్టిఫిషియల్ స్టార్, artificial star) అంటారు. ఈ తారని మన దుర్భిణి ద్వారా చూసి, భూమట్టం నుండి 56 మైళ్ల ఎత్తు వరకు వాతావరణం ఎంత కల్లోలంగా ఉందో లెక్క కడతారు. ఇలా వచ్చిన లెక్కని "కలతాంశం" అందాం. నిజం నక్షత్రాల నుండి వచ్చే కాంతివాకేతాల (లైట్ సిగ్నల్స్, light signals) నుండి ఈ కలతాంశాలని తీసివేస్తారు. అంతవరకు మసకగా ఉన్న బొమ్మ అమాంతం స్పుటంగా కనిపిస్తుంది. ఇది పనిచేస్తూన్నప్పుడు కలతాంశ సవరింపుని "ఆన్" చేసి ఒక సారి "ఆఫ్" చేసి చూస్తే కాని ఈ పద్ధతి లోని గొప్పతనం నమ్మ బుద్ధి కాదు. ఈ ప్రక్రియని ఇంగ్లీషులో ఎడాప్టివ్ ఆప్టిక్స్ (adaptive optics, AO) అంటారు. చత్వారం ఉన్న మనిషికి కళ్ళద్దాలు ఎలాంటివో టెలిస్కోపుకి ఈ పద్ధతి అలాంటిది.

3. భవిష్యత్తులో దుర్భిణులు ఎలా ఉంటాయి?

దుర్భిణుల భాషలో "మంచివి" అంటే శక్తిమంతమైనవి అని అర్థం. అంటే పెద్దవి, దూరం చూడగలిగేవి, వివరాలు వివరంగా చూడగలిగేవి, ఛాయాచిత్రాలు ఇంకా జోరుగా తియ్యగలిగేవి, ఎక్కువ ఆకాశాన్ని ఒకేసారి చూడగలిగేవి, కనిపించే కాంతినే కాకుండా కనిపించని కాంతిని కూడ చూడగలిగేవి, ... ఇలా చాల పెద్ద జాబితా తయారు చెయ్యవచ్చు. డబ్బు ఉండాలి. సాధించాలనే ఆకాంక్ష ఉండాలే కాని పథకాలకి కొదువ లేదు. రకరకాల ప్రణాళికలు, పథకాల రూపంలో ఉన్న కొన్నింటి పేర్లు: జయంట్ మెజిల్లన్ టెలిస్కోప్ (Giant Magillan Telescope), థర్టీ మీటర్ టెలిస్కోప్ (Thirty Meter Telescope), 42-మీటర్ యూరొపియన్ ఎక్స్ట్రీంలీ లార్జ్ టెలిస్కోప్ (42-meter European Extremely Large Telescope), 100-మీటర్ ఓవర్‌వెల్మింగ్లీ లార్జి టెలిస్కోప్ (100-meter Overwhelmingly Large Telescope).

సాధారణపు దుర్భిణీలతో ఆకాశంలో అర డిగ్రీ మేర చూడగలం. “అర డిగ్రీ మేర” అంటే ఎంత మేర? ఆకాశంలో ప్రకాశిస్తూన్న పూర్ణచంద్రుడు మన కంటి దగ్గర అర డిగ్రీ మేర ఆక్రమిస్తాడు. అంతకంటె ఎక్కువ మేర చూడాలంటే దుర్భిణి చూసే దిశని మెల్లగా మార్చుతూ పోవాలి. ఇలా పిల్లి నడకలతో విశాల ఆకాశాన్ని అంతటినీ చూడాలంటే బోలెడంత కాలం పడుతుంది. కనుక ఎక్కువ మేర ఆకాశాన్ని ఒకేసారి చూడగలిగే సమర్ధత ఉంటే ఉపయోగపడుతుంది. అందుకని ఆకాశాన్ని “సర్వే” చెయ్యటానికి లార్జి సినాప్టిక్ సర్వే టెలిస్కోప్ (Large Synoptic Survey Telescope) అన్న పేరుతో ప్రత్యేకంగా ఒక దుర్భిణిని నిర్మిస్తున్నారు. ఈ దుర్భిణితో 50 చంద్రులు ఆక్రమించినంత ప్రదేశాన్ని ఒకే సారి చూసి చాయా చిత్రాలు తియ్యవచ్చు. ఛిలీ లోని ఏండీస్ (Andes) పర్వతాల శిఖరాగ్రాల మీద ఈ దుర్భిణిని ప్రతిష్ఠ చేసి అక్కడ నుండి 10 బిలియను కాంతి సంవత్సరాల దూరంలో ఉన్న క్షీరసాగరాలని అధ్యయనం చేస్తే మహా విస్పోటనం జరిగిన కొత్తలో ఈ విశ్వ స్వరూపం ఎలా ఉందో అర్ధం అవుతుందని ఒక ఆశ. ఈ దుర్భిణి సహాయంతో కృష్ణ పదార్థం, కృష్ణ శక్తి అంటే ఏమిటో అవగాహనలోకి తీసుకురావచ్చునే ఆశ మరొకటి ఉంది.

పేలుడుతోపాటు శబ్దం పుడుతుంది కదా. మహా విస్పోటనంలో ఎటువంటి శబ్దం పుట్టిందో మనకి తెలియదు. ఇప్పుడది “వినబడటం” లేదు. కాని ఆ శబ్దం యొక్క ప్రభావం పాతకాలపు (దూరంగా ఉన్న) క్షీరసాగరాల్లో ఎక్కడో నిబిడీకృతం అయి ఉందని ఒక ఊహ ఉంది. అంటే కృష్ణ పదార్థం, కృష్ణ శక్తి మాత్రమే కాకుండా కృష్ణ శబ్దం కూడ ఉందా?

నేటి దుర్భిణిలు ఒక ఏడాదిలో సేకరించగలిగే సమాచారం రేపటి దుర్భిణిలు ఒక్క రాత్రి సేకరించగలవు.

4. అంతరిక్షంలో దుర్భిణులు

దుర్భిణిలు నేలని ఆనుకుని ఉండాలని నిబంధన ఏదీ లేదు. నిజానికి దుర్భిణిని సముద్ర మట్టానికి ఎంత ఎత్తున స్థాపిస్తే మనకి అంత లాభదాయకం. భూమిని ఆవరించుకుని ఉన్న వాతావరణపు పొరలని దాటుకుని ఎంత పైకి వెళితే అంత బాగా గ్రహాలు, నక్షత్రాలు, క్షీరసాగరాలు కనిపిస్తాయి. అందుకనే దుర్భిణులని కొండల మీద నిర్మిస్తారు.

దుర్భిణిని కొండ కంటె ఎత్తుగా లేవనెత్తాలంటే అంతరిక్షంలోకి వెళ్లాలి. అంతరిక్షంలోకి వెళ్లటం వల్ల చాల లాభాలు ఉన్నాయి. భూమి వాతావరణం వల్ల చెదరకుండా ప్రతిబింబాలు ఖణిగా కనిపిస్తాయి. నక్షత్రాల దగ్గర బయలుదేరిన విద్యుదయస్కాంత తరంగాలలో కొన్ని వాతావరణపు పొరలని దాటుకుని భూమిని చేరలేవు. కనుక నక్షత్రాల నుండి వెలువడే గామా కిరణాలని చూడాలన్నా, ఎక్సు కిరణాలని చూడాలనా మనం మన దుర్భిణిని అంతరిక్షంలోకి తీసుకెళ్లాలి. వీటన్నిటి గురించి విపులంగా రాయటానికి ఇప్పుడు సమయమూ కాదు, ఇది చోటూ కాదు. కనుక ఒక్క హబుల్ టెలిస్కోపు గురించి క్లుప్తంగా చెప్పి ఈ అధ్యాయం ముగిస్తాను. హబుల్ టెలిస్కోపుని ఎంచుకోటానికి రెండు కారణాలు. ఒకటి ఇది కంటికి కనిపించే కాంతితో ఫొటోలు తీస్తుంది. రెండు, ఈ టెలిస్కోపు నిర్మాణంలో నా చెయ్యి కూడా పడింది. అందుకని హబుల్ గురించి ఎన్నో విషయాలు నాకు స్వానుభవంతో తెలుసు.

హబుల్ టెలిస్కోపు భూమి చుట్టూ తిరుగుతూ ఆకాశంలోకి చూసి ఎన్నో విషయాలు తెలుసుకోటానికి దోహదం చేసింది. ఈ టెలిస్కోపులో ఐదు రకాల పనిముట్లు అమర్చటానికి అలమారుల వంటి సదుపాయాలు ఉన్నాయి. ఈ అయిదు అరలలోనూ విశాల దృక్పథంతో గ్రహాలని అన్వేషించే కేమెరా, (Wide Field and Planetary Camera), మేలు రకం స్పెక్ట్రోగ్రాఫు (High Resolution Spectrograph), కాంతిని కొలిచే సాధనం (High Speed Photometer), మినుకుమినుకు మంటూ నిస్తేజంగా ప్రకాశించే నభోమూర్తులకి ఫొటోలు తీసే కేమెరా (Faint

Object Camera), ఆఖరుగా నిస్తేజంగా ప్రకాశించే నభోమూర్తుల నుండి వచ్చే కాంతిని పరిశీలించటానికి స్పెక్ట్రోమీటరు (Faint Object Spectrograph) ఉండేవి.

బొమ్మ 4. హబుల్ స్పేస్ టెలిస్కోపు

ఈ టెలిస్కోపుని ఏప్రిల్ 24, 1990 కక్ష్యలో ప్రవేశ పెట్టేరు. పెద్ద బస్సు సైజులో ఉన్న ఈ టెలిస్కోపు సముద్ర మట్టానికి 600 కిలోమీటర్ల ఎత్తులో ప్రదక్షిణలు చేస్తుంది. ఒకొక్క ప్రదక్షిణకి 97 నిమిషాలు పడుతుంది. అంటే, క్షణానికి 8 కిలోమీటర్ల వేగంతో ప్రయాణం చేస్తుందన్న మాట.

హబుల్ టెలిస్కోపుని లేవనెత్తక పూర్వం ఈ విశ్వం వయస్సు ఎంతో మనం సరిగ్గా చెప్పలేకపోయేవాళ్లం. ఈ దుర్భిణి ధర్మమా అని ఇప్పుడు విశ్వం వయస్సు 13.7 బిలియను సంవత్సరాలు అని ధైర్యంగా చెప్పగలుగుతున్నాం.

మన సూర్య మండలానికి బయట ఉన్న ఒక గ్రహానికి ఛాయా చిత్రం మొట్టమొదటగా తీసిన ఘనత కూడ ఈ టెలిస్కోపు దక్కించుకుంది. ఇతర నక్షత్రాల చుట్టూ తిరిగే గ్రహాల ఆచూకీ పట్టటానికి ప్రత్యేకం “కెప్లర్” అనే నభోనౌక ఇప్పుడు అహర్నిశలూ పని చేస్తోంది. దీని పనితనం వల్లనే ఇప్పటికి 2,000 పైగా గ్రహాలు కనుక్కున్నారు.

15. కాంతి కిరణం జన్మ వృత్తాంతం

తెల్లారి లేచి బయటకి వెళ్లేసరికల్లా చుర్రుమని ఎండ కాస్తోంది.

అయిదువందల సెకండ్ల క్రితం సూర్యుడి ఉపరితలాన్ని వదలిన కాంతి కిరణానికి - రోదసిలో ఎంతో దూరం, ఎంతో జోరుగా ప్రయాణం చేసిన కాంతి కిరణానికి - ఇంకా పొగరు తగ్గలేదు. నా చేతికి తగలగానే చుర్రుమంది.

ఈ కాంతి కిరణం ఎప్పుడు, ఎక్కడ, ఎలా పుట్టిందో, దీనికి చుర్రుమనిపించే వేడి ఎక్కడనుండి వచ్చిందో విచారిద్దాం.

సూర్యుడి ఉపరితలం నుండి భూమి ఉపరితలానికి చేరుకోడానికి దరిదాపు 500 సెకండ్లు కాలం మాత్రమే పట్టినప్పటికీ, సూర్యుడి గర్భంలో పడ్డ "కాంతి శిశువు" పెరిగి బయటకి రాడానికి, సగటున, ఉరమరగా ఒక మిలియను సంవత్సరాల కాలం పడుతుందని నేను చెబితే మీరు నమ్మగలరా?

అదెలాగో చెబుతాను. సావధానంగా చదవండి.

సూర్యుడి లోనూ, నక్షత్రాలలోనూ 'కాలే' ఇంధనం ఉదజని (హైడ్రొజన్). ఈ ఉదజని అణువులో ఒక కేంద్రకం (నూక్లియస్), దాని చుట్టూ ప్రదక్షిణం చేసే ఒకే ఒక ఎలక్ట్రాను ఉంటాయన్నది మనందరికీ తెలుసు. ఈ ఎలక్ట్రానుకి రుణావేశము (negative charge), కేంద్రకానికి, అదే పరిమాణంలో, ధనావేశము (positive charge) ఉండబట్టి ఉదజని అణువుకి ఎటువంటి విద్యుదావేశము ఉండదు.

సూర్యుడి ఉపరితలపు ఉష్ణోగ్రత సుమారుగా 6,000 కెల్విన్ డిగ్రీలు ఉంటుంది. సూర్యుడి గర్భంలో ఉష్ణోగ్రత సుమారుగా 15,000,000 (పదిహేను మిలియను) కెల్విన్ డిగ్రీలు ఉంటుంది. గర్భంలో ఉన్న ఇంత వేడిలో విపరీతమైన శక్తి (energy) ఉంది. ఈ శక్తి వల్ల (1) ఉదజని అణువులలోని ఎలక్ట్రానులు తమ తమ కేంద్రకాల యొక్క పట్టు నుండి తప్పించుకుని స్వతంత్రంగా తిరగటం మొదలు పెడతాయి, (2) ధనావేశంతో ఉన్న కేంద్రకాలు విపరీతమైన వేగంతో ప్రయాణం చేస్తూ, వాటి మధ్య సహజంగా ఉండే వికర్షణ బలాలని (repulsion forces) అధిగమించి, ఢీకొనటం మొదలు పెడతాయి. ఇలా నాలుగు ఉదజని కేంద్రకాలు ఢీకొన్నప్పుడు ఒక రవిజని (Helium) కేంద్రకం తయారవగా మిగిలిన గరిమ (mass) అయిన్‌స్టయిన్ సూత్రం E = mc^2 ప్రకారం శక్తిగా విడుల అవుతుంది.

టూకీగా ఈ విషయాన్ని ఈ దిగువ చూపిన విధంగా రాయొచ్చు.

4H---> He + energy

ఒక రవిజని కేంద్రకం తయారయినప్పుడల్లా ఇలా పుట్టిన శక్తి (energy) ఒక కాంతి కణంలా విడుదల అవుతుంది. ఈ కాంతి కణాన్నే ఫోటాన్ (photon) అంటారు. ఈ ఫోటాను సూర్యుడి గర్భం లోంచి ఎలా బయటపడుతుందో ఇప్పుడు చెబుతాను.

ఇటు పైన ముందుకి సాగే లోపున కాంతి తత్త్వం కొంచెం పునశ్చరణ చేద్దాం. సూర్యుడి నుండి గోడ మీద పడే కిరణ వారం (beam of light) కి అడ్డుగా ఒక గాజు పట్టకం పెడితే గోడ మీద తెల్లటి కాంతికి బదులు సప్త వర్ణాలతో ఒక వర్ణమాల (spectrum) కనిపిస్తుంది. ఇలా కంటికి కనిపించే భాగాన్ని "కనిపించే కిరణాలు" (visible rays) అని అంటాం. ఈ కనిపించే భాగానికి ఇటూ, అటూ కనపడని భాగం ఇంకా చాలా పెద్దది ఉందని కూడ మనలో చాలా మందికి తెలుసు. ఇలా కనిపించే దానినీ, కనపడని దానినీ కలిపి విద్యుదయస్కాంత వర్ణమాల (electromagnetic spectrum) అంటారు. ఈ కనిపించే భాగానికి ఒక చివర మహా

శక్తిమంతమైన గామా కిరణాలు (gamma rays), మరొక చివర నీరసమయిన రేడియో కిరణాలు (radio rays) ఉంటాయి; మధ్యస్థంగా, x-కిరణాలు, సూక్ష్మ తరంగాలు (microwaves), అత్యూద కిరణాలు (ultraviolet rays), అతి కొద్ది మేర మాత్రం మన కంటికి కనిపించే కాంతి కిరణాలు (visible rays), తరువాత పరారుణ కిరణాలు (infrared rays), ఉంటాయి. ఇదంతా మనలో చాల మందికి తెలుసున్న విషయమే!

ఒక "ఫోటాను" ఎంత శక్తిమంతమైనదో చెప్పాలంటే ఉత్తినే "ఫోటాను" అంటే సరిపోదు, దానికి ముందు ఒక విశేషణం చేర్చాలి. ఇందాకా సూర్యుడి గర్భంలో పుట్టిన ఫోటానులు మహా శక్తిమంతమైనవి అని అనుకున్నాం కదా. అవి "గామా-కిరణ ఫోటానులు" (gamma-ray photons). మనకి తెలిసినంత వరకు ఇంతకు మించి శక్తిమంతమైన ఫోటానులు లేవు. మరొక విధంగా చెప్పాలంటే కంటికి కనబడే ఫోటానుల కంటే ఈ కనబడని ఈ గామా-కిరణ ఫోటానులలో 200,000 రెట్లు శక్తి ప్రక్షిప్తమై ఉంది. ఈ గామా-కిరణ ఫోటానులు కాని మన శరీరాన్ని తాకితే శరీరం కాలిపోవటమే కాకుండా కాలని భాగాలలో కేన్సరు వచ్చే ప్రమాదం కూడా ఉంది.

ఇంత శక్తిమంతమైన గామా-కిరణ ఫోటానులు (లేదా, టూకీగా గామా కిరణాలు) క్షణానికి 300,000,000 మీటర్లు జోరుతో బయటకి రాటానికి ప్రయాణం మొదలు పెడతాయి. ఏ అడ్డంకులు లేకుండా ఈ ప్రయాణం కొనసాగి ఉంటే సూర్యుడి గర్భం నుండి ఉపరితలానికి రాడానికి కేవలం 2.3 సెకండ్లు పట్టి ఉండేది; అప్పుడు మనం చెప్పుకోడానికి ఇక్కడ కథ ఉండేది కాదు.

ఏ అడ్డూ లేకుండా ఒక ఫోటానుని దాని మానాన్న దానిని వదిలేస్తే అది తిన్నగా, ఒక సరళరేఖ వెంబడి, ప్రయాణం చేస్తుంది. దాని దారికి ఏదైనా అడ్డు వస్తే అది చెదురుతుంది (gets scattered), కాకపోతే బక్షింపబడి లేదా అవశోషణ చెంది (gets absorbed) మళ్లా వెలిగక్కబడుతుంది (gets re-emitted). ఈ ప్రక్రియలలో ఏది జరిగినా దాని పర్యవసానం

ఏమిటంటే ఫోటాను మరొక దిశలో మరొక శక్తితో ప్రయాణం చెయ్యటం. సూర్యుడి గర్భంలో ఉన్న అత్యధిక సాంద్రత వల్ల అడ్డంకులకి కొదువ లేదు. కనుక పుట్టిన ప్రతి ఫోటాను ఒక సెంటీమీటరు దూరం ప్రయాణం చేసేసరికల్లా మరొక కేంద్రకమో, అణువో, ఎలక్ట్రానో ఎదురవుతూ ఉంటుంది. ఇలా ఎదురయిన వాటితో సంకర్షణ జరిగినప్పుడల్లా కొత్త దిశలో, కొంచెం తగ్గిన కొత్త శక్తితో ప్రయాణం. ఈ కొత్త దిశ ఎటైనా - ముందుకి కాని, పక్కకి కాని, వెనక్కి కాని - కావచ్చు. ఇలా కల్లు తాగిన కోతిలా ఈ ఫోటాను గెంతులు వేస్తూ ఉంటే ఎప్పుడు గర్భంలోంచి బయట పడేది? బయట పడ్డప్పుడు ఏ శక్తితో బయటపడుతుంది?

పైన సమర్పించిన మొదటి ప్రశ్నకి సమాధానం గణితంలో దొరుకుతుంది. ఈ గణన పద్ధతిని “కల్లు తాగిన కోతి నడక” అని కాని “యాధృఛ్ఛిక గమనం” (random walk) అని కాని అంటారు. ఉదాహరణకి ముంతెడు కల్లు ఒక కోతికి పట్టేసి దాన్ని ఒక దీపపు స్తంభం దగ్గర ఒదిలేసేమనుకొండి. (ఇక్కడ స్తంభానికి దీపం లేక పోయినా, అసలు స్తంభమే లేకపోయినా పరవాలేదు. సంప్రదాయం పాటించటం కోసం దీపమూ, స్తంభమూ అంటూ పాకులాడుతున్నానంతే. దీపమూ, స్తంభమూ లేక పోతే ఈ పద్ధతిని “చీకట్లో చిందులాట” అని కూడ అనొచ్చు). ఇప్పుడు ఈ కోతి ముందుకి ఒక అడుగేస్తే, పక్కకి ఒక అడుగు, వెనక్కి రెండడుగులు,.. అలా నడుస్తుంది కదా. తమాషా ఏమిటంటే, ఎంత తప్ప తాగుడు నడక నడచినా, ఈ కోతి మళ్లా బయలుదేరిన చోటకే తిరిగి రావటం సర్వ సాధారణంగా జరగదు. ఆ మాట కొస్తే, కాలం గడుస్తున్న కొద్దీ కోతి దీప స్తంభం నుండి కొద్దో, గొప్పో దూరం జరుగుతూనే ఉంటుంది. మరి కొంచెం సూత్రబద్ధంగా చెప్పాలంటే వెయ్యి కోతులని దీప స్తంభం దగ్గర వదలి పెట్టి, కొంత సేపు పోయిన తరువాత ఆ వెయ్యి కోతులు దీప స్తంభానికి ఎంతెంత దూరంలో ఉన్నాయో కొలిచి వాటి సగటు దూరం లెక్క కడితే ఆ సగటు దూరం క్రమేపీ పెరుగుతూనే ఉంటుంది. మరొక విధంగా చెప్పాలంటే, 100 అడుగులు (steps) వేసిన తరువాత, కోతి సగటు దూరం 10 అడుగులు (feet) ఉంటుంది, 900 అడుగులు (steps) వేసిన తరువాత కోతి సగటు దూరం 30 అడుగులు (feet) ఉంటుంది. అంటే స్తభం నుండి వేసిన అడుగుల

వర్గమూలం (square root) స్తభం నుండి ఎంత దూరం జరిగేమో చెబుతుంది. గణితంలో ప్రవేశం ఉన్నవాళ్లు ఈ లెక్క కట్టి చూసుకోవచ్చు.

ఇదే పద్ధతిలో మన కాంతి కిరణం ప్రయాణం చేసిందనుకుందాం. ఒక సెంటీమీటరు దూరం ప్రయాణం చేసేసరికి అది దేనినో ఢీకొనగా ప్రయాణం చేసే దిశ మారుతుంది. సూర్యుడి గర్భం నుండి ఉపరితలానికి ఉన్న దూరం (లేదా సూర్యుడి వ్యాసార్ధం) సుమారుగా 7- బిలియను సెంటీమీటర్లు. ఒక సెంటీమీటరు ప్రాప్తికి ఒకొక్క అడుగు వేస్తూ ఇంత దూరం – వంకర టింకర మార్గంలో - ప్రయాణం చెయ్యాలంటే 5000 జ్యోతిర్వర్షాల (light years) దూరం ప్రయాణం చెయ్యాలి. (లెక్క కట్టి చూసుకొండి, పెద్ద కష్టం కాదు.) ఈ ప్రయాణానికి 5,000 సంవత్సరాలు కాలం పడుతుంది. ఇది చాలా ముతక పద్ధతిలో చేసిన లెక్క. కాని మనం అనుకున్నట్టు సూర్యుడి సాంద్రత అంతటా ఒకేలా ఉండదు; ఉపరితలం నుండి కేంద్రానికి వెళుతున్నకొద్దీ సాంద్రత పెరుగుతుంది. నిజానికి సూర్యుడి గరిమ (mass) లో నూరింట 90 పాళ్ళు కేంద్రం నుండి 3.5 బిలియను సెంటీమీటర్లు లోపునే కుదించబడి ఉంటుంది. అక్కడనుండి ఉపరితలం వరకు పలచగా ఉంటుంది. ఇవన్నీ లెక్క లోకి తీసుకుని మళ్లా గణనం చేస్తే పైన వేసిన లెక్కకి బదులు మిలియను సంవత్సరాలు – వస్తుంది. శాస్త్రం నేర్చుకునేటప్పుడు ఈ రకం ఉరమర లెక్కలు చెయ్యటం మంచిదే. ఎందుకంటే ఏదైనా లెక్క చేసేటప్పుడు కాని, ప్రయోగం చేసేటప్పుడు కాని రాబోయే ఫలితం ఎలా ఉంటుందో ముందే ఊహించుకుని ఉంచుకోవటంలో కొన్ని లాభాలు ఉన్నాయి. మనం ఊహించినట్లు ఫలితం రావాలని నిబంధన లేదు కాని, మన గమ్యం ఎలా ఉంటుందో ఊహ ఉండాలి కదా.

మనిషి గర్భస్థ కాలం 266 రోజులు, ఏనుగు గర్భస్థ కాలం 645 రోజులు అయినట్లే, కాంతి గర్భస్థ కాలం మిలియను సంవత్సరాలు అని మనం అలంకారప్రాయంగా చెప్పుకోవచ్చు. కాని "ప్రసవం" జరిగిన తరువాత సూర్యుడి నుండి మన వరకు ప్రయాణం చేసి రాటానికి 500 సెకండ్లు మాత్రమే!

ఇంతటితో కథ సగం పూర్తి అయింది. మిగిలిన కథ కావాలంటే పైన సమర్పించబడ్డ రెండవ ప్రశ్నకి సమాధానం వెతకాలి. అందుకని మళ్లా సూర్యుడి గర్భం లోకి వెళ్లాలి. అక్కడ ఉష్ణోగ్రత సుమారు 15,000,000 కెల్విన్ డిగ్రీలు ఉంటుందని అనుకున్నాం కదా. ఉపరితలం ఉష్ణోగ్రత ఇంచుమించు 6,000 కెల్విన్ డిగ్రీలు. అంటే, కేంద్రం లో నుండి బయటకు వస్తూన్నకొద్దీ చల్లబడుతోందన్నమాట. ఇలా చల్లబడుతూన్న వాతావరణం గామా కిరణాలకి ఇష్టం ఉండదు. అందుకని ఢీకొట్టుకున్నప్పుడల్లా జరిగే భక్షణము (absorption), వమనము (re-emission) అనే ప్రక్రియలలో అత్యధిక శక్తి గల గామా-కిరణ ఫోటానులు తమ అస్తిత్వాన్ని త్యాగం చేసి, వాటి స్థానంలో తక్కువ శక్తితో ఉండే రకరకాల ఫోటానుల పుట్టుకకి దోహద పడతాయి. అంటే మొదట్లో ఉన్న గామా కిరణాల స్థానంలో క్రమేపీ x-కిరణాలు, అటుపైన ఆ x-కిరణాల స్థానంలో అత్యూద కిరణాలు (ultraviolet rays), అటుపైన కంటికి కనబడే కాంతి కిరణాలు, అటుపైన కంటికి కనపడని పరారుణ కిరణాలు (infra red) పుట్టుకొస్తాయి. ఉదాహరణకి ఒక్క గామా-కిరణ ఫోటాను తన అస్తిత్వాన్ని ధారపోసి దరిదాపు వెయ్యి x-కిరణ ఫోటానుల జన్మకి దారి తీస్తుంది. ఇదే విధంగా ఒక్క x-కిరణ ఫోటాను వెయ్యి కాంతి, పరారుణ ఫోటానుల జన్మకి కారణం అవుతుంది. మరొక విధంగా చెప్పాలంటే సూర్యుడి గర్భంలో పుట్టిన ఒకొక్క గామా-కిరణ ఫోటాను, సూర్యుడి ఉపరితలం చేరుకునే సరికి తన అస్తిత్వాన్ని పూర్తిగా కోల్పోయి, మిలియను కాంతి, పరారుణ ఫోటానుల సృష్టికి దోహదం చేస్తుంది. ఈ కాంతి ఫోటానులే సూర్యుడి ఉపరితలానికి వెలుగుని ఇస్తాయి. ఈ పరారుణ ఫోటానులే సూర్యుడి ఉపరితలానికి వేడినిస్తాయి.

ఇలా పుట్టుకొచ్చిన ఫోటానులు ఒకటి కాదు, రెండు కాదు, తండోపతండాలుగా, బిలియన్ల పైబడి సూర్యుడి ఉపరితలం నుండి అన్ని దిశలలోకీ వెదజల్లబడుతున్నాయి. ఇలా పుట్టుకొచ్చిన ప్రతి బిలియను (1,000,000,000) ఫోటానులలోను రెండే రెండు ఫోటానులు మాత్రం మన భూగ్రహాన్ని చేరుతున్నాయి; చేరి మనకి వేడి, వెలుతురు ఇచ్చి, మన మనుగడకి కారకులవుతున్నాయి. ఎక్కడో సూర్యుడి గర్భంలో పుట్టిన ఈ ఫోటాను జీవితం భూలోకం చేరుకోగానే రకరకాలుగా అంతం అయిపోతుంది. మన శరీరాన్ని తాకి వేడిగా

మారిపోవచ్చు. దూరదర్శినిలో ఉన్న అద్దాలకి తగిలి, పరావర్తనం చెంది, చివరికి కెమేరాలో ఉన్న సిలికాన్ చితుకు (silicon chip) కి తగిలి ఎలక్ట్రాన్‌గా మారి, విద్యుత్ వాకేతంగా (electrical signal) మారిపోవచ్చు.

మిగిలిన, బిలియన్ల పైబడి, ఫోటానులన్నీ అడవిగాసిన వెన్నెలలా అంతరాళపు అగాధంలోకి ఇంకిపోతున్నాయి.

టూకీగా అదండీ కాంతి కిరణం కథ!

16. ప్రకృతిలోని నాలుగు ప్రాథమిక బలాలు

ప్రకృతిలో నాలుగు ప్రాథమిక బలాలు (ఫండమెంటల్ ఫోర్సెస్, fundamental forces) ఉన్నాయని ఆధునిక భౌతిక శాస్త్రం చెబుతోంది. భగవంతుడు ఒక్కడే అయినప్పటికీ అతనికి సహస్ర నామాలు ఎలా ఉన్నాయో అలాగే విశ్వం ఆవిర్భవానికి మూలకారణమైన ఆదిశక్తి ఒక్కటే అయినప్పటికీ అది ఈ నాడు మనకి నాలుగు వివిధ బలాలుగా ద్యోతకమవుతున్నాదని విజ్ఞులు అభిప్రాయపడుతున్నారు. ఈ నాలుగూ పరస్పరమూ పొంతన లేకుండా విడివిడిగా ఉన్న నాలుగు విభిన్న బలాలా లేక ఒకే ఆదిశక్తి వివిధ రూపాలలో మనకి కనిపిస్తోందా అన్న సమస్య ఇరవై ఒకటవ శతాబ్దపు సమస్యగా మిగిలింది. ఈ నాలుగు బలాలలనీ సమస్త సిద్ధాంతం అనే ఒకే ఒక సిద్ధాంత చట్రంలో ఇమిడ్చి, పొదుపుగా వర్ణించాలనేది ఇరవైయొకటవ శతాబ్దపు గమ్యం అంటే అది అతిశయోక్తి అవదు.

ఈ నాలుగు ప్రాథమిక బలాల పేర్లూ ఇవి: గురుత్వాకర్షణ బలం, విద్యుదయస్కాంత బలం, బృహత్ సంకర్షక బలం (లేదా, త్రాణిక బలం), మరియు లఘు సంకర్షక బలం (లేదా నిస్త్రాణిక బలం). వీటి గురించి ఇప్పుడు కొంచెం సావధానంగా చెబుతాను.

1. గురుత్వాకర్షణ బలం

పదిహేడో శతాబ్దంలోనే నూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతాన్ని లేవదీశాడు. గురుత్వాకర్షణ బలం (gravitational force) విశ్వవ్యాప్తంగా ఉన్న బలం అని నూటన్ సూత్రీకరించేడు. ఈ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతంలో మనం అర్థం చేసుకోవలసిన అంశాలు రెండు. ఈ విశ్వంలో ప్రతీ వస్తువు ప్రతీ ఇతర వస్తువుని ఆకర్షిస్తోంది అన్నది మొదటి అంశం. రెండు వస్తువుల మధ్య ఉండే ఆకర్షణ బలం ఆ రెండు వస్తువుల గురుత్వం లేదా గరిమ (mass) మీదా, వాటి మధ్య

ఉండే దూరం మీదా ఆధారపడి ఉంటుందన్నది రెండవ అంశం. వస్తువుల గరిమ ఎక్కువ అయిన కొద్దీ వాటి మధ్య ఆకర్షణ పెరుగుతుంది. వస్తువుల మధ్య దూరం పెరిగిన కొద్దీ వాటి మధ్య ఆకర్షణ తరుగుతుంది. నూటన్ ఈ గురుత్వాకర్షణ బలం యొక్క లక్షణాలని సూత్రబద్ధం చెయ్యటమే కాకుండా ఈ సూత్రాలు విశ్వవ్యాప్తంగా అమలులో ఉంటాయని ఉద్ఘాటించేడు.

మన పరిసరాలలో ఉన్న ప్రాథమిక బలాలన్నిటికన్న ఈ గురుత్వాకర్షణ బలం వైనం మనకి ముందుగా అర్థం అయింది. ఎందుకంటే దీని ప్రభావాన్ని మనం ప్రతిరోజు అనుభవిస్తున్నాం కనుక.

మన దైనందిన జీవితంలో గురుత్వాకర్షణ "బరువు" (weight) రూపంలో చవి చూసే ఉంటాం. బియ్యపు బస్తాని వీపు మీద వేసుకుని మోసే కూలివాడితో "గురుత్వాకర్షణ చాలా బలహీనమైనది" అంటే వాడు నవ్వి పోతాడు. బస్తా అంత బరువుగా ఉన్నట్లు మనకి ఎందుకు భ్రమ కలిగిస్తుందంటే బస్తాలో ఉన్న ప్రతీ గింజకి, భూమిలో ఉన్న ప్రతి అణువుకి మధ్య ఉండే ఆకర్షణని అతిక్రమించే బలం ఉపయోగిస్తే కాని బస్తా కదలదు. మరొక ఉపమానం చెబుతాను. రెండు ప్రాథమిక రేణువుల మధ్య కూడ గురుత్వాకర్షణ ఉంటుంది; కాని అది ఎంత అత్యల్పం అంటే నేటి వరకు ఆ ఆకర్షక బలాన్ని ఎవ్వరూ గుర్తించి కొలవలేకపోయారు. మరొక సారూప్యం. ఒక ఎలక్ట్రానుకి, ఒక ప్రోటానుకి మధ్య ఉండే విద్యుదయస్కాంత ఆకర్షక బలం కంటె వాటి మధ్య ఉండే గురుత్వాకర్షక బలం 2x10E39 రెట్లు తక్కువ. గురుత్వాకర్షణ అంత నీరసమైనది!

నూటన్ తర్వాత ఇరవైయ్యవ శతాబ్దపు ఆరంభంలో అయిన్‌స్టయిన్ నూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతాన్ని కొద్దిగా సవరించి మెరుగులు దిద్దేడు. నూటన్ విశ్వంలో ఉన్న ఏ రెండు వస్తువులైనా ఎంత బలంతో ఆకర్షించుకుంటాయో లెక్క కట్టటానికి ఒక సూత్రం ఇచ్చేడు తప్ప ఆ రెండు వస్తువులు ఎందుకు, ఎలా ఆకర్షించుకుంటాయో చెప్పలేదు. అదేదో దైవ దత్తమైన లక్షణంలా వదిలేసేడు. అయిన్‌స్టయిన్ వచ్చి ఈ వెలితిని పూరించేడు. ఒక స్థలకాల

సమవాయంలో (spacetime continnum) గరిమ ఉన్న ఒక వస్తువుని ప్రవేశపెట్టినప్పుడు - తలగడ మీద బుర్ర పెట్టినప్పుడు తలగడ లొత్త పడ్డట్లు - ఆ స్థలకాల సమవాయం లొత్త పడుతుందనిన్నీ, ఆ లొత్త చుట్టుపట్ల ఉన్న చిన్న చిన్న వస్తువులు ఆ లొత్త లోకి దొర్లినప్పుడు పెద్ద గరిమ గల వస్తువు చిన్న గరిమ గల వస్తువుని ఆకర్షించినట్లు మనకి భ్రాంతి కలుగుతుందనిన్నీ అయిన్‌స్టయిన్ చెప్పేరు. ఇదే సాధారణ సాపేక్ష సిద్ధాంతం (General Theory of Relativity) చెప్పే ముఖ్యమయిన విషయం.

ఈ రెండు సిద్ధాంతాల మధ్య ఉన్న తేడాని చిన్న ఉదాహరణ ద్వారా వివరిస్తాను. గురుత్వాకర్షణ సూత్రానికి బద్ధమై భూమి సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతోంది కదా. ఇప్పుడు అకస్మాత్తుగా మంత్రం వేసినట్లు సూర్యుడు మాయం అయిపోయేడని అనుకుందాం. నూటన్ సిద్ధాంతం ప్రకారం సూర్యుడు ఇక లేడు అన్న విషయం భూమికి తక్షణం “తెలుస్తుంది”; ఎందుకంటే ఆకర్షణ బలం ఒక చోటు నుండి మరొక చోటికి ప్రయాణం చెయ్యటానికి పట్టే కాలం “సున్న” అని నూటన్ సిద్ధాంతం నమ్ముతుంది. కనుక సూర్యుడు అంతర్ధానమైన వెనువెంటనే భూమి తన గతి తప్పి విశ్వాంతరాళంలోకి ఎగిరిపోతుంది. ఇదే పరిస్థితిలో జరగబోయేదానిని అయిన్‌స్టయిన్ సిద్ధాంతం మరొక విధంగా చెబుతుంది. సూర్యుడు అంతర్ధానమైపోయాడన్న వార్త భూమి వరకు ఎలా వస్తుంది? గురుత్వాకర్షణ బలం సూర్యుడి నుండి భూమి వరకు ప్రసరించటం వలన కదా. ఈ బలం మన వరకు ప్రసరించి రాలేదంటే ఇహ అక్కడ సూర్యుడు లేడన్న మాటే కదా. ఈ గురుత్వ బలం కాంతి వేగంతో ప్రయాణం చేస్తుందని అయిన్‌స్టయిన్ నిరూపించేడు. సూర్యుడి దగ్గర బయలుదేరిన కాంతి మన భూమి వరకు రావటానికి ఉరమరగా ఎనిమిది నిమిషాలు పడుతుంది. కనుక సూర్యుడు అంతర్ధానమైపోయిన తరువాత మరొక ఎనిమిది నిమిషాల వరకు భూమికి ఆ విషయం తెలియదు. తెలిసిన తరువాతనే భూమి తన గతి తప్పి “ఎగిరి” పోతుంది. ఇక్కడ గుర్తు పెట్టుకోవలసిన విషయం ఏమిటంటే సూర్యుడి నుండి మన వరకు వార్త మోసుకొచ్చినది ఎవరా అంటే అది కాంతి వేగంతో ప్రయాణం చేసే గురుత్వ బలం.

2. విద్యుదయస్కాంత బలం

గురుత్వాకర్షణ బలం తరువాత మన అనుభవ పరిధిలో ఉన్న బలాలలో చెప్పుకో దగ్గది విద్యుదయస్కాంత బలం (electromagnetic force). పందొమ్మిదవ శతాబ్దం మధ్య వరకూ విద్యుత్ తత్త్వం వేరు, అయస్కాంత తత్త్వం వేరు అని అనుకునేవారు. ఈ రెండూ వేర్వేరు కాదని క్రమేపీ ఎలా అర్థం అయిందో చెబుతాను.

పూర్వం పడవలలో సముద్రయానం చేసే రోజులలో పడవ సముద్రంలో ఎక్కడ ఉందో తెలుసుకోటానికి దిక్సూచి అనే పరికరాన్ని వాడేవారు. ఈ దిక్సూచిలో అసిధార (knife edge) మీద విశృంఖలంగా తిరిగే సన్నని అయస్కాంతపు సూది ఒకటి ఉంటుంది. ఇది ఎల్లప్పుడూ ఉత్తర-దక్షిణ దిక్కులనే సూచిస్తూ ఉంటుంది. అయస్కాంతపు సూదికి ఈ లక్షణం ఎందుకు ఉందో మొదట్లో అర్థం కాకపోయినా ఈ లక్షణం సముద్రంలో పడవ ఎక్కడ ఉందో తెలుసుకోటానికి ఉపయోగపడింది. కాలక్రమేణా, మన భూగ్రహం కూడ ఒక పెద్ద అయస్కాంతంలా పనిచేస్తుందనీ, దిక్సూచిలో ఉన్న అయస్కాంతపు సూది ఎల్లప్పుడూ భూమి యొక్క అయస్కాంతపు ధ్రువాలవైపే మొగ్గుతుందనీ కనుక్కున్నారు. ఇలా మొగ్గటానికి కారణం అయస్కాంత బలం (magnetic force) అని ఉటంకించేరు.

ఈ అయస్కాంత బలం అయస్కాంతం చుట్టూ ఉన్న ప్రదేశమంతా ఆవహించి ఉంటుంది. ఇలా ప్రదేశం అంతటినీ ఏదైనా ఆవహించి ఉంటే దానిని శాస్త్రీయ పరిభాషలో క్షేత్రం (field) అంటారు. ఉదాహరణకి మడిలో వరి నారు నాటేమనుకుందాం. ఆ నారు మడి అంతటినీ ఆవరించి ఉండదు. నాగేటి చాలు వెంబడి, జానెడేసి దూరంలో ఒకొక్క మొక్క ఉంటుంది. కనుక ఆ నారుమడిని “క్షేత్రం” అనటానికి వీలు లేదు. కాని అదే మడిలో ఉన్న మట్టి మడి అంతటినీ ఆవరించి ఉంటుంది. మట్టి లేని స్థలం అంటూ ఉండదు. కనుక ఆ మడిలో "మట్టి క్షేత్రం" ఉంది, కాని "నారు క్షేత్రం" లేదు. ఒక అయస్కాంతం చుట్టూ ఉండే అయస్కాంతపు బలం

ఇలాంటి క్షేత్రమే. కనుక దీనిని "బల క్షేత్రం" (force field), లేదా అయస్కాంత బల క్షేత్రం (magnetic force field), లేదా అయస్కాంత క్షేత్రం (magnetic field) అంటారు.

ప్రకృతిలో మరొక బలం ఉంది. మేఘావృతమైన ఆకాశంలో తళతళా మెరుపులు మెరిసినప్పుడు ఈ బలం మన కళ్లకి కనబడుతుంది. మన ఇళ్లల్లో దీపాలకీ, మరెన్నో నిత్యకృత్యాలకీ వాడుకునే విద్యుత్తు ఈ జాతిదే. విద్యుత్తుని అధ్యయనం చేసే మొదటి రోజులలోనే దీనికీ అయస్కాంత బలానికీ మధ్య ఏదో అవినాభావ సంబంధం ఉందని తెలిసిపోయింది. నిజానికి ఈ రెండూ విభిన్నమైన బలాలు కావనీ, ఒకే శక్తి యొక్క రెండు విభిన్న రూపాలనీ జేంస్ క్లార్క్ మేక్స్వెల్ సా. శ. 1880 దశకంలో ఉద్ఘాటించి ఈ రెండింటిని విద్యుదయస్కాంత బలం (electromagnetic force) అని పిలవాలని, ఇది కూడ ఒక క్షేత్రమే అనీ సూచించేడు. ఒక నాణేనికి బొమ్మ బొరుసు ఉన్నట్లే ఒకే బలం ఒక కోణం నుండి విద్యుత్ బలం లాగా మరొక కోణం నుండి అయస్కాంత బలం లాగా మనని భ్రమింపచేస్తుందని ఈ సిద్ధాంతం సారాంశం.

విద్యుత్ బలం, అయస్కాంత బలం ఒకటే అని నిరూపించటానికి చిన్న ఉదాహరణ. ఒక రాగి తీగలో విద్యుత్తు ప్రవహిస్తూన్నప్పుడు ఆ తీగ చుట్టూ అయస్కాంతపు లక్షణాలు కనిపిస్తాయి. ఈ విషయాన్నే పరిభాషలో `తీగ చుట్టూ అయస్కాంత క్షేత్రం ప్రభవిస్తుంది' అంటారు. ఇదే విధంగా రెండు అయస్కాంత ధ్రువాల మధ్య ఉన్న క్షేత్రంలో ఒక రాగి తీగని కదిపితే ఆ తీగలో విద్యుత్తు ప్రవహిస్తుంది. (విద్యుత్ కేంద్రాలలో విద్యుత్తు పుట్టించటానికి ఈ లక్షణమే ఉపయోగపడుతుంది.) ఈ రెండింటిలో 'ఏది ముందు, ఏది తర్వాత?` అన్నది 'గుడ్డు ముందా, పిల్ల ముందా?' అన్న ప్రశ్న లాంటిదే. కనుక విద్యుత్ బలం, అయస్కాంత బలం అని విడివిడిగా అనటంలో అర్థం లేదు. అందుకనే ఈ ఉమ్మడి బలాన్ని విద్యుదయస్కాంత బలం అనీ, ఈ బలం ప్రభవిల్లే ప్రదేశాన్ని విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రం (electromagnetic field) అనీ అంటారు. ఇలా విద్యుత్ తత్వాన్నీ, అయస్కాంత తత్వాన్నీ సమాగమ పరచి ఒక తాటి మీదకి చేర్చిన ఘనత మేక్స్వెల్ కి దక్కింది.

బొమ్మ: జేంస్ క్లర్క్ మేక్స్‌వెల్

విద్యుదయస్కాంత బలం ఎంత శక్తిమంతమైనదో ఊహించుకోటానికి ఉదాహరణగా ఒక స్ఫురణ ప్రయోగం (thought experiment) చెబుతాను. ఇది ఊహా ప్రయోగం మాత్రమే. రెండు గుండ్రటి ఇనప బంతులని తీసుకుని, వాటిలో ఉన్న ఎలక్ట్రానులన్నిటిని బయటకి తీసేద్దాం. అప్పుడు ఆ రెండు గుళ్లు ధనావేశంతో ఉంటాయి కనుక అవి వికర్షణ పొందుతాయి; అంటే ఒకదాని నుండి మరొకటి దూరంగా జరుగుతాయి. ఈ వికర్షణ బలాన్ని కాని మనం కొలవగలిగితే అది 7x10E70 టన్నులు ఉంటుంది! ఇది ఊహాతీతమైన బలం అని వేరే చెప్పనక్కర లేదు.

ఇప్పటికి గురుత్వాకర్షణ బలం గురించీ, విద్యుదయస్కాంత బలం గురించీ కొంత అవగాహన వచ్చిందనే అనుకుంటున్నాను. ఇప్పుడు ఈ రెండు బలాల మధ్య ఉన్న పోలికలనీ, తేడాలనీ కొంచెం పరిశీలిద్దాం. మెదటి పోలిక. ఈ రెండు బలాల ప్రభావం చాల దూరం ప్రసరిస్తుంది. ఎక్కడో లక్షల మైళ్ళ దూరంలో ఉన్న సూర్య చంద్రుల గురుత్వాకర్షణ ప్రభావం వల్లనే కదా సూర్యుడి చుట్టూ భూమి, భూమి చుట్టూ చంద్రుడు ప్రదక్షిణాలు చేస్తున్నాయి. నిజానికి ఈ

గురుత్వాకర్షణ బలం ప్రభావం విశ్వంలో దిగద్దంతాల వరకు ప్రసరిస్తూనే ఉంటుంది. ఇదే విధంగా ఎక్కడో వేల మైళ్ళ దూరంలో ఉన్న మన భూమి యొక్క అయస్కాంత ధ్రువాల ప్రభావం పడవలోని దిక్సూచిలో ఉన్న అయస్కాంతపు సూది మీద పడుతోందని కూడ మనందరికీ తెలుసు. ఇంతటితో పోలిక అయిపోయింది.

ఇక ఈ రెండు బలాల మధ్య ఉన్న తేడాలు. గురుత్వాకర్షణ బలం యొక్క ప్రభావం గురుత్వం ఉన్న ప్రతి వస్తువు మీదా పడుతుంది. ఉదాహరణకి భూమి యొక్క గురుత్వాకర్షణ నా మీద, మీ మీద, చెట్టు మీద ఉన్న పండు మీద, ఆకాశంలో ఉన్న చంద్రుడి మీద, విశ్వాంతరాళంలో పరిభ్రమిస్తూన్న తోకచుక్కల మీద, ఇలా అన్నిటి మీదా పడుతూనే ఉంటుంది. అలా పడ్డ ఆకర్షణ బలానికి ఆయా వస్తువులు యథోచితంగా స్పందిస్తాయి. కాని విద్యుదయస్కాంత బలం ప్రభావం ధన, రుణ ధ్రువాలు ఉన్న అయస్కాంతాల మీదా, ధన, రుణ ఆవేశాలు ఉన్న ప్రోటాను, ఎలక్ట్రాను వంటి పరమాణువుల మీదా మాత్రమే ఉంటుంది. ఉదాహరణకి ఏ విద్యుదావేశం లేని నూట్రానుల మీద విద్యుదయస్కాంత బలం ప్రభావం సున్న. చెవిటి వాడి ముందు శంఖంలా ఏ విద్యుదావేశం లేని పదార్థాల మీద విద్యుదయస్కాంత బలానికి ఎటువంటి ప్రభావమూ లేదు.

మరొక తేడా. విద్యుదయస్కాంత బలం చాలా శక్తిమంతమైన బలం. గురుత్వాకర్షణ చాలా నీరసమైన బలం. ఈ తేడాని సోదాహరణంగా వివరిస్తాను. ఒక గుండు సూదిని చేతిలోంచి జార విడిస్తే భూమి యొక్క గురుత్వాకర్షణ బలానికి అది భూమి మీద పడుతుంది. ఉరమరగా 25,000 మైళ్లు వ్యాసం ఉన్న ఒక ఇనుము-రాయి తో చేసిన బంతి తన గరిమ పుట్టించే బలాన్ని అంతటినీ కూడగట్టుకుని లాగితే సూది భూమి మీద పడింది. అదే సూదిని పైకి లేవనెత్తటానికి (అంటే గురుత్వాకర్షణ బలాన్ని అధిగమించటానికి) వేలెడంత పొడుగున్న చిన్న అయస్కాంతపు కడ్డీ చాలు. ఈ చిన్న ప్రయోగం తో గురుత్వాకర్షణ బలం కంటె విద్యుదయస్కాంత బలం ఎంత శక్తిమంతమైనదో అర్థం అవుతుంది. గురుత్వాకర్షణ ఎంత నీరస మైనదో మరొక విధంగా కూడ చెబుతాను. విద్యుదయస్కాంత బలం గురుత్వాకర్షణ

బలం కంటె మిలియన్ బిలియన్ బిలియన్ బిలియన్ బిలియన్ (10E42) రెట్లు బలమైనది. ఇదే విషయాన్ని మరొక విధంగా కూడ చెబుతాను. రెండు ఎలక్ట్రానుల మధ్య ఉండే విద్యుదయస్కాంత వికర్షణ బలం ఆ రెండు ఎలక్ట్రానుల మధ్య ఉండే గురుత్వాకర్షక బలం కంటె 10E42 రెట్లు ఎక్కువ.

మరొక తేడా. మేక్స్వెల్ ప్రవచించిన నాలుగు విద్యుదయస్కాంత సూత్రాలని స్థూల ప్రపంచం లోనే కాకుండా అణుగర్భపు లోతుల్లో ఉన్న సూక్ష్మాతి సూక్ష్మ ప్రపంచానికి కూడ అనువర్తింపచెయ్య వచ్చు. ఇలా అణుగర్భంలో అనువర్తించే ఏ ప్రక్రియ పేరుకైనా సరే 'క్వాంటం' అనే విశేషణం వాడతారు కనుక ఇలా అణుగర్భానికి అనువర్తింపచేసిన విద్యుదయస్కాంత శాస్త్రాన్ని ఇంగ్లీషులో 'క్వాంటం ఎలక్ట్రో డైనమిక్స్' (Quantum Electro Dynamics or QED) అంటారు. ఈ QED ఆధునిక భౌతిక శాస్త్రం నిర్మించిన సిద్ధాంత సౌధాలన్నిటిలోకీ ఎంతో రమ్యమైనదీ, బాగా విజయవంతం అయినదీను. కాని, ఇదే విధంగా గురుత్వాకర్షణ సూత్రాలని కూడా అణుగర్భంలోని సూక్ష్మ ప్రపంచానికి ఎలా అనువర్తింప చెయ్యాలో (quantization of gravitational field) ఇంకా ఎవ్వరికీ బోధ పడ లేదు. అంటే అణుగర్భంలో గురుత్వాకర్షణ సూత్రాలు ఎలా పని చేస్తాయో ఇంకా ఎవ్వరికీ అంతు పట్ట లేదు. ఈ ఇబ్బందికి కొంతవరకు కారణం ఊహించవచ్చు. గురుత్వాకర్షణ స్వతహాగా చాల నీరసమైన బలం. పెద్ద పెద్ద వస్తువుల సమక్షంలో తప్ప ఈ బల ప్రదర్శన అనుభవం లోకి రాదు. అణుగర్భంలో ఉన్న పరమాణు రేణువుల సమక్షంలో ఉండే గురుత్వాకర్షణ అత్యంత స్వల్పాతి స్వల్పం; అందుచేత కొలవటం కూడ కష్టమే. టూకీగా చెప్పాలంటే విద్యుదయస్కాంత సూత్రాలనీ, గురుత్వాకర్షణ సూత్రాలనీ అనుసంధించి ఒకే ఉమ్మడి సూత్రంతో రెండింటిని వర్ణించటం ఇంకా సాధ్య పడ లేదు.

పైన చెప్పిన ప్రాథమిక బలాలతో పాటు మరో రెండు ప్రాథమిక బలాలు ఉన్నాయని ఇరవైయవ శతాబ్దంలో అవగాహన అయింది. ఈ రెండు బలాలూ మన దైనందిన జీవితాలలో తారస పడవు కనుక ఈ అవగాహన ఇంత ఆలశ్యంగా అయింది.

3. లఘు సంకర్షక బలం లేదా నిస్త్రాణిక బలం

సా. శ. 1896 లో హెన్రీ బెక్విరల్ రేడియోధార్మిక క్షీణత (radioactive decay) అనే ప్రకృతి లక్షణాన్ని గమనించేడు. కొన్ని పదార్థాలలోని అణుకేంద్రాలు (nuclei) బయటి బలాల ప్రమేయం ఏమీ లేకుండా తమంత తామే శిథిలమై పోయి ప్రోటానులు, ఎలక్ట్రానులు, నూట్రానులుగా కేంద్రం నుండి బయటికి వెలిగక్క బడతాయని (లేదా, ఉద్గారించబడతాయని) ఆయన గమనించేడు. మరొక బలం ప్రమేయం లేకుండా ఏదీ తనంత తాను మార్పు చెందదని నూటన్ ఎప్పుడో చెప్పేడు కదా. కనుక ఈ మార్పుకి ప్రేరణ కారణమైన బలం ఏదో అణుగర్భంలోనే దాగి ఉందని ఊహించి, దాని ఆచూకీ కనిపెట్టి, దానికి లఘు సంకర్షక బలం లేదా నిస్త్రాణిక బలం (weak interaction force or weak force or weak nuclear force) అని పేరు పెట్టేరు. ఇది ఉరమరగా విద్యుదయస్కాంత బలంలో వెయ్యో వంతు ఉంటుందని అంచనా.

"బీటా క్షీణత" (Beta decay) రేడియోధార్మిక క్షీణతకి ఒక ఉదాహరణ. ఈ బీటా క్షీణతలో ఒక అణు కేంద్రకం ఎవ్వరి ప్రమేయం లేకుండా, దానంతట అదే విచ్ఛిన్నం అయిపోయి, ఆ సందర్భంలో ఒక ఎలక్ట్రానుని, ఒక ఏంటీనూట్రినో (anti-neutrino) ని విడుదల చేస్తుంది. ఎక్కడో అణుగర్భంలో జరిగే ఈ తతంగం "బియ్యపు బస్తా"లా మన జీవితాలని తాకకపోవచ్చు. కాని ఈ ప్రక్రియ సహాయం లేకుండా సూర్యుడిలో శక్తి ఉద్భవించే ప్రక్రియలు సాధ్యం కావు. ఒక్క నిస్త్రాణిక బలం తప్ప మరే ఇతర బలమూ ఈ నూట్రినోల మీద ప్రభావం చూపలేవు. అందుకని ఈ నిస్త్రాణిక సంకర్షణలని అధ్యయనం చెయ్యటం ముఖ్యాంశం అయి కూర్చుంది. మన దైనందిన జీవితంలో ఈ నిస్త్రాణిక సంకర్షణ తారస పడదు. ఎందుకంటే దీని ప్రభావం అణుగర్భం కాదు కదా, అణుగర్భంలో ఉన్న ప్రోటాను గర్భం దాటి బయట కనిపించదు.

4. బృహత్ సంకర్షక బలం లేదా త్రాణిక బలం

ఇదే సందర్భంలో అణు గర్భంలో దాగి ఉన్న మరొక బలం యొక్క ఉనికిని కూడ కనుక్కున్నారు. దీనిని బృహత్ సంకర్షక బలం లేదా త్రాణిక బలం (strong interaction force or strong force or strong nuclear force) అంటారు. అణుగర్భంలో ఒక కణిక (nucleus) ఉంటుంది. దీని ఆకారాన్ని మన బూందీ లడ్డులా ఊహించుకోవచ్చు. బూందీ లడ్డులో చిన్న చిన్న పూసలు ఉంటాయి కదా. వీటిలో కొన్ని పచ్చవి, కొన్ని నల్లవి అనుకుందాం. పచ్చ వాటిని ప్రోటానులు గానూ, నల్ల వాటిని నూట్రానులు గానూ ఊహించుకుందాం. ఈ ప్రోటానులకి ధన విద్యుదావేశం ఉంటుంది. కనుక వాటి మధ్య వికర్షణ (repulsion) వల్ల ఇవి ఒకదాని పక్క మరొకటి ఉండలేవు. ఈ వికర్షణ బలానికి అవి నిజంగా చెల్లా చెదిరి పోవాలి. కాని అవన్నీ ఉండ కట్టుకుని ఎలా ఉండగలిగేయి? లడ్డుండలో అయితే ఉండ చితికి పోకుండా పాకం వాటిని బంధించి పట్టుకుంటుంది. అణుగర్భంలో ఉన్న ప్రోటానులు చెదిరి పోకుండా వాటి మధ్య కూడ మన పాకబంధ బలం లాంటి బలం ఒకటి ఉంది. ఇది విద్యుదయస్కాంత బలాన్ని మించిన బలం. ఇదే బృహత్ సంకర్షక బలం. ఇది ఆకర్షక బలం కనుక కేంద్రకంలో ఉన్న ప్రోటానులని, నూట్రానులని ఒక ఉండలా ఉంచగలుగుతోంది. నిజానికి ఈ త్రాణిక బలం క్వార్కులు అనే ఉప జనిత రేణువుల మధ్య ఉంటుందని అనుకోవచ్చు. క్వార్కుల గురించి మరొక చోట చెబుతాను.

5. బాహిరంగా ఈ నాలుగు బలాల మధ్యా తేడాలు

ఇంతటితో నాలుగు ప్రాథమిక బలాలనీ పరిచయం చెయ్యటం పూర్తి అయింది. ఈ నాలుగు బలాలూ ఒకే తల్లి అయిన ఆదిశక్తి నుండి ఉద్భవించేయని శాస్త్రవేత్తలు ఊహిస్తున్నారు, కాని స్థూల దృష్టికి ఆస్తులు పంచేసుకున్న అన్నదమ్ములలా ఈ నాలుగు ప్రకృతి బలాలు ఎవరి దారి వారిదే అన్నట్లు ప్రవర్తిస్తున్నాయి తప్ప ఒకే తల్లి పిల్లలలా ప్రవర్తించటం లేదు. ఈ నాలుగు బలాల మధ్యా ఎందుకింత వ్యత్యాసాలు? ఎందుకు వాటి లక్షణాలలో ఇంతింత

తేడాలు? ఇది పరిష్కారానికి లొంగని ఒక గడ్డు సమస్యగా తయారయి కూర్చుంది. ఈ సమస్యనే సోపానక్రమ సమస్య (hierarchy problem) అంటారు.

ఉదాహరణకి, గురుత్వాకర్షణ బలం తన ప్రభావాన్ని గురుత్వం ఉన్న పదార్థాల మీదే చూపిస్తుంది. విద్యుదయస్కాంత బలం యొక్క ప్రభావం ఆవేశపూరితమైన (charged) పదార్థాలమీదే. బృహత్ బలం ప్రభావం అంతా ఒక్క హేడ్రాన్ జాతి (ఉ. ప్రోటానులు, నూట్రానులు) కణాల మీదే కాని లెప్టాన్ జాతి (ఉ. ఎలక్ట్రానులు, నూట్రినోలు) మీద కాదు. లఘు బలం ప్రభావ పరిమితి లెప్టానులు, క్వార్కులకి పరిమితం (ఉ. బీటా విచ్ఛిన్న కార్యక్రమం సందర్భంలో). అంతే కాకుండా ఈ లఘు బలం ప్రోటాను పరిమాణంలో వందో వంతు దూరం వరకే.

ఈయీ బలాల ప్రభావ పరిధి కూడ విభిన్నమే. గురుత్వాకర్షణ బలం, విద్యుదయస్కాంత బలాల ప్రభావం చాల దూరం ప్రసరిస్తుందని చెప్పేను కదా. దూరం వెళుతూన్న కొద్దీ వీటి ప్రభావం తగ్గుతుంది కాని, మరీ అంత జోరుగా తగ్గదు. లఘు బలం, బృహత్ బలాల ప్రభావం అణు కేంద్రానికి పరిమితం; బయటకి రాగానే వాటి ప్రభావం ఏష్యం అయిపోతుంది. ఉదాహరణకి రెండు ప్రోటానులని దగ్గర దగ్గరగా, ఒక మిల్లీమీటరు దూరంలో పెట్టినా వాటి మీద బృహత్ బలం ప్రభావం కనిపించదు; కాని విపరీతమైన పీడనంతో వాటిని దగ్గరికి తొయ్యగలిగితే అప్పుడు ఇవి ఈ బృహత్ బలం ప్రభావానికి గురి అయి అతుక్కుపోతాయి. అంతేగాని సాధారణ పరిస్థితులలో అవే ప్రోటానులు వికర్షణ బలాల ప్రభావం వల్ల దూరంగా జరిగి పోతాయి. అణు కేంద్రానికి బయట విద్యుదయస్కాంత బలం ఎంతో బలవంతమైనది అయితే అణు కేంద్రపు పరిధిలో బృహత్ బలం అత్యంత బలవత్తరమైనది; ఈ బలం ముందు విద్యుదయస్కాంత బలం వెలవెల పోతుంది.

ఈ నాలుగు బలాల బలాబలాలు “తూకం” వేసి తూచేమనుకుందాం. అప్పుడు గురుత్వ బలం విలువ 1 (ఒకటి) అనుకుంటే, నిస్త్రాణిక బలం విలువ 10E25 ఉంటుంది. విద్యుదయస్కాంత బలం విలువ 10E36 ఉంటుంది. త్రాణిక బలం విలువ 10E38 ఉంటుంది.

బాహ్య లక్షణాలలో ఈ నాలుగు బలాల మధ్యా ఇంతింత తేడాలు ఉన్నా ఈ నాలుగు బలాలు ఒకే తల్లి నుండి పుట్టుంటాయని శాస్త్రవేత్తల నమ్మకం. విశ్వం ఆవిర్భవించిన తత్‌తక్షణ ఉత్తరక్షణాలలోనే ఆ తల్లినుండి (ఆదిశక్తి నుండి) ఈ నాలుగు బలాలూ, 12 ప్రాథమిక రేణువులూ, 16 అవశేష హిగ్స్ బలాలు, 16 అవశేష హిగ్స్ శక్తులూ, ఉద్భవించటం అనే ప్రక్రియని “అకస్మాత్ సౌష్టవ విచ్ఛిత్తి” (spontaneous symmetry breaking) అంటారు. ఈ పుట్టుక సమయంలో జంట కవలలా ప్రాథమిక బలాలు నాలుగూ తమతమ రూపు రేఖలు (అంటే అవి ప్రదర్శించే బలం, వాటి ప్రభావ పరిధి, వాటి సంకర్షక లక్షణాలు) దిద్దుకొని వేటి దారి అవి చూసుకోవటంతో మనకి అవి నాలుగు విభిన్నమైన భంగిమలలో కనిపిస్తున్నాయని శాస్త్రవేత్తల నమ్మకం. ఈ నమ్మకాన్ని ఆధారం చేసుకుని అంచెలంచెలుగా ప్రగతి పథంలోకి పయనం ఎలా జరుగుతోందో చెబుతాను.

17. ప్రామాణిక నమూనా

విశ్వస్వరూపాన్ని, విశ్వం యొక్క చరిత్రనీ అర్థం చేసుకోవటానికి ఈ విశ్వాన్ని నడిపిస్తూన్న నాలుగు ప్రాథమిక బలాలు, ఈ విశ్వ నిర్మాణానికి ఉపయోగపడే పన్నెండు ప్రాథమిక పరమాణు రేణువులు, ఈ బలాలకి, ఈ రేణువులకి మధ్య ఉన్న అవినాభావ సంబంధం అర్థం కావాలి. ఈ నాలుగు బలాలు, ఈ పన్నెండు రకాల రేణువులు కేవలం ఆదిశక్తికి మారు రూపాలనే నమ్మకం మనలో బలంగా ఉంది. ఈ నమ్మకాన్ని సిద్ధాంత రూపంలోనూ, గణిత సమీకరణాల రూపంలోనూ తీర్చి దిద్దితే వచ్చేదే ప్రామాణిక నమూనా (The Standard Model).

అణువులో ఒక కేంద్రకము (nucleus), దాని చుట్టూ తిరుగుతూ ఎలక్ట్రానులు ఉంటాయని మనలో చాల మంది ఉన్నత పాఠశాలలోనే నేర్చుకున్నాం. సూర్యుడి చుట్టూ గ్రహాలు తిరిగే మాదిరి కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రానులు తిగుతూన్నట్టు ఊహించుకోమని ఒక నమూనా చెబుతుంది. (ఇంతకంటె మంచి నమూనాలు మనకి ఉన్నాయి, కాని ప్రస్తుతం వాటి అవసరం ఇక్కడ లేదు.) ఈ అణుగర్భంలో ప్రోటానులు (protons), నూట్రానులు (neutrons) అనే రెండు రకాల రేణువులు (particles) ఉన్నాయని కూడ మనలో కొంతమందికి తెలుసు. ఎలక్ట్రానులకి ఋణ విద్యుదావేశము (negative electrical charge), ప్రోటానులకి ధన విద్యుదావేశము (positive electrical charge) ఉన్నాయనిన్నీ కూడ మనకి తెలుసు. నూట్రానులకి ఏ విధమైన విద్యుదావేశమూ లేదని కూడ మనకి తెలుసు. ఇంతవరకు ఉన్నత పాఠశాలలో కాని, కనీసం కళాశాలలో మొదటి సంవత్సరం కాని చెబుతారు.

ప్రయోగశాలలో అణువుని "చితక్కొట్టి" చూస్తే అప్పుడప్పుడు ఈ మూడే కాకుండా ఇంకా అనేక రకాల రేణువులు – ఎప్పుడూ కాకపోయినా, అప్పుడప్పుడు - కనిపిస్తూ ఉంటాయి.

వీటి జీవిత కాలం సర్వసాధారణంగా బుద్బుదప్రాయం. అంటే నీటి బుడగలా తక్కువ కాలం కనిపించి జీవితం చాలించే రకాలన్నమాట. ఈ రేణువులు జంతుప్రదర్శనశాలలో జంతువులులా చాల రకాలు ఉన్నాయి. వాటి లక్షణాలు వేర్వేరు. వాటి ఆయుర్దాయం విభిన్నం. వీటన్నిటినీ కూడగట్టి ప్రస్తుతానికి “ప్రాథమిక రేణువులు” (elementary particles) అని పిలుద్దాం. మొదట్లో ఎవ్వరికీ ఈ ప్రాథమిక రేణువుల వరస అర్థం అయి చావ లేదు. పరిస్థితి 1970 దశకం వరకు చాల అస్తవ్యస్తంగానూ, గందరగోళంగానూ ఉండేది. ఎంతోమంది శాస్త్రవేత్తలు ప్రయత్నం చేసి 1970 దశకంలో “ప్రాథమిక రేణువుల ప్రామాణిక నమూనా” (The Standard Model of Particle Physics) అనే ఒక సిద్ధాంతాన్ని లేవదీశారు. దాని గురించి ఇక్కడ చెబుతాను. “ప్రాథమిక రేణువుల ప్రామాణిక నమూనా” అన్న పదబంధం మరీ పొడుగ్గా ఉంది కనుక దీనిని టూకీగా ప్రామాణిక నమూనా (Standard Model) అందాం.

ఈ సందర్భంలో భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు విరివిగా వాడే “ఇంటరేక్షన్” (interaction) అనే ఇంగ్లీషు మాట యొక్క అర్థాన్ని కొంచెం అర్థం చేసుకుందాం. ఈ మాటని మనం తెలుగులో “సంకర్షణ” అందాం. ఈ మాటని చాల విశాల భావంతో వాడదాం. ఈ సందర్భంలో సంకర్షణ అంటే ప్రాథమిక రేణువులు చేసే ఏ పని అయినా, అవి పాల్గొనే ఏ కార్యం అయినా సంకర్షణే. ఉదాహరణకి, అల్పాయుర్దాయం ఉన్న ఒక రేణువు విచ్ఛిన్నం అయిపోయి రెండు, మూడు చిన్న చిన్న రేణువులుగా మారిపోవచ్చు. లేకపోతే, రెండు రేణువులు గుద్దుకొని, తదుపరి చెదిరిపోయి వేర్వేరు దారులలో పోవచ్చు. అలా కాకపోతే గుద్దుకోవటమనే సంకర్షణ ఫలితంగా కొత్త రేణువు పుట్టొచ్చు. లేదా, ఒక పదార్థపు రేణువు (matter particle), ప్రతిపదార్థపు రేణువు (antimatter particle) ఢీకొన్నప్పుడు ఆ రెండు రేణువులలో ఉన్న గరిమ (mass) ఏష్యం అయిపోయి ఆ స్థానంలో శక్తి పుట్టొచ్చు (ప్రత్యేక సాపేక్ష సిద్ధాంతంలోని E = mc^2 ప్రకారం). ఈ రకం ప్రక్రియలన్నిటినీ లుమ్మజుట్టి “సంకర్షణ” అనే పదం వాడతారు.

సంకర్షణలు నాలుగు రకాలు. అన్నిటికంటె బలహీనమైనది గురుత్వాకర్షక సంకర్షణ. అంతకంటె మరికొంచెం బలమైనది నిస్త్రాణిక సంకర్షణ. అంతకంటె బలవంతమైనది

విద్యుదయస్కాంత సంకర్షణ. అన్నిటి కంటె బలమైనది త్రాణిక సంకర్షణ. ఈ సంకర్షణలని గురించి గత అధ్యాయాలలో ఒకసారి చదువుకున్నాం; అక్కడ "ప్రాథమిక బలాలు" అన్నాం; ఇక్కడ అవే పేర్లతో సంకర్షణ అనే కొత్త భావాలని పిలుస్తున్నాం. సంకర్షణ అనేది రేణువుల మధ్య జరిగే ప్రక్రియ అయినప్పుడు ఇక్కడ బలాలని ఉద్దేశించి ఎందుకు అవే మాటలు వాడుతున్నామా అని మీలో సూక్ష్మగ్రాహులకి అనుమానం రావచ్చు. నిజమే! ఇక్కడ కూడ ఈ బలాలని ప్రసారం చెయ్యటానికి "కల్ల రేణువులు" (virtual particles) అనే మరొక రకం "ఊహజనిత" రేణువుల అవసరం వస్తుంది. వాటి గురించి తరువాత చెబుతాను, ప్రస్తుతానికి ముందుకి కదులుదాం. (ఇక్కడ చర్చ అంతా వేదాంత ధోరణిలో ఉంటుంది. వేదాంతం అర్థం చేసుకోవడం ఎంత కష్టమో ఇదీ అంతే కష్టం!)

సా. శ. 1970 కి పూర్వం ఈ నాలుగు సంకర్షక బలాలలో మనకి పరిపూర్ణంగా అర్థం అయినది విద్యుదయస్కాంత సంకర్షక బలం ఒక్కటే. సా. శ. 1864 లో మేక్స్వెల్, సంప్రదాయిక భౌతిక శాస్త్రపు (classical physics) పరిధిలో ఈ విద్యుదయస్కాంత సంకర్షక బలం యొక్క తత్త్వాన్ని పరిపూర్ణంగా గణిత సమీకరణాల ద్వారా వర్ణించి చెప్పేరు. మేక్స్వెల్ సాధించిన ఘనకార్యం ఏమిటంటే విద్యుత్ తత్త్వమూ, అయస్కాంత తత్త్వమూ వేర్వేరు కాదు, రెండూ ఒకటే అంటూ వాటిని సంధానపరచటం; అంటే ఈ రెండు ప్రక్రియలని ఒకే సిద్ధాంతంలో ఇమిడ్చి వర్ణించటం. మేక్స్వెల్ రోజులనాటికి అయిన్‌స్టయిన్ 1905 లో ప్రతిపాదించిన సాధారణ సాపేక్ష సిద్ధాంతం తెలియదు. అయినప్పటికీ మేక్స్వెల్ సమీకరణాలు నూటికి నూరు శాతం అయిన్‌స్టయిన్ సిద్ధాంతానికి బద్ధమై ఉండటం గమనించదగ్గ విషయం. ఆ మాటకొస్తే మేక్స్వెల్ సమీకరణాలే సాధారణ సాపేక్ష సిద్ధాంతానికి ప్రేరణ కారణాలన్నా అది అతిశయోక్తి కానేరదు.

ఇది ఇలా ఉండగా ఇరవయ్యవ శతాబ్దపు రెండవ దశకంలో పుట్టుకొచ్చిన గుళిక సిద్ధాంతం (Quantum theory) ప్రభంజనంలా చెలరేగటంతో భౌతిక శాస్త్రాన్ని కూకటి వేళ్లతో సవరించవలసి వచ్చింది. ఈ సవరణకి మేక్స్వెల్ సమీకరణాలు కూడ తలవొగ్గ వలసి వచ్చింది. ఈ సవరణకి కూడా ఆద్యుడు ఒక విధంగా అయిన్‌స్టయినే!. కాంతిని మనం

తరంగాలులా ఊహించుకున్నా కాంతి లోని శక్తి చిన్న మాత్రల (గుళికల) రూపంలో మనకి చేరుతున్నాదని ఆయన 1904 లో అన్నారు. కాంతి అయిన్‌స్టయిన్ చెప్పినట్లు గుళికలలా ఉంటుందా లేక మేక్స్వెల్ సమీకరణాలు చెప్పినట్లు తరంగాల మాదిరి ఉంటుందా అనే మీమాంశ ఒక దశాబ్దం పాటు అల్లరి పెట్టింది. అప్పుడు 1920 లలో డిబ్రోగ్లీ (de Broglie), ష్రోడింగర్ (Schrodinger), హైజెన్‌బర్గ్ (Heisenberg) ప్రభృతులు గుళిక సిద్ధాంత సౌధాన్ని సర్వాంగ సుందరంగా లేవనెత్తేరు. ఈ సిద్ధాంతం చెప్పే మౌలికాంశం లోని కీలకం చెప్పటం తేలికే. దాని పర్యవసానాలు అర్థం అవటానికి పరిశ్రమ చెయ్యాలి.

1. విద్యుదయస్కాంత తత్త్వాన్ని గుళిక సిద్ధాంతంతో సంధానపరచటం

గుళిక సిద్ధాంతం ప్రకారం ఏ ప్రయోగమైనా చేసినప్పుడు దాని ఫలితం ఇదమిత్థంగా తేల్చి చెప్పలేము. ఒక ప్రయోగానికి ఎన్నో ప్రత్యామ్నాయ ఫలితాలు ఉండొచ్చు. కొన్ని ప్రత్యామ్నాయాలకి సావకాశం ఎక్కువ, కొన్నిటికి తక్కువ. పరిభాషలో చెప్పాలంటే, “ఒక ప్రయోగ ఫలితం సంభావ్యత (probability) రూపంలో చెప్పగలం కాని ఇదమిత్థంగా చెప్పలేము.” మరొక విధంగా చెప్పాలంటే, “ఏకాకిగా ఉన్న ఒకేఒక ఎలక్ట్రాను ప్రవర్తన ఇదమిత్థంగా వర్ణించి చెప్పలేము, కాని ఎన్నో ఎలక్ట్రానుల సగటు ప్రవర్తన చెప్పగలం.” కనుక “మేక్స్వెల్ వర్ణించిన సమీకరణాలు ఒక ఫోటాను (photon) ప్రవర్తనని చెప్పటం లేదు; ఎన్నో కోట్ల ఫోటానుల ఉమ్మడి ప్రవర్తన తరంగాల రూపంలో మనకి కనిపిస్తున్నాది” అని మనం భాష్యం చెప్పుకోవాలని గుళిక సిద్ధాంతం ఆదేశిస్తోంది. ఇలా గుళిక సిద్ధాంతానికి, మేక్స్వెల్ సమీకరణాలకీ మధ్య - ఒక రకంగా చెప్పుకోవాలంటే – సంయోగం జరిగిపోయింది. దీన్ని మనం “గుళికీకరించబడ్డ విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతం” (quantization of electromagnetic theory) అందాం.

పునరుక్తి దోషం అనుకోకుండా గుళిక సిద్ధాంతంలోని మరొక మౌలికాంశాన్ని చెబుతాను. కాంతిని తరంగాలుగా కాని రేణువులుగా కాని ఊహించుకున్నట్లే, పదార్థాన్ని రేణువులుగా కాని, తరంగాలుగా కాని సమయానుకూలంగా ఊహించుకోవచ్చు.

2. విద్యుదయస్కాంత తత్త్వాన్ని సాపేక్ష సిద్ధాంతంతో సంధానపరచటం

ఎలక్ట్రానులు, ఫోటానులు వగైరా రేణువులు చాల సందర్భాలలో దరిదాపు కాంతి వేగంతో ప్రయాణం చేస్తూ ఉంటాయి. కాంతి వేగం మన సమీకరణాలలో జొప్పించాలంటే సాపేక్ష సిద్ధాంతం తప్పని సరి. కనుక గుళికీకరించబడ్డ విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతానికి సాపేక్ష సిద్ధాంతాన్ని కూడ జోడించవలసి వచ్చింది. ఇలా జోడించగా 1930 లో వచ్చిన సిద్ధాంతం పేరు గుళికీకరించబడ్డ విద్యుత్ గమన శాస్త్రం లేదా క్వాంటం ఎలక్ట్రో డైనమిక్స్ (Quantum Electrodynamics) లేదా, ముద్దుగా క్యు. ఇ. డి (QED). దీనిసే సాపేక్ష గుళిక క్షేత్ర సిద్ధాంతం (relativistic quantum field theory) అని కూడ అంటారు.

ఈ కొత్త సిద్ధాంతం మొదట్లో గణిత సంబంధమైన బాలారిష్టాలు చాలా ఎదుర్కోవలసి వచ్చింది. ఈ బాలారిష్టాలు ఏమిటో అర్థం కాకపోయినా పరవా లేదు కాని ఈ ఇబ్బందులన్నిటిని ఎదుర్కొని ఒక గట్టు ఎక్కేసరికి 1940 వచ్చేసింది. "ప్రతిప్రమాణాంకీకరణ"(renormalization) అనే పద్ధతితో గుళికీకరించబడ్డ విద్యుత్ గమనశాస్త్రానికి (Quantum Electrodynamics) గట్టి పునాదులు వేసిన ఘటికులలో రిచ్చర్డ్ ఫైన్‌మన్ (Richard Feynman) ఒకడు. అంటే గుళిక విద్యుత్ గమన శాస్త్రం (Quantum Electrodynamics) అనేది విద్యుదయస్కాంత తత్త్వాన్ని సాపేక్ష సిద్ధాంతం తోటీ, గుళిక సిద్ధాంతం తోటీ సమన్వయ పరచటం. ఇప్పటికీ ఈ సిద్ధాంతం నిరాపేక్షణీయంగా, సర్వాంగసుందరంగా వెలుగుతోంది.

ఈ హడావిడి అంతా ఒక్క విద్యుదయస్కాంత తత్త్వాన్ని ఆధునికీకరించటానికి మాత్రమే పరిమితం. ఇటువంటి ప్రయత్నమే మిగిలిన మూడు సంకర్షణలతో – అంటే, త్రాణిక,

నిస్త్రాణిక, గురుత్వ సంకర్షణలతో - కూడ చెయ్య గలిగితే సమస్త సిద్ధాంతం దొరికినట్లే! కాని క్యు.ఇ. డి. (QED) ఎడల రామబాణంలా పనిచేసిన ప్రతిప్రమాణాంకీకరణ (renormalization) అనే పద్ధతి క్యు.ఇ.డి. లో గురుత్వాకర్షణని ఇరికించటానికి ప్రయత్నం చేసినప్పుడు పని చెయ్యలేదు; మళ్లా పీడ కలలా వైపరీత్యాలు ప్రభవించటం మొదలెట్టేయి. ఇప్పటికీ గురుత్వాకర్షణని క్యు.ఇ.డి. లో ఇమడ్చలేకపోయారు.

3. నిస్త్రాణిక సంకర్షణ పరిస్థితి

ఇది ఇలా ఉండగా నిస్త్రాణిక సంకర్షణ పరిస్థితి ఎలా ఉందో చూద్దాం. దీని మీద లేవదీసిన సిద్ధాంతాల కథ కూడ QED కథతో సమాంతరంగా నడుస్తుంది. ప్రయోగాలు చెప్పేది ఒకటి, వాటిని గణిత బద్ధం చేసినప్పుడు వైపరీత్యాలని ఎదుర్కోవటం మరొకటి. మొత్తం మీద 1960 దశకంలో ఇదే పద్ధతి ఉపయోగించి విద్యుదయస్కాంత బలం, లఘు సంకర్షక బలం నిజానికి ఒకటే అని స్టీవెన్ వైన్‌బర్గ్, అబ్దుస్ సలాం విడివిడిగా రుజువు చేసేరు. విద్యుత్ బలం, అయస్కాంత బలం కలిసి విద్యుదయస్కాంత బలం అయినట్లే, విద్యుదయస్కాంత బలాన్నీ, లఘు సంకర్షక బలాన్నీ అనుసంధించగా వచ్చిన దానిని విద్యుత్ లఘు బలం (elctroweak force) అన్నారు వారు.

అనుసంధానం అంటే ఏమిటి? కొన్ని పరిస్థితులలో విద్యుదయస్కాంత బలానికీ నిస్త్రాణిక బలానికి మధ్య తేడా లేకపోవటం. పదార్థాల ఉష్ణోగ్రత 10E15 దాటితే ఈ రెండు బలాల మధ్య తేడా కనిపించదు. ఇంత ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత మహా విస్ఫోటనం జరిగిన కొత్తలో ఉండేది. కనుక సృష్ట్యాదిలో విద్యుదయస్కాంత బలం, నిస్త్రాణిక బలం ఒకేలా ఉండేవి. అదీ అనుసంధానం అంటే. దీనికి మరి కొంచెం వివరణ తరువాయి అధ్యాయంలో చెబుతాను.

4. విద్యుదయస్కాంత తత్వాన్ని బృహత్ బలంతో సంధానపరచటం

ఇదే పద్ధతిలో విద్యుదయస్కాంత బలాన్నీ బృహత్ బలంతో అనుసంధించగా వచ్చిన బలానికి, న్యాయంగా విద్యుత్ బృహత్ బలం (elctrostrong force) అని పేరు పెట్టాలి; కాని అలా జరగ లేదు – దానికి అర్థం పర్థం లేకుండా క్వాంటం క్రోమో డైనమిక్స్ (Quantum Chromo Dynamics or QCD) అని పేరు పెట్టేరు. ఈ దిశలో ఆఖరి అంచెగా విద్యుదయస్కాంత బలాన్నీ, లఘు బలాన్నీ, బృహత్ బలాన్ని అనుసంధించి దానికి ప్రామాణిక నమూనా (Standard Model) అని పేరు పెట్టేరు. ఈ ప్రామాణిక నమూనాలో చిన్న చిన్న లొసుగులు ఉన్నా చాల ఆదరణ పొందింది. ఈ నమూనాలో ఎలక్ట్రానులు, మ్యువానులు (వీటినే పూర్వం మ్యు-మీసానులు అనేవారు), నూట్రినోలు, క్వార్కులు, మొదలైనవి పదార్థం (matter) తయారీకి ముడి సరుకులు. ఈ పదార్థ రేణువుల మధ్య జరిగే సంకర్షణలు విద్యుదయస్కాంత, లఘు, బృహత్ బలాల మధ్యవర్తిత్వంలో జరుగుతాయి. ఇక్కడ ముఖ్యంగా గుర్తు పెట్టుకోవలసిన విషయం ఏమిటంటే ఈ ప్రామాణిక నమూనా లో గురుత్వాకర్షణ కి పాత్ర లేదు.

5. ప్రామాణిక నమూనాలో ప్రధానాంశాలు

ప్రామాణిక నమూనాలో ఉన్న ప్రధానాంశాలు ఏమిటో ముందు చెబుతాను. ప్రామాణిక నమూనా ప్రకారం ప్రకృతిలో ఉన్న ప్రతి వస్తువు కొన్ని ప్రాథమికమైన “కట్టడపు ఇటుకలు” (building blocks) తో నిర్మించబడింది. ఈ కట్టడపు ఇటుకల పేర్లు: క్వార్కులు (quarks), లెప్టానులు (leptons), బల వాహకాలు (force carriers). క్వార్కులు మూడు “వర్ణాలు” (colors) తో ఉంటాయి. ఈ మూడు వర్ణాలకి అప్ (up), ఛాం (charm), డౌన్ (down) అని పేర్లు పెట్టేరు. ఇక్కడ ప్రస్తావిస్తున్న పేర్లకి వేటికీ భౌతికమైన అర్థాలు లేవు. ఏ పేరు పెట్టాలో తెలియక వారికి అప్పటికి తోచిన పేర్లు పెట్టేరు. ఇదే విధంగా లెప్టానులు మూడు “జాతులు” అన్నారు. ఈ మూడు జాతులకి ఎలెక్ట్రాన్ (electron), మ్యువాన్ (muon), టావ్ (tau) అని పేర్లు పెట్టేరు. ఈ ఎలక్ట్రాను మనకి చిరపరిచితమయిన ఎలక్ట్రానే. ఇంతవరకు చెప్పిన

క్వార్కులు, లెప్టానులు సాధారణ పదార్థపు రేణువులు (ordinary matter particles). అన్నిటికన్నా చిన్నవి అని మనం ఇన్నాళ్లూ అనుకుంటూన్న అణువులు కూడ ఇంకా చిన్నవయిన ఈ ప్రాథమిక రేణువులతో చెయ్యబడ్డాయని ఈ కొత్త సిద్ధాంతం చెబుతోంది.

ఈ సాధారణ పదార్థపు రేణువులతో సరితూగుతూ ప్రతిపదార్థపు రేణువులు (antimatter particles or antiparticles) కూడ ఉన్నాయి, మన ప్రామాణిక నమూనాలో. వాటి పేర్లు కూడా చెప్పేస్తాను. ప్రతిక్వార్కులు (antiquarks) కూడ మూడు "వర్ణాలు" (colors) తో ఉంటాయి. ఈ మూడు వర్ణాలకి డౌన్ (down), స్ట్రేంజ్ (strange), బాటం (bottom) అని పేర్లు పెట్టేరు. ఈ పేర్లకి కూడ అర్థాలు ఏమీ లేవు. ఇదే విధంగా ప్రతిపదార్థపు లెప్టానులు మూడు "జాతులు." ఈ మూడు జాతులకి ఎలక్ట్రాన్ నూట్రినో (electron-neutrino), మువాన్ నూట్రినో (muon-neutrino), టావ్ నూట్రినో (tau-neutrino) అని పేర్లు పెట్టేరు. ఈ పేరాలో చెప్పినవి అన్నీ ప్రతిపదార్థపు రేణువులు (anti particles).

ఇంక చెప్పుకోవలసినవి బల వాహకాలు (force carriers). నిస్త్రాణిక సంకర్షణకి కావలసిన బల వాహకాలు మూడు. వాటి పేర్లు: W+, W-, Z0. వీటికి ఈ పేర్లే ఎందుకు పెట్టేరో తెలుసుకోటానికి ప్రయత్నించటం వ్యర్థం. విద్యుదయస్కాంత సంకర్షణకి కావలసిన బల వాహకం ఒక్కటే. దాని పేరు: ఫోటాను (photon). త్రాణిక సంకర్షణకి కావలసిన బల వాహకాలు ఎనిమిది. వాటన్నిటిని కలగలిపి గ్లువానులు (gluons) అంటారు.

ఇంకా వివరాలు చెప్పి విసిగించటం ఇష్టం లేదు కాని పైన చెప్పిన వివరణలో చిన్న చిన్న మినహాయింపులు ఉన్నాయి. భౌతిక శాస్త్రంలో ప్రావీణ్యత ఉన్నవారు క్షమించగలరు.

18. ప్రకృతిలోని పన్నెండు ప్రాథమిక రేణువులు

ప్రకృతిలో పన్నెండు ప్రాథమిక పరమాణు రేణువులు ఉన్నాయని అనుకున్నాము కదా. ఇన్ని రేణువులు ఉండటంతో వీటిలో వరసా వావీ ఉంటే బాగుంటుందనే కోరిక ఉండటం సహజం. ప్రకృతిలో వీటి పాత్ర ఏమిటో అర్థం అవాలంటే ముందుగా ఈ రేణువుల ఆకార వికారాలు అర్థం కావాలి. ఈ సందర్భంలో ఈ రేణువులని చిన్న చిన్న బంతుల మాదిరి ఊహించుకుందాం. ఈ బంతులకి మూడు ముఖ్యమైన లక్షణాలు ఉంటాయి: విద్యుదావేశం (electric charge), గరిమ (mass), భ్రమణం (spin).

విద్యుదావేశం అనే లక్షణం ఈపాటికి అందరికీ పరిచయం అయిపోయి ఉండాలి. కొన్ని రేణువులకి ఆవేశం ఉంటుంది, కొన్నింటికి ఉండదు. అవేశం ఉంటే అది ధనావేశమో, రుణావేశమో అవాలి. ఆవేశం లేని వాటిని తటస్థంగా ఉన్నాయని అంటాం. ఉదాహరణకి ఎలక్ట్రానుకి రుణావేశం ఉంది. ఫోటానుకి ఏ ఆవేశమూ లేదు – అది తటస్థ రేణువు.

ఇదే విధంగా కొన్ని రేణువులకి గరిమ ఉంటుంది, కొన్నింటికి ఉండదు. ఆయిన్‌స్టయిన్ సిద్ధాంతం ప్రకారం గరిమ అనేది శక్తికి మరొక రూపం. గరిమని శక్తి గాను, శక్తిని గరిమ గాను మార్చవచ్చు. గరిమ శక్తిగా మారటం వల్లనే అణు బాంబుకి ఆ శక్తి వచ్చింది, సూర్యుడికి ఆ వేడి, వెలుగు వచ్చేయి.

ఇక మిగిలిన మూడో లక్షణం పేరు భ్రమణం. ప్రాథమిక రేణువులు చిన్న గోళీ ఆకారంలో ఉన్నట్లూ, అవి బొంగరంలా గిరగిరా ఊహించుకోవటం పరిపాటి. ఇది కేవలం ఊహా చిత్రణ మాత్రమే. ప్రాథమిక రేణువు గోళీలా ఉంటుందో, ఉండదో మనకి తెలియదు, అది గిరగిరా తిరుగుతోందో లేదో కూడ మనకి తెలియదు. కాని బొంగరం తిరిగేటప్పుడు దానికి కోణీయ

భారగతి (angular momentum) అనే లక్షణం ఒకటి ఉంటుంది. ఆ లక్షణానికి "భ్రమణం" అని పేరు కూడ ఉంది. ప్రాథమిక రేణువులని గణిత పరంగా వర్ణించేటప్పుడు ఇదే రకం లక్షణం పొడచూపుతుంది. అందుకని ఈ రకం భ్రమణానికి "భ్రమణ కోణీయ ధృతిగతి" (spin angular momentum) అని పేరు పెట్టేరు. ఇలాంటి "భ్రమణం" ఉన్న రేణువుకి ఉదాహరణ ఎలక్ట్రాను.

ఇదే విషయాన్ని మరొక రకంగా కూడ చెబుతాను. నిజానికి ఎలక్ట్రాను బొంగరంలా ఉండదు. కనీసం రేణువులా కూడ ఉండదు; అది గిలగిల కొట్టుకుంటూన్న తరంగంలా ఉంటుందని ఊహించుకుంటారు చాలమంది. విద్యుదయస్కాంత తరంగాలకి రెండు రకాల తలీకరణలు ("పోలరైజేషన్"లు) ఉన్నట్లే ఈ ఎలక్ట్రాను తరంగానికి కూడ రెండు పోలరైజేషన్‌లు ఉంటాయి. ఎలక్ట్రాన్ తరంగం ఒక రకం తలీకరణ పొంది ఉంటే దానిని +1/2 భ్రమణం (+1/2 spin) అనిన్నీ మరొక రకం తలీకరణ పొంది ఉంటే దానిని -1/2 భ్రమణం (-1/2 spin) అనిన్నీ అంటారు. ఈ సూక్ష్మం అర్థం కాకపోయినా పరవా లేదు.

ప్రాథమిక రేణువుల భ్రమణం ఇష్టం వచ్చినట్లు ఉండటానికి వీలు లేదు; అవి కొన్ని నిబంధనలు పాటించాలి. కొన్ని రేణువులకి భ్రమణం లేనే లేదు. అంటే వాటి భ్రమణం సున్న. ఒక రేణువుకి భ్రమణం ఉందంటే అది సరిగ్గా ఎలక్ట్రాను భ్రమణం ఎంతుందో అంతేనా ఉంటుంది లేక మూడింతలు ఉంటుంది; అంతే, మరే విలువ ఉండటానికి వీలు లేదు.

ఈ భ్రమణం విలువ ఆధారంగా ప్రాథమిక రేణువులని రెండు జాతులుగా విడగొట్టేరు: బోసానులు, ఫెర్మియానులు. బోసాను అనేది సత్యేంద్ర బోస్ గౌరవార్థం పెట్టిన పేరు. ఎన్‌రికో ఫెర్మీ గౌరవార్థం పెట్టిన పేరు ఫెర్మియాను. ఒక రేణువు యొక్క భ్రమణం విలువ సున్న అయినా లేక ఎలక్ట్రాను భ్రమణం కంటె రెట్టింపు ఉన్నా అది బోసాను జాతి రేణువు. ఒక రేణువు యొక్క భ్రమణం విలువ ఎలక్ట్రాను భ్రమణం విలువతో సమానంగా ఉన్నా, ఎలక్ట్రాను విలువ కంటె మూడు రెట్లు ఉన్నా అది ఫెర్మియాను. ఇదే విషయాన్ని మరొక

విధంగా చెబుతాను. ఎలక్ట్రాను భ్రమణం ½ అనుకుంటే ఫెర్మియానుల భ్రమణం ½ కాని 3/2 కాని ఉంటుంది, బోసానుల భ్రమణం 0 కాని 1 కాని ఉంటుంది.

ఇంత కష్టపడి ఈ రెండు జాతులనీ ఇలా విడతీయటానికి ఒక కారణం ఉంది. ఈ రెండు జాతుల రేణువుల ప్రవర్తనలోనూ చాల తేడాలు ఉన్నాయి. ఈ రేణువులని – చాల రేణువులని – ఇరుకైన చోట ఇరికించటానికి ప్రయత్నించినప్పుడు వీటి ప్రవర్తనలో తేడా స్పష్టంగా కనిపిస్తుంది. ఉదాహరణకి ఫెర్మియానులని బంతులు మాదిరి ఊహించుకుందాం. ఒక డబ్బాలో నిర్దిష్టమైనన్ని బంతులు పడతాయి కాని ఎక్కువ కుక్కుదామన్నా పట్టవు. అమెరికాలో 40 కుర్చీలు ఉన్న బస్సుల్లో నలభయి మందే పడతారు – కుర్చీకొక వ్యక్తి చొప్పున. ఫెర్మీ అమెరికాలో బతికేడు కనుక బస్సులో నలభై కుర్చీలు ఉంటే నలభై మందే పడతారనుకుని ఆ పద్ధతిలోనే – కుర్చీకొక ఎలక్ట్రాను అనుకుని - లెక్కలు చేసేవాడు.

సత్యేంద్ర బోసు పుట్టి పెరిగిన పవిత్ర భారత దేశం సంగతి ఫెర్మీకి ఏమి తెలుసు? సత్యేంద్ర బోసుజీ కలకత్తాలో బస్సులే చూసేడో లేక మా అనకాపల్లి-చోడవరం బస్సులే చూసేడో మనకి తెలియదు కాని బస్సులో ప్రయాణీకులని కుక్కే పద్ధతిని ఉపమానంగా ఉపయోగించి, “అరెరె, మనం బస్సులో ఎంతమందిని కుక్క గలిగితే అంతమంది పడతారు కదా – కుర్చీకి ఒకొక్క వ్యక్తేమి కర్మ” అని ఆలోచించి బెంగాలీ వాడి ధోరణిలో “కుక్కరా నాసామి రంగా” అంటూ – బంతులు మెత్తగా ఉన్నాయని ఊహించుకొని – కుర్చీకి ఒకటి అనే మొహమాటం లేకుండా ఎన్ని బంతులు కుక్కచ్చో లెక్క వేసేడు. బోసు గారు చెప్పినట్లు వినే రేణువులని బోసానులు అన్నారు. ఉదాహరణకి ఫోటాను బోసాను జాతి రేణువు.

ప్రకృతిలో పన్నెండు ప్రాథమిక రేణువులు ఉన్నాయని చెప్పేను కదా. ఈ పన్నెండు రేణువులు కూడ ఫెర్మియాను జాతి రేణువులే! వీటికి గరిమ ఉంది. ఇవి కుర్చీలో కూర్చుంటే అదే కుర్చీలో మరొకరిని కూర్చోనివ్వవు. అందుకనే ఈ రకం రేణువులతో కట్టిన గోడని గుద్దిదే తల బొప్పికడుతుంది తప్ప గోడ దాటి అవతలకి వెళ్లలేము. ఈ పన్నెండు రేణువులని రెండు

వర్గాలుగా విభజించవచ్చు: ఒక వర్గం పేరు క్వార్కులు, రెండవ వర్గం పేరు లెప్టానులు – అంటే తేలిక అయినవి అని అర్థం. క్వార్కు అన్న మాటకి అర్థం పర్థం లేదు. మన ఎలక్ట్రాను లెప్టాను వర్గానికి చెందిన ఫెర్మియాను జాతి ఆవేశపూరితమైన రేణువు.

లెప్టానులని, క్వార్కులని ఇలా రెండు వర్గాలుగా విడగొట్టటానికి కారణం ఉంది. లెప్టానులు స్వయం ప్రతిపత్తితో ఏకాకులుగా బతక గలవు. క్వార్కులు విడిగా బతక లేవు. క్వార్కులకి విడిగా అస్తిత్వం లేదు; అవి ఎప్పుడూ రెండుగా కాని, మూడుగా కాని కూడి ఉంటాయి. ప్రోటానులు, నూట్రానులు కూడ మూడేసి క్వార్కుల మూకలు. ప్రోటానులో రెండు “ఎగువ” క్వార్కులు, ఒక “దిగువ” క్వార్కు ఉంటే నూట్రానులో ఒక ఎగువ క్వార్కు, రెండు దిగువ క్వార్కులు ఉంటాయి. దిగువ క్వార్కుల గరిమ ఎగువ క్వార్కుల గరిమ కంటె ఒక్క రవ ఎక్కువ. అందుకనే నూట్రాను గరిమ ప్రోటాను గరిమ కంటె ఒక్క రవ ఎక్కువ.

ప్రకృతి లెప్టానులకి ఎందుకు స్వతంత్ర ప్రతిపత్తి ఇచ్చింది? క్వార్కులని ఉమ్మడిగా బతకమని ఎందుకు శాసించింది? దీనికి సమాధానం చెప్పాలంటే ప్రాథమిక రేణువుల మధ్య సంకర్షణ ఎలా జరుగుతుందో అర్థం చేసుకోవాలి. ఈ ప్రశ్నకి సమాధానం ఒక స్ఫురణ ప్రయోగం ద్వారా వెతుకుదాం. ఉదాహరణకి ఒక సరళ రేఖ మీద ఈ చివర ఒక ఎలక్ట్రాను, ఆ చివర ఒక ఎలక్ట్రాను ఉన్నాయనుకుందాం. ఈ రెండు ఎదురెదురుగా ఎంతో జోరుగా ప్రయాణం చేస్తున్నాయని అనుకుందాం. రెండు బంతులు ఎదురెదురుగా ప్రయాణం చేస్తూన్నప్పుడు గుద్దుకోవూ? అలాగే ఈ రెండు ఎలక్ట్రానులు గుద్దుకోవాలి. కాని గుద్దుకోవు, గుద్దుకోలేవు. ఎందు వల్ల? రెండింటికి ఋణ విద్యుదావేశం ఉంది కనుక అవి ఒకదానికొకటి కొంత దగ్గరగా వచ్చేసరికి వాటి జోరు తగ్గిపోయి, ఆగిపోయి, వికర్షణ బలం వల్ల వెనక్కి తిరిగిపోతాయి. అంటే ఈ ఎలక్ట్రానులు రెండింటికి ఎదురుగా తనలాంటి ఋణావేశం ఉన్న మరొక ఎలక్ట్రాను వస్తున్నాదని తెలిసిందన్న మాటే కదా! ఎలా తెలిసింది?

సిద్ధాంతం ఏమిటంటే ఈ ఎలక్ట్రానులు ఎల్లప్పుడూ వాటి స్వభావాలని, అస్తిత్వాలని అలా ప్రసారం చేస్తూ ఉంటాయి. ఎదురుగా వచ్చే రేణువు ఆ ప్రసారం చూసి (విని? స్పర్శించి?), ఎదురుగా వచ్చే రేణువు తనలాంటిదే అని తెలుసుకుని, వెనక్కి తగ్గుతుంది. ఈ వార్తా ప్రసారం ఎలా జరుగుతుంది? ఒక ప్రశ్నకి సమాధానం వెతుకుతూంటే మరొక ప్రశ్న ఎదురయింది. ఈ రెండవ ప్రశ్నకి సమాధానం కావాలంటే ఒక డొంక తిరుగుడు దారి పట్టుకోవాలి. ఆ డొంక దారిని మరొక అధ్యాయంలో పరిశీలిద్దాం. ప్రస్తుతానికి కథ ముందుకి కదలాలి కనుక, టూకీగా ఒక ఒప్పందానికి వద్దాం. నిజమైన పరమాణు రేణువులు వాటి స్థితి గతులని చాటించటానికి “కల్ల రేణువులు” (virtual particles) అనే వాటిని సృష్టించి అలా ప్రసారం చేస్తూనే ఉంటాయి. కనుక మన కథలో కల్ల రేణువులు వార్తాహరులన్న మాట. మన కథనం ఎలక్ట్రానులతో మొదలెట్టేము కనుక ఇక్కడ పని చేసే కల్ల రేణువుల పేరు “కల్ల ఫోటానులు”. ఫోటాను అంటే ఏమిటి? రేణువు రూపంలో ఉన్న విద్యుదయస్కాంత వికిరణం. కనుక విద్యుదయస్కాంత బలం యొక్క వార్తాహరి ఫోటాను.

ఇదేవిధంగా ప్రకృతిలో ఉన్న నాలుగు ప్రాథమిక బలాలకి ప్రత్యేకమైన వార్తాహరులు ఉన్నాయి. నిస్త్రాణిక బలానికి సంబంధించిన కల్ల రేణువుల పేరు W, Z బోసాను రేణువులు. ఈ రెండు రేణువుల గరిమ చాల ఎక్కువ (ఎలక్ట్రాను గరిమతోటీ, ప్రోటాను గరిమతోటీ పోల్చితే), కనుక వీటి ప్రభావ పరిధి చాల తక్కువ. ఇదెలాగంటే, గరిమ ఎక్కువ కనుక, E=mc^2 సూత్రం ప్రకారం, వీటిలో నిక్షిప్తమైన శక్తి కూడ ఎక్కువే. శక్తిమంతమైన వికిరణం కనుక ఈ కల్ల రేణువుకి సంబంధించిన పదార్థ తరంగాల శిఖమధ్యదూరం (wavelength of matter waves) తక్కువ. వీటి ప్రభావ పరిధి ఈ తరంగాల శిఖమధ్యదూరానికి పరిమితం కనుక నిస్త్రాణిక బలం ఎంతో దూరం ప్రసరించ లేదు. నిజానికి ఈ బలం ప్రభావం అణుగర్భం దాటి బయట ఉండదు.

ఇప్పుడు త్రాణిక సంకర్షణ బలం విషయం చూద్దాం. అణు కేంద్రకంలో ఉన్న ప్రోటానులకి ధన విద్యుదావేశం ఉంటుంది కనుక వాటి మధ్య విద్యుదయస్కాంత వికర్షణ బలం ఉంటుంది. ఈ

వికర్షణకి అవి దూర దూరంగా జరిగిపోవాలి. కాని అవి పాకం పట్టిన లడ్డుండలో పూసలులా గట్టిగా అతుక్కుని ఎలా ఉండగలుగుతున్నాయి? దీనికి కారణం విద్యుదయస్కాంత బలాన్ని మించిన మరొక బలం. అదే త్రాణిక సంకర్షణ బలం. ఇది ఆకర్షక బలం కనుక కేంద్రకంలో ఉన్న ప్రోటానులని, నూట్రానులని ఒక ఉండలా ఉంచగలుగుతోంది. నిజానికి ఈ త్రాణిక బలం “క్వార్కులు” మధ్య ఉంటుంది. ఈ క్వార్కులు ఊహ జనిత రేణువులు. ఈ క్వార్కులంటే మొదట్లో ఎవ్వరికీ అర్థం కాలేదు. వాటిని ఎవ్వరూ “చూడ” లేదు. కాని ప్రోటానుల నిర్మాణానికీ, నూట్రానుల నిర్మాణానికి ఈ క్వార్కులు అవసరం. ఈ క్వార్కుల మధ్య ఉండే “పాక బంధం” లేదా జిగురు బంధం పేరు గ్లువాను. ఈ గ్లువాను కూడ కల్ల రేణువే. మూడేసి క్వార్కులని ఒక రబ్బరు తాడుతో బంధించినట్లు ఊహించుకోండి. అప్పుడది ఒక ప్రోటాను కాని నూట్రాను కాని అవుతుంది. ఆ క్వార్కులని కట్టకట్టిన రబ్బరు తాడు గ్లువాను అన్న మాట.

గ్లువానులు పనిచేసే విధానం చమత్కారంగా ఉంటుంది. మన మూడు క్వార్కులు ఒద్దికగా, ఒకదాని దగ్గరగా మరొకటి ఉంటే ఈ రబ్బరు తాడు ఒదులుగా ఉండి – ఉన్నా లేనట్లే దాని ప్రభావం చూపించలేదు. ఈ క్వార్కులు దూరంగా జరిగేయంటే రబ్బరు తాడు బిగుసుకుపోయి క్వార్కులని దగ్గగా లాగుతుంది. అంటే ఏమిటన్న మాట? క్వార్కుల మధ్య దూరం పెరిగే కొద్దీ వాటి మధ్య ఆకర్షక బలం పెరుగుతుంది. ప్రకృతిలో ఉన్న మిగిలిన మూడు బలాల ప్రభావమూ దూరం పెరిగే కొద్దీ తరుగుతుంది; కాని క్వార్కుల విషయంలో ఇది వ్యతిరేకం.

ఈ కథ ఇంతటితో అవలేదు. క్వార్కుల మధ్య ఉండే ఈ ఆకర్షక పరిధి అత్యల్పం. ఎంత “అత్యల్పం” అంటే ఒక ప్రోటాను గర్భంలో ఉన్న క్వార్కు అదే గర్భంలో ఉన్న మరొక క్వార్కుని ఆకర్షించగలదు, అది సరే. పొరుగున ఉన్న ప్రోటాను గర్భంలోని క్వార్కు మీద ఈ ప్రభావం కనపడాలంటే ఆ పొరుగున ఉన్న ప్రోటాను 10E-15 మీటర్లు దూరంలోకి రావాలి. అంత దగ్గరగా వచ్చేయంటే త్రాణిక బలం ప్రభావానికి అవి అతుక్కుపోతాయి. అణుగర్భంలో ప్రోటానులు, నూట్రానులు ఇంతింత దగ్గరగా ఉండబట్టే ఆ గర్భాన్ని విచ్ఛిన్నం చేయటం బహు కష్టం.

ఇంతవరకు వార్తలని మోసే కల్ల కణాలని మూడింటిని చూసేం. విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రపు వార్తాహరి ఫోటాను, నిస్త్రాణిక క్షేత్రపు వార్తాహరులు రెండు, త్రాణిక క్షేత్రపు వార్తాహరి గ్లువాను. ఇవన్నీ బోసాను జాతి రేణువులే. వీటికి గరిమ లేదు.

ఇదే విధంగా గురుత్వాకర్షణ క్షేత్రాన్ని కూడ గ్రేవిటాను అనే వార్తాహరిని ఉపయోగించి వర్ణించగలమా అని శాస్త్రవేత్తలు శ్రమిస్తున్నారు. ఇంకా ఆ శ్రమ ఫలించలేదు.

19. శూన్యం యొక్క నిర్మాణ శిల్పం

విశ్వంలో అత్యంత సంక్లిష్టమైనది ఏది?

భారత కథలో యక్ష ప్రశ్న లాంటి ప్రశ్న ఇది.

ఈ ప్రశ్నకి సరి అయిన సమాధానం "శూన్యం" అని నేను చెబితే మీరు ఆశ్చర్యపోతారు.

శూన్యం (vacuum) అంటే ఖాళీ అని మనం నేర్చుకున్నాం. ఖాళీ అంటే అక్కడ పదార్థం లేదు, వికిరణం లేదు, ఏమీ లేదనే ఇన్నాళ్లూ మనకి నేర్పేరు. కాని గుళిక సిద్ధాంతం వచ్చిన తరువాత అదంతా తారుమారు అయింది. గుళిక సిద్ధాంతం ప్రకారం శూన్యం అనేది చాల నిండుగా ఉన్న ప్రదేశం, చాల చర్యాశీలత గల ప్రదేశం. శూన్యం నిండా అదృశ్యమైన రేణువులు ఉన్నాయి, శక్తులు ఉన్నాయి, బలాలు ఉన్నాయి. అసలు ఈ సృష్టి రహస్యం శూన్యంలోనే ఉందని ఇప్పుడు బాగా చలామణీలో ఉన్న నమ్మిక. విశ్వవ్యాప్తంగా ఉన్న గురుత్వాకర్షణ శక్తిని తోసి రాజని క్షీరసాగరాలు జోరుగా పరిగెత్తుకుపోతున్నాయంటే దానికి కారణభూతమైన అదృశ్య శక్తి శూన్యంలోనే ఉందనిన్నీ, ఉల్లిగడ్డలా గుండ్రంగా ఉందని మనం అనుకుంటూన్న విశ్వాన్ని బల్లపరుపుగా చదును చేసేస్తూన్న అదృశ్య శక్తి సూన్యంలోనే దాగి ఉందనిన్నీ ఇటీవల శాస్త్రవేత్తల సరికొత్త నమ్మకం. అసలు బృహత్ విస్ఫోటనంలోని బ్రహ్మ రహస్యం శూన్యంలోనే దాగి ఉందని అంటున్నారు.

ఏ పుచ్చకాయో తిని పిచ్చెక్కిన వాడి ఆలోచనలా ఉన్న ఈ రకం ఆలోచనకి మూల స్తంభం గుళిక శాస్త్రపు సంస్థాపకులలో ఒకడైన హైజెన్‌బర్గ్ ఉటంకించిన సందిగ్ధ సూత్రం (principle of uncertainty). గుళిక శాస్త్రపు గణితంతో కుస్తీపడుతూ ఉన్న సమయంలో ఆ గణిత సమీకరణాలలో దాగి ఉన్న పరమ సత్యం ఒకటి హైజెన్‌బర్గ్ కళ్ల పడింది. ఆ సూత్రం పరమార్థం ఏమిటంటే "మనం ఎంత విశ్వ ప్రయత్నం చేసినా ప్రకృతి రహస్యాలు కొన్ని మనకి అవగాహన

కావు; అసందిగ్ధంగా ఉండిపోతాయి. ఇది ప్రకృతి ధర్మం." ఉదాహరణకి ఒక పరమాణు రేణువునే తీసుకుందాం. అదెంతో కొంత వేగంతో ప్రయాణం చేస్తూ ఉంటుంది కదా. దాని వేగాన్ని మనం దోష రహితంగా కొలవగలిన సందర్భాలలో దాని స్థానాన్ని నిర్ద్వందంగా నిర్ణయించలేము. అది ఎక్కడ ఉందో నిర్ద్వందంగా నిశ్చయించగలిగితే దాని వేగాన్ని దోష రహితంగా నిర్ణయించలేము. ఇదీ ఈయన చెప్పిన సిద్ధాంతంలోని సారాంశం. ఇక్కడ స్థలం – కాలం అనేవి సంయోగ చలన రాశులు (conjugate variables). మన సంప్రదాయంలో కూడ "సరస్వతి ఉంటే లక్ష్మి ఉండదు, లక్ష్మి ఉంటే సరస్వతి ఉండదు" అంటారు, అలాగన్న మాట. ఇలాంటి జంట రాశులు భౌతిక శాస్త్రంలో ఇంకా ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి శక్తి – కాలం ఇటువంటి జంట రాశులే. ఒక పరమాణు రేణువుకి ఎంత శక్తి ఉందో నిశ్చితంగా మనం నిర్ణయించగలిగితే ఆ శక్తి ఆ రేణువుకి ఎప్పుడు సంక్రమించిందో నిశ్చయించలేము. ఈ రకం అసందిగ్ధ సంబంధాలు ఒక అసమాన్యమైన పర్యవసానానికి దారి తీశాయి. ఈ అసందిగ్ధ సంబంధాల వల్ల శూన్య ప్రదేశంలో ఎల్లప్పుడు అనంతమైనన్ని "కల్ల రేణువులు" (virtual particles) నీటి బుడగల్లా పుట్టి అత్యల్పకాలం అస్తిత్వం పొంది, వెనువెంటనే మాయమైపోతూ ఉంటాయి. ఈ పరిస్థితిని గుళిక నురుగ (quantum foam) అంటారు.

కాలము-శక్తి సందిగ్ధ సూత్రానికి తలఒగ్గే జంట రాశులు కనుక, మన శూన్య సాగరంలో బుడగలులా తలెత్తే కల్ల రేణువులు ఒక విచిత్రమైన లక్షణాన్ని ప్రదర్శిస్తాయి: వాటి ఆయుర్దాయం తక్కువైన కొద్దీ వాటిలో నిబిడీకృతమైఅన శక్తి ఎక్కువగా ఉంటుంది. అంటే, ఎక్కువ శక్తిమంతమైన బుడగలు (కల్ల రేణువులు, virtual particles) తక్కువ కాలం బతుకుతాయి. శక్తి అన్నా గరిమ అన్నా ఒకటే కనుక ఎక్కువ గరిమ ఉన్న కల్ల రేణువులు తక్కువ కాలం బతుకుతాయి. తక్కున గరిమ ఉన్న ఎలక్ట్రానుల వంటి రేణువులు ఎక్కువ కాలం బతుకుతాయి. ఇదంతా ఆ హైజెన్‌బర్గ్ చలవ! ఇదంతా హైజెన్‌బర్గ్ "ఉమ్మెతపువు తిని చెపిన కపితం" కాదు. ఇది పరమ సత్యం అని పరిశోధనశాలలో సా. శ. 1996 లో ప్రయోగాత్మకంగా రుజువయిన సత్యం. ఈ రకం పరిస్థితి సంభవమే అని ఎప్పుడో కాసిమిర్

అనే ఆసామీ జోస్యం చెప్పేడుట కూడా! ఇలా శూన్యంలో ఉన్న శక్తి సంపదని "శూన్య స్థానపు శక్తి" అంటారు.

బొమ్మ 1. హెన్‌డ్రిక్ కాసిమిర్

ఇప్పుడు రంగం సిద్ధం అయింది కనుక ప్రాథమిక రేణువుల సంకర్షణ, కల్ల రేణువులు, వగైరా విషయాలని మరొకసారి అవలోకిద్దాం. రేణువుల మధ్య జరిగే సంకర్షణలని లెక్క వేసేటప్పుడు ఈ శూన్య సముద్రంలో నిరంతరం అనంతంగా పుట్టుకొచ్చే కల్ల రేణువుల ప్రభావం కూడ లెక్కలోకి తీసుకోవాలి. కణాలు అనంతంగా ఉన్నాయి కనుక వాటితో జరిగే సంకర్షణలు కూడ అనంతగానే ఉంటాయి. ఇలా లెక్క అనంతం అయిపోయే సందర్భాలలో లెక్కని అదుపులోకి తీసుకొచ్చే పద్ధతిని ప్రతి ప్రమాణాంకీకరణం (re-normalization) అంటారని ఇదివరలో రెండు సార్లు చెప్పుకున్నాం.

ఇక్కడ ప్రత్యేకించి వివరణ అవసరం లేకపోయినా, కొద్దిగా పునరుక్తి దోషం ఉన్నా, కుతూహలం ఉన్న విద్యార్థుల కోసం ఇక్కడ ఈ గణితంలో ఉన్న సూక్ష్మం టూకీగా చెబుతాను. ఈ సిద్ధాంతంలో వచ్చే గణిత సమీకరణాలని నిర్ద్వందంగా పరిష్కరించటం దుస్సాధ్యం అయిపోయినప్పుడు "వైకల్య విస్తరణ" (perturbation expansion) అనే బద్దింపు పద్ధతి లాంటి పద్ధతిని ఉపయోగించవలసి వస్తుంది. ఈ పద్ధతిలో మనకి కావలసిన పరిష్కారం అనంత శ్రేణి (infinite series) రూపంలో ఉంటుందని ఊహించుకుంటాం. ఈ శ్రేణిలోని అనంతమైన పదాలలో (infinite terms) మొదటి పదాన్ని మాత్రమే తీసుకుని లెక్క ముగిస్తే మనకి ఒక "రఫ చిత్తు పరిష్కారం" (crude approximate answer) వస్తుంది, మొదటి రెండు పదాలని తీసుకుని లెక్క ముగిస్తే "చిత్తు పరిష్కారం" (approximate answer) వస్తుంది, మొదటి మూడు పదాలని తీసుకుని లెక్క ముగిస్తే "కొంచెం మెరుగైన పరిష్కారం" (better approximate answer) వస్తుంది. ఈ పద్ధతి ఏదో బాగుందే అని ప్రయత్నించి "రఫ చిత్తు పరిష్కారం" ప్రయోగాలతో పోల్చి చూస్తే రెండూ 1 శాతం అవధిలో (within 1 percent) సరిపోయాయి. ఈ లెక్కని మరికొంచెం బాగు చేద్దామని "చిత్తు పరిష్కారం" లెక్క గడితే లెక్కంతా బోల్తా పడింది. లెక్క ఉత్తనే బోల్తా పడటం కాదు; ఈ లెక్క ప్రకారం సమాధానాలు అనూహ్యమైనంత పెద్ద సంఖ్యలుగా రావటం మొదలెట్టాయి. ఈ పరిస్థితి వచ్చినప్పుడు సమీకరణాలలో వైపరీత్యం (singularity) ఉందని అంటాం. అంటే మన వైకల్య విస్తరణ పద్ధతి పని చెయ్యలేదన్న మాట. అప్పుడు ఫైన్మన్ ప్రభృతులు ప్రతిపాదించిన ప్రతి ప్రమాణాంకీకరణ చెయ్య వలసి వస్తుంది.

శూన్యం లోంచి ఇలా పుట్టుకొచ్చిన కల్ల రేణువులు జంటలుగా పుడతాయి: జంటలలో ఒకటి పదార్థం (matter), రెండవది ప్రతి పదార్థం (anti matter). కాబట్టే పుట్టిన వెనువెంటనే రెండూ నాశనం అయిపోతూ ఉంటాయి. వాటి జీవిత కాలం బుద్బుద ప్రాయం కనుక వాటిని గమనించటానికి కూడ తగినంత వ్యవధి ఉండదు.

“ఇదంతా బాగానే ఉంది కాని ఈ రకం చర్య భౌతిక శాస్త్రానికి మూల స్తంభం అయిన విహిత నియమాలకి విరుద్ధంగా కనబడుతోందే (అంటే, “శక్తి ని సృష్టించలేము, నాశనం చెయ్యలేము” అనే శక్తి సంరక్షణ నియమానికి అతీతంగా ఉన్నట్లు కనబడుతోందే) అని కంగారు పడవచ్చు. ఖాళీగా ఉన్న శూన్యంలో శక్తి పూజ్యం. అక్కడ నుండి జంట జంటలుగా ఈ కల్ల రేణువులు ఎలా పుట్టుకొస్తున్నాయి?

చిన్న ఉదాహరణతో స్ఫురణ ప్రయోగం చేద్దాం. మన ఖాతాలో జమ, ఖర్చు కలుపుకుని నికరం వెయ్యి రూపాయలు ఉన్నాయనుకుందాం. ఇప్పుడు అకస్మాత్తుగా జమలో ఒక రూపాయి పడి, వెనువెంటనే ఖర్చులో ఒక రూపాయి పడిందని అనుకుందాం. అప్పుడు ఒక్క క్షణం పాటు జమలో ఒక రూపాయి ఎక్కువ ఉన్నట్లు కనిపించి వెనువెంటనే ఖర్చులో ఒక రూపాయి కనిపించటంతో నికరం వెయ్యి అలాగే ఉంటుంది. మంచి నిశిత దృష్టి, చురుకైన దృష్టి ఉన్న వారికి ఖాతాలో చిన్న మెరుపులా ఒక రూపాయి కనిపించి వెనువెంటనే మాయమైపోతుంది కదా. ఇదే విధంగా శూన్యం నుండి రేణువు, ప్రతిరేణువు పుట్టటం అనేది ఖాతాలో రూపాయి వెయ్యటం, తియ్యటం లా జరుగుతూ ఉంటుందన్న మాట!

మన అనుభవంలో శక్తి ఎప్పుడూ ధనాత్మకంగానే కనిపిస్తుంది కనుక ఋణాత్మకమైన శక్తిని ఊహించుకోవటానికి మనం అలవాటు పడలేదు. అయినా మన అనుభవ పరిధిలో ఋణాత్మకమైన శక్తి లేకపోలేదు. గురుత్వాకార్షణనే తీసుకుందాం. ఒక బీడులో ఒక ఇనప గుండు ఉందనుకొండి. దానిని కొండ మీదకి లేవనెత్తాలంటే గురుత్వాకర్షణ శక్తికి వ్యతిరేకంగా పని చెయ్యాలి. అంటే మన శక్తి వెచ్చించి ఆ గుండుని పైకి లేవనెత్తాలి. మనం వెచ్చించిన శక్తి ఏమయింది? ఇప్పుడది ఆ గుండులో స్థితిజ శక్తి రూపంలో నిక్షిప్తమై ఉంది. అది ధనాత్మకమైన శక్తి అనుకుంటే ఇప్పుడా గుండు జరజరా జారుతూ కింది వస్తే దానికి ఋణాత్మకమైన శక్తి సంక్రమించి, నిక్షిప్తంగా ఉన్న ధనాత్మకమైన శక్తిని రద్దు చేస్తుంది. ఇదే

తర్కం ఉపయోగించి పైన ఉటంకించిన సంఘటనలు శూన్యంలో సతతం జరుగుతూ ఉంటాయని మనం ఊహించుకోవాలి.

శూన్యంలో దాగి ఉన్న ఈ శక్తిని మనం శూన్య స్థానపు శక్తి అని అన్నాం కదా. ఇది విశ్వవ్యాప్తంగా ఉంది. విశ్వ వ్యాప్తంగా ఉన్న మరొక శక్తి గురుత్వాకర్షణ శక్తి. ఈ గురుత్వాకర్షణ శక్తికే మనం మొదట్లో దైవత్వం అంటగట్టేం. కాని ఈ శూన్యస్థానపు శక్తి గురుత్వాకర్షణ శక్తిని మించిన శక్తిలా అనిపిస్తోంది. విశ్వం వ్యాప్తి చెందుతోందంటే గురుత్వాకర్షక శక్తిని అధిగమించే వికర్షణ శక్తి మరొకటి ఉండాలి. అదే శూన్యంలో దాగి ఉందని ఇప్పుడు పెద్దలు అంటున్నారు.

గురుత్వాకర్షణ శక్తిని మించిన వికర్షణ శక్తి నిజంగా ఉంటే 1920 దశాబ్దంలో అయిన్‌స్టయిన్ పడ్డ ఇబ్బందులు ఒక ఒడ్డుకి చేరతాయి. ఆయిన్‌స్టయిన్ సమీకరణాలు “ఈ విశ్వం వ్యాప్తి చెందుతోంది మొర్రో” అంటూ మొర పెట్టుకుంటూ ఉంటే అయిన్‌స్టయిన్ నమ్మ లేదు. తన కంటికి అంతా స్థిరంగా కనిపిస్తూ ఉన్న ఈ విశ్వం వ్యాప్తి చెందుతోందని గణిత సమీకరణాలు చెబుతూ ఉంటే – తన సిద్ధాంతం మీదే తనకి నమ్మకం కుదరక - వ్యాప్తి చెందుతూన్న విశ్వాన్ని ఆపటానికి ఆ సమీకరణాలలో ఒక స్థిరాంకాన్ని ఇరికించేడు. తరువాత విశ్వం వ్యాప్తి చెందుతోందన్న ప్రమాణం హబుల్ చూపెడితే పొరపాటు తెలుసుకుని విచారించేడు. అప్పుడు అయిన్‌స్టయిన్ ప్రవేశపెట్టిన స్థిరాంకానికి ఇప్పుడు అర్థం దొరికింది. గురుత్వాకర్షక శక్తి వెనక్కి లాగుతూ ఉంటే ఈ అదృశ్య శక్తి ముందుకి తోస్తోంది. ఈ “పెను గలాటా” లో గురుత్వాకర్షణ శక్తి గెలిచేటట్లు లేదు. అందుకని ఈ అదృశ్య శక్తికి “కృష్ణ శక్తి” అని పేరు పెట్టేరు.

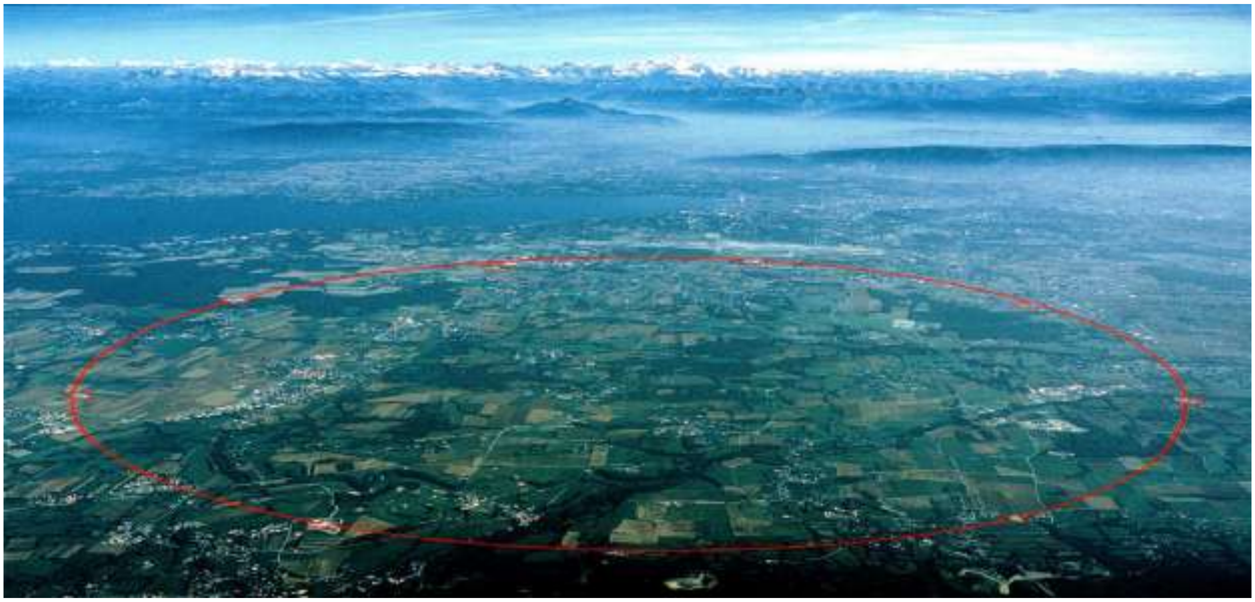
20. హిగ్స్ బోసాను కోసం వేట

యూరప్‌లో ఫ్రాంసు, స్విట్జర్‌లాండు దేశాల ఉమ్మడి భూభాగంలో ఉన్న కొండల మధ్య ఒక షీష్ మహల్! గాజద్దాల భవనం. ఆ భవంతి ప్రాంగణంలో ఉన్న ఒక పెద్ద గ్రేనైట్ రాతి మీద

(CERN)
Conseil Europeen pour la

Recherche Nucleaire

అని అందంగా చెక్కబడి ఉంది. అంటే "ఐరోపా ఖండపు అణుకేంద్రక పరిశోధనా సంస్థ" అని తెలుగులో చెప్పుకోవచ్చు. ఆ భవనపు చతుశ్శాలిక నుండి నాలుగు దిశలలోకీ బారులు తీర్చిన నడవలు. భూమట్టంలో ఉన్న ఈ నడవల నుండి ఆరు అంతస్తుల మేరకి "ఎలివేటర్" లో దిగువకి దిగితే అక్కడ ఎల్‌ఎచ్‌సి (LHC) కి ముఖద్వారం కనిపిస్తుంది; LHC అంటే "లార్జ్ హేడ్రాన్ కొల్లైడర్" (Large Hadron Collider). ఈ ప్రయోగశాలలో దరిదాపు 9,000 మంది శాస్త్రవేత్తలు పని చేస్తున్నారు.



బొమ్మ 1. భూగర్భంలో ఉన్న వర్తులాకారం

ఇది భూగర్భంలో, వర్తులాకారంలో ఉండే ఒక పెద్ద సొరంగాన్ని పోలిన ప్రయోగశాల. పదమూడు సంవత్సరాలు పాటు శ్రమించి, నిర్మాణం పూర్తి చేసేరు. ఈ సొరంగంలోకి దిగి చూస్తే, కంటికి కనిపించినంత దూరం, ఈ LHC పెద్ద మురుగు కాలువ గొట్టంలా, తిన్నగా ఉన్నట్లు కనిపిస్తుంది. కాని ఇదొక భ్రమ. నిజానికి ఈ గొట్టం ఇరవైఏడు కిలోమీటర్లు (17 మైళ్ళు) చుట్టుకొలత ఉన్న వృత్తాకారంలో ఉంది. వృత్తం చుట్టుకొలత ఎంతో ఎక్కువ కావటం వల్ల మన కంటికి తిన్నగా ఉన్నట్లు కనబడుతుంది. బంతి ఆకారంలో ఉన్న భూమి బల్లపరుపుగా కనిపించినట్లు అన్నమాట.

దీని నిర్మాణానికి 10 బిలియను ($10,000,000,000) అమెరికా డాలర్లు పైబడే అయిన ఖర్చుని 55 దేశాలు ఉమ్మడిగా భరించేయి. కట్టే పని దరిదాపు పూర్తి అయిన కొత్త రోజుల్లో అంతా సరిగ్గా పని చేస్తున్నాదో లేదో చూట్టానికి ప్రాథమిక ప్రయోగాలు మొదలెట్టి పట్టుమని పది రోజులయినా పనిచెయ్యకుండా చిన్న విద్యుత్ ప్రమాదం జరగటం వల్ల, ఆదిలోనే హంసపాదు పడింది. మరమ్మత్తులు పూర్తి అయాయి. మళ్లా నవంబరు 2009 లో ఇక్కడ జీవం పుంజుకుని పని తిరిగి మొదలు పెట్టేరు.

బొమ్మ 2. సొరంగంలో గొట్టం

ఇది పరమాణు రేణువుల త్వరణాన్ని పెంచే యంత్రం కనుక దీనిని “రేణు త్వరణి” (particle accelerator) అని కూడ అంటారు. దీన్ని ఏ పేరు పెట్టి పిలచినా ఇది మాత్రం ఒక పేద్ద గొట్టం; గుండ్రటి గొట్టం. ఈ గొట్టంలోకి పరమాణు రేణువులని ప్రవేశపెడతారు. గొట్టం బయట – దారి వెంబడి - అమర్చబడి ఉన్న అయస్కాంతముల ప్రభావం వల్ల ఈ రేణువులు అంతకంతకు జోరు పెంచుకుంటూ ఈ గొట్టం గుండా ప్రదక్షిణలు చేస్తాయి. సంపూర్ణ త్వరణాన్ని పొందిన రేణువులు క్షణానికి (గంటకి కాదు, క్షణానికి) 180,000 మైళ్ల చొప్పున ప్రయాణం చేస్తూ ఉంటాయి. బయట ఉన్న అయస్కాంతాల ప్రభావం వల్ల గొట్టంలో ఉన్న పరమాణు రేణువుల ప్రవాహం వెంట్రుకవాసి స్థలాన్ని మాత్రమే ఆక్రమిస్తుంది.

ఈ వ్యవస్థని స్థాపించటానికి ఒక కారణం హిగ్స్ బోసాన్ అనే అతి సూక్ష్మమైన రేణువు కోసం జరిగిన వేట. ఈ బోసాను కనిపిస్తే విశ్వరహశ్యం బయటపడ్డట్లే – అని కలలు కంటూ ఈ వేటకి ప్రయత్నాలు మొదలు పెట్టేరు. ఈ హిగ్సు బోసాను కథని టూకీగా చెప్పటమే ఇక్కడ నా ఉద్దేశం.

పురాణ కాలక్షేపానికి వచ్చిన ఒక అర్భకుడు, “శాస్తుర్లు గారూ, ఆ దేవుడు ఎక్కడుంటాడో, ఎలా ఉంటాడో త్వరగా చెప్పెయ్యండి, నేను వెళ్లి పోవాలి” అన్నాడుట. “నాయనా, ఇది ఒక జన్మతో తెమిలే పని కాదు, ప్రయత్నిస్తే కనిపించకపోడు. కాని ఓపిక పట్టాలి” అన్నారుట. ఈ కథ కూడా అలాంటిదే. ఎప్పుడో శతాబ్దాల క్రితం గెలిలియోతో మొదలయింది. ఎప్పటికప్పుడే ఈ పక్క మళుపులో కథకి అంతు కనిపిస్తుందేమోనని అనిపిస్తూనే ఉంటుంది; తీరా మళుపు తిరగగానే అధిరోహించవలసిన మరొక పర్వత పంక్తి ఎదురవుతుంది. ఈ హిగ్సు బోసాను కోసం జరిగిన వేట కూడ అలాంటిదే. మళుపు తిరిగే వరకు ఏమి జరుగుతుందో తెలియదు. కొంచెం వెనక్కి వెళ్లి అక్కడ మొదలు పెడదాం.

ఈ ఇరవైయొకటవ శతాబ్దంలో అడుగు పెడుతూన్న సందర్భంలో విశ్వ రహశ్యాలని భౌతిక శాస్త్రం దరిదాపుగా ఛేదించేసింది అనే అనిపిస్తున్నాది. ఇలాగే ఒకసారి ఇరవయ్యవ శతాబ్దపు

ఆరంభంలో అనుకుని దెబ్బ తిన్నా బుద్ధి రావటం లేదు. మళ్లా అదే ఆశ. ఈ ప్రయత్నాన్ని ఒక ముక్కాలి పీటలా ఊహించుకుంటే ఆ పీటకి ఒక పాదం అయిన్‌స్టయిన్ ప్రతిపాదించిన సాపేక్ష సిద్దాంతం (Theory of Relativity), మరొక పాదం గుళిక సిద్ధాంతం (Quantum Theory), మూడవ పాదం ప్రామాణిక నమూనా (the Standard Model). ఈ మూడింటి గురించి కొంచెం టూకీగా మరొకసారి చెబుతాను.

సాపేక్ష సిద్దాంతంలో విశ్వం లక్షణాలని భారీ ఎత్తులో చూస్తాం. అంటే, నక్షత్రాలు, నక్షత్ర సమూహాలు, కాల రంధ్రాలు (black holes), జ్యోతిర్వర్షాలు (light years), మొదలైన భావజాలం ఉంటుందీ రంగంలో. ఈ సిద్ధాంతం అర్థం అయినా కాకపోయినా ఈ సిద్ధాంతం ఇచ్చిన వరం ఒకటి మనకి రోజు వాడుకలో కనిపిస్తోంది. ఈ రోజులలో కారులలో "జి.పి.యస్. నేవిగేషన్" (GPS Navigation) వాడని వారు అరుదు. జి.పి.యస్. అంటే "గ్లోబల్ పొజిషనింగ్ సిస్టం" (Global Positioning System.) ఈ జి. పి. యస్. వల్ల మనం ప్రపంచంలో ఎక్కడ ఉన్నామో, అక్కడ వేళ ఎంతయిందో ఖచ్చితత్వంతో చెప్పగలం. ఈ సమర్ధతకి మనం భూమి చుట్టూ తిరిగే కృత్రిమ ఉపగ్రహాల మీద ఆధారపడతాం. (కొంచెం పెడదారి అయినా, ఇక్కడ ఒక చిన్న విషయం చెబుతాను. నేను టి. ఆర్. డబ్ల్యు. (TRW) అనే కంపెనీలో పని చేసే రోజులలో అక్కడ "ట్రేకింగ్ అండ్ డేటా రిలే సేటలైట్ సిస్టం" (Tracking and Data Relay Satellite System (TDRSS) అనే మిలటరీ వారి రహశ్య ప్రోజెక్ట్ తారసపడింది. ఆకాశా వీధిలో, భూమి చుట్టూ ప్రదక్షిణాలు చేసే 12 ఉపగ్రహాలని పెట్టి వాటి సహాయంతో ప్రపంచంలో ఏ మూల ఏ యుద్ధ విమానం ఉందో, ఎక్కడ ఏ యుద్ధ నావ ఉందో నిర్ద్వందంగా నిశ్చయించటానికి ఈ రహశ్య పథకం అల్లేరు. ఇప్పుడు ఆ రహశ్యానికి అవసరం తీరిపోయింది కనుక మనం బాహాటంగా మాట్లాడుకోవచ్చు. ఈ పథకంలో ఉపయోగించిన సాంకేతిక పరిజ్ఞానంతో మన కారు ఎక్కడ ఉందో చెప్పగలుగుతున్నాం. ఈ ఉపగ్రహాలలో ఒక అణు గడియారం (atomic clock) ఉంటుంది. ఈ అణు గడియారం భూమి మీద ఉన్న గడియారాల కంటె రోజుకి కొద్ది మైక్రో క్షణాల ప్రాప్తికి ఎక్కువ జోరుగా కొట్టుకుంటుందనిన్నీ, ఈ తేడాని మనం పరిగణనలోకి తీసుకోకపోతే

మన కాల మానంలో వచ్చే మార్పుతో పాటు దూర మానంలో కూడ కొద్ది కిలోమీటర్లు తప్పు పొడచూపుతుందనిన్నీ, అప్పుడు కేలిఫోర్నియాలో ఉన్న కారు ఏ నెవాడాలోనో ఉన్నట్లు కనిపిస్తుందనిన్నీ అయిన్‌స్టయిన్ సిద్ధాంతం చెప్పక పోతే మనం ఈ పరికరాలు వాడుకలోకి తీసుకురాగలిగేవాళ్లమా?

గుళిక సిద్ధాంతంలో అణుప్రమాణంలో ఉన్న సూక్ష్మ ప్రపంచాన్ని అధ్యయనం చేస్తాం. ఈ శాస్త్రం ధర్మమా అనే ట్రాన్‌సిస్టర్లు, కంప్యూటర్లు, లేసర్లు, మొదలైన ఉపకరణాలు మనకి లభ్యం అవుతున్నాయి.

ఎలక్ట్రానులు, ప్రోటానులు, మొదలైన పరమాణువులనీ, ఈ పరమాణు గర్భంలో ఉన్న పరమాణు రేణువులనీ, వాటి తత్త్వాన్నీ పరిశీలించి సమన్వయపరచే సిద్ధాంత సమూహాన్నే టూకీగా “ప్రామాణిక నమూనా” అని పిలుస్తారు. ఈ ప్రామాణిక నమూనాని అధారంగా చేసుకుని నక్షత్ర గర్భం నుండి వెలుగు రేణువులు (light particles or photons) ఎలా ప్రభవిస్తాయో గత అధ్యాయాలలో ఒక చోట చదువుకున్నాం.

ఈ మూడు పాదాలతోటీ ఉన్న ముక్కాలి పీట మీద భౌతిక శాస్త్ర సౌధం కూర్చొని ఉంది. కాని ఈ సౌధం నిలకడ లేకుండా అప్పుడప్పుడు ఇటూ అటూ ఊగుతోంది. ఆ ఊపుకి మన సిద్ధాంత సౌధం పేకమేడలా కూలిపోతుందేమో అని భయం వేస్తోంది. ఎందుకీ భయం అంటారా? ఈ మూడు సిద్ధాంతాలూ తమ తమ చట్రాల్లో పనిచేస్తున్నాయి తప్ప ఆ చట్రపు అంచుల దగ్గర ఇబ్బంది పెడుతున్నాయి. ఈ అంచుల దగ్గర ఏ సిద్ధాంతమూ సరిగ్గా నప్పటం లేదు. ఉదాహరణకి ఈ మధ్య విశ్వంలో కంటికి కనిపించే "శుక్ల పదార్థం" (అంటే గ్రహాలు, నక్షత్రాలు, క్షీరసాగరాలు, మొదలైనవి) మాత్రమే కాకుండా కంటికి కనిపించని "కృష్ణ పదార్థం" (dark matter) కూడా ఉందని దాఖలాలు కనిపిస్తున్నాయి. ఒక్క ఉండటమే కాదు, శుక్ల పదార్థం నూటికి నాలుగు వంతులు అనుకుంటే కృష్ణ పదార్థం ఏ తొంబైఆరు వంతులో ఉన్నట్లు అనుమానంగా ఉంది. అంతే కాదు. ఇంతవరకు మనం పరిగణనలోకి తీసుకుంటూన్న శక్తి కంటె

మనం లెక్కలోకి తీసుకోని "కృష్ణ శక్తి" (dark energy) అనేది ఒకటి ఉందని - ఒక్క ఉండటమే కాకుండా అది విశ్వంలో ఉన్న పదార్థానికి ఏ మూడింతల ప్రమాణంలోనో ఉందనిన్నీ - అనుమాన ప్రమాణాలు కనిపిస్తున్నాయి. ఈ కృష్ణ పదార్థానికి విద్యుదయస్కాంత తత్త్వం లేదు కనుక దీని ఉనికి దీని గురుత్వాకర్షణ శక్తిని బట్టి తెలుసుకోవాలి తప్ప మరో మార్గం ఉన్నట్లు తోచదు. మన ముక్కాలిపీట సిద్ధాంతాలేవీ కూడ ఈ కృష్ణ పదార్థం, కృష్ణ శక్తుల ఉనికికి కారణాలు చెప్పలేక పోతున్నాయి. అంటే మనకి తెలియనిది ఏదో ఉంది – అవతల!

ఇదేదో తేలితే కాని మన భౌతిక శాస్త్రం పరిపూర్ణం కాదు. మన ప్రామాణిక నమూనాలో – గురువింజ గింజ వెనక ఉన్న నలుపులా - చిన్న లొసుగు ఉందని మనకి తెలుసు. ఉష్ట్రపక్షిలా ఇసకలో తల దూర్చి ఈ లొసుగుని విస్మరించేస్తూ ఉంటే బండి సాఫీగా నడవటం లేదు. ఆ లొసుగు ఏమిటో చెప్పటం సులభమే: పదార్థాలకి ఒక గరిమ (mass) ఉంటుంది కదా. ఎలక్ట్రానులు, ప్రోటానులు, నూట్రానులు – వీటన్నిటికీ గరిమ ఉంటుంది. కాని కొన్ని రేణువుల గరిమ ఎక్కువ ఉంటుంది, కొన్నింటికి తక్కువ ఉంటుంది. కొన్నింటికి అస్సలు గరిమ ఉండనే ఉండదు. కొందరు మనుష్యులు తెల్లగా ఉంటారు, కొందరు నల్లగా ఉంటారు, కొందరు చామనచాయగా ఉంటారు. ఎందువల్ల? దీనికి కారణం ఇప్పుడు మనకి తెలుసు. అలాగే రేణువులు వాటి వాటి గరిమలని వివిధ ప్రమాణాలలో ప్రదర్శించటానికి కారణం ఏమిటో తేల్చాలంటే ప్రామాణిక నమూనాకి చిన్న మెలిక పెట్టాలి. ఈ మెలిక పేరే హిగ్స్ బోసాను అనే రేణువు. (ఇది పీటర్ హిగ్స్, సత్యేంద్రనాథ్ బోస్ ల గౌరవార్థం పెట్టిన పేరు.) ఎంతో క్లిష్టమయిన సిద్ధాంతాన్ని ఇలా టూకీగా తేల్చేసినందుకు క్షమించండి. కుతూహలం ఉన్నవారు గత అధ్యాయాలలో రాసిన "ప్రకృతిలో చతుర్విధ బలాల బలాబలాలు" చూడండి.

ఈ రేణువు నిజంగా ఉందో లేదో మనకి 2013 వరకు తెలియలేదు. ఈ మధ్యనే “సెర్న్” లో చేసిన ప్రయోగాల ద్వారా ఈ రేణువు నిజంగా ఉందని నిర్ధారించేరు. ఇటువంటి రేణువు ఉందని రుజువు అయింది కనుక ప్రామాణిక నమూనాని ఉపయోగించి పదార్థానికి గరిమ ఎలా వస్తుందో

వివరించి చెప్పవచ్చు. ఈ వేట లార్జ్ హేడ్రాన్ కొల్లైడర్ (Large Hadron Collider) వంటి పరికరం లేకపోతే సాధ్యపడేది కాదు. అదెలాగో చూద్దాం.

మనందరమూ – పోనీ లెండి, మనలో చాల మందిమి – "ఎలక్ట్రానులు" అన్న పేరు వినే ఉంటాం. ఇవి కంటికి కనబడని అతి సూక్ష్మమైన పరమాణువులు (sub-atomic particles). ఇవి ప్రతీ అణువులోను ఉంటాయి. అలాగే ప్రతి అణువులోనూ ప్రోటానులు, నూట్రానులు అనే, కంటికి కనపడని, పరమాణువులు కూడా ఉంటాయి. అణువే కంటికి కనపడదు కనుక ఆ అణువు నిర్మాణానికి వాడిన ఎలక్ట్రానులు, ప్రోటానులు, నూట్రానులు ఎక్కడ కనిపిస్తాయి లెండి.

స్వర్గానికి వెళ్లినా సవతిపోరు తప్పలేదన్నట్లు శాస్త్రం చదువుదామన్నా కులాలు, జాతులు తప్పేటట్లు లేవు; అణువులలో ఉండే ఈ మూడు రకాల పరమాణువులు ఒకే జాతివి కావు. ప్రోటానులు, నూట్రానులు మోటు జాతివి, ఎలక్ట్రానులు నాజూకు జాతివి. గ్రీకు భాషలో "హేడ్రోస్" అంటే "వలమైన, మందమైన, లావైన, మోటయిన," మొదలైన అర్థాలు స్ఫురిస్తాయి. కనుక ప్రోటానులని, నూట్రానులని కలిపి ఉమ్మడిగా "మోటు రేణువులు" అని నేను పేరు పెట్టి పిలుస్తానని కలగన్నారు కాబోలు, నా కంటె ముందుగానే ఈ జాతి రేణువులకి ఇంగ్లీషులో హేడ్రానులు అని పేరు పెట్టేసేరు. ఇంగ్లీషువాళ్ల "ఇంగ్లీషుతనం" కంటె తెలుగువాళ్ల "ఇంగ్లీషుతనం" ఎక్కువ కనుక, ప్రస్తుతానికి వీటిని మనం "హేడ్రానులు" అనే అందాం.

ఇప్పుడు మన ప్రయోగశాల పేరులోని "లార్జ్" (large) అన్న విశేషణం "కొల్లైడర్" ("collider") అనే నామవాచకానికి అనువర్తింప చెయ్యాలి కాని "పెద్ద హేడ్రానులు, చిన్న హేడ్రానులు, బుల్లి హేడ్రానులు" ఉన్నాయని అనుకోకండి. ప్రస్తుతానికి ప్రోటానులని, నూట్రానులని ఢీకొట్టించి దాని పర్యవసానాన్ని అధ్యయనం చేసే పరిశోధనాలయాన్ని "లార్జ్ హేడ్రాన్ కొల్లైడర్" (Large Hadron Collider) అంటారని సరిపుచ్చుకుందాం.

ప్రోటానులు, న్యూట్రానులు ఢీకొట్టుకుని తలలు బద్దలు కొట్టుకుంటే విశ్వరహస్యాలు ఎలా తెలుస్తాయంటారా? దీనికి ఉపమానం ఒకటి చెబుతాను. ఒక కారు నిర్మాణ రహస్యం తెలుసుకోవాలనే కుతూహలం మనలో పుట్టిందని అనుకుందాం. అనుకూలమైన పనిముట్లు ఉంటే ఆ కారుని ఏ కీలుకాకీలు విడగొట్టి, ఆ కారులో భాగాలని పరిశీలించి, కొంతవరకు కారు కట్టడి రహస్యాన్ని వెలికి లాగవచ్చు. ఆ కారు అంతర్భాగంలో ఒక భాగం ఏ లోహంతో చేసేరో, దాన్ని ఎలా పోతపోసి ఆ రూపుకి మలిచేరో తెలియాలంటే ఆ భాగాన్ని వేడి చేసి, కరిగించి, సున్నితమైన పరికరాలతో రహస్యాలని ఛేదించవచ్చు. ఇంత సున్నితమైన పనికి పనిముట్లు లేకపోయినప్పుడు మరొక మోటు ప్రయోగం చెయ్యవచ్చు. వంద కార్లని - ఏభై ఇటు నుంచి, ఏభై అటు నుంచీ - ఒకే రోడ్డు మీద జోరుగా, ఎదురెదురుగా పరిగెట్టిస్తే వాటిలో కొన్నయినా ఢీకొట్టుకుని పచ్చడి అవుతాయి. అప్పుడు రోడ్డు మీద చెల్లాచెదురుగా పడ్డ ముక్కలని ఏరుకుని వాటిని ఓపిగ్గా పరీక్షించి చూడవచ్చు. ఈ “లార్జ్ హేడ్రాన్ కొలైడర్” (Large Hadron Collider) చేసే పని ఇటువంటిదే.

మరొక ఉపమానం. బ్రహ్మాండ విచ్ఛిన్నవాదం (Big Bang theory) ప్రకారం ఈ విశ్వం దరిదాపు 13.75 బిలియను సంవత్సరాల క్రితం ఒక మహా పేలుడులో పుట్టింది. ఊహకి అందని విపరీతమయిన వేడితో, ఊహకి అందని విపరీతమైన సాంద్రతతో ఉండే ఒక మహాశక్తి అకస్మాత్తుగా పేలిపోయింది ట. ఆ పేలుడులోంచే పదార్థం పుట్టింది. ఆ పేలుడులోంచే కాలం ఉద్భవించి, ముందుకి నడవటం మొదలు పెట్టింది. ఆ పేలుడుతోటే విశ్వం వ్యాప్తి చెందటం మొదలు పెట్టింది. ఇలా వ్యాప్తి చెంది, చెంది చల్లారటం మొదలు పెట్టింది. అలా చల్లారి, చల్లారి, ప్రస్తుతం సుమారుగా 2.75 కెల్విన్ డిగ్రీల దగ్గర ఉంది. సలసల మరుగుతున్న సముద్రంలో నీరు చల్లారి, చివరికి "గడ్డకట్టుకుపోయినట్లు" ఊహించుకోండి. (ఈ చల్లారటం సున్న కెల్విన్ డిగ్రీల వరకు వెళ్లిపోతే అంతా స్తంభించిపోయినట్లే అనుకోండి.) ఇలా చల్లారి కరడు కట్టుకుపోయిన విశ్వంలో మనం ఉన్నాం ఇప్పుడు. విశ్వం పుట్టినప్పుడు ఎలా ఉంటుందో చూడాలని కుతూహలంతో కుతకుతలాడుతున్నాది మనకి. పేరుకుపోయిన సముద్రాన్ని తిరిగి

మరిగించి చూడలేం కదా. అందుకని ఒక చిన్నభాగాన్ని వెచ్చబెడితే అక్కడ కరడు కట్టుకుపోయిన విశ్వం కరుగుతుంది. మరికొంచెం వెచ్చబెడితే కరిగిన విశ్వం మరుగుతుంది. మరికొంచెం తంటాలు పడితే మరిగిన విశ్వంలో రేణువులు పరుగులు పెడతాయి. పెట్టి ఢీకొంటాయి. ఢీకొని పగులుతాయి. అప్పుడు ఆ పగిలిన ముక్కలని మనం అధ్యయనం చెయ్యొచ్చు. ఇదంతా క్రమబద్ధంగా చెయ్యటానికే ఈ "లార్జ్ హేడ్రాన్ కొల్లైడర్" అవసరం!

"ఈ రకం ప్రయోగశాలలు ఇంతకు పూర్వం లేవా?" అని అడగకల సమర్ధులు మీరు అని నాకు తెలుసు. ఉన్నాయి. లేకేమి? చాల ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి షికాగో నగరం బయట ఫెర్మీలేబ్ (Fermilab) అనే సంస్థ ఆధ్వర్యంలో టివాట్రాన్ (Tevatron) అన్న పేరుతో ఒక ప్రయోగశాల ఉంది. ఈ టివాట్రాన్ ఏడు ట్రిలియన్ (7,000,000,000,000) ఎలక్ట్రాన్ ఓల్ట్ ల శక్తిని మాత్రమే పుట్టించగలదు. (ఇక్కడ ట్రిలియన్‌లో "టి" కీ, టివాట్రాన్ లో "టి" కి బాదరాయణ సంబంధం కంటె మంచి బంధమే ఉంది. ఈ టివాట్రాను ముందు జన్మలో బివాట్రానుగా వెలిసినప్పుడు ఆ పేరు లోని "బి" కి "బిలియను" కీ కూడా ఇదే రకం బాంధవ్యం ఉందని ఊహించటం కష్టం కాదు.) ఈ శక్తి హిగ్స్ బోసానుని విడుదల చెయ్యటానికి బొటాబొటీగా సరిపోతుంది. యూరప్ లో కొత్తగా కట్టిన "సెర్న్" ప్రయోగశాలలో ఇంతకి 100 రెట్లు శక్తి పుడుతుంది. ఆ శక్తికి హిగ్స్ బోసాను బయట పడింది. కనుక ఇప్పుడు "స్విట్జర్లండులో కొండని ఎందుకు తవ్వేరు?" అని పొడుపు కథ వేసి దానికి సమాధానంగా "హిగ్స్ బోసాను అనే ఎలుకని పట్టటానికి" అని చమత్కరించవచ్చు.

చమత్కారాన్ని పక్కకి పెట్టి మరొక ప్రశ్న వేద్దాం. ఇంత శ్రమా పడ్డ తరువాత ఈ హిగ్స్ బోసాను అనేది లేనే లేదని రుజువయుంటే ఏమి చేసేవాళ్లం? నన్నడిగితే "హిగ్స్ బోసాను ఉంది, దాని రూపు రేఖలు అనుకున్నట్లుగానే ఉన్నాయి" అన్న తీర్మానం కంటె "హిగ్స్ బోసాను లేదు" అన్న తీర్మానం జరిగుంటే కథ మరీ రంజుగా ఉండుండేది. సాపేక్ష సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించిన సందర్భంలో "ఈథర్ లేదు" అని అయిన్‌స్టయిన్ చెప్పి మనకి కొత్త దారి చూపించినట్లే హిగ్స్ బోసాను లేదని తేలి ఉంటే మన ప్రామాణిక నమూనాని మరొక విధంగా సవరించవలసి ఉండేది.

మరొక శతాబ్దం పాటు భౌతిక శాస్త్రం సురక్షితంగా ఉండుండేది! ఇప్పుడు ఏమవుతుందో చూడాలి!

ఒక్క హిగ్స్ బోసాను అస్తిత్వాన్ని నిర్ణయించటానికి మాత్రమే 8 బిలియను డాలర్లు ఖర్చు అంటే కొంచెం దుబారా ఖర్చులా అనిపించవచ్చు. ఈ లార్జ్ హేడ్రాన్ కొల్లైడర్ (LHC) ఇంకా అనేక కొత్త పుంతలు తొక్కటానికి దోహదం చేస్తుంది. విశ్వానికి నాలుగు కంటే ఎక్కువ కొలతలు ఉంటే అవి ఈ ప్రయోగశాలలో పుట్టే శక్తి ధాటీకి తట్టుకోలేక బయటపడొచ్చని ఒక ఆశ ఉంది. ఇదే విధంగా కృష్ణ పదార్థాన్ని కృత్రిమంగా ప్రయోగ శాలలో పుట్టించి దాని ప్రవర తెలుసుకోవచ్చని మరొక ఆశ. కృష్ణ పదార్థం అంటే ఏమిటో కూడ తెలుసుకోవాలి కదా. ఇదే విధంగా కృష్ణ శక్తి అంటే ఏమిటో కూడ తెలుసుకోవాలి. ఇక్కడ తేలికగా చెప్పటానికి అనువుకాని అనేక ఇతర విషయాలలో ఈ ప్రయోగశాల భౌతికశాస్త్ర పురోభివృద్ధికి కారణభూతం కాగలదు. రాబోయే రెండేళ్లల్లో ఇవన్నీ మనకి ఒకటీ, ఒకటీ తెలుస్తాయి. ఎదురు చూస్తూ ఉండండి.

21. పోగుల సిద్ధాంతం

సమస్త సిద్ధాంతం నిర్మించటంలో ఉన్న సాధక బాధకాలలో మింగుడు పడని మొదటి సమస్య ఏమిటంటే – పొందు పొత్తికలు లేని రెండు సిద్ధాంతాలని ఒకే తాటి మీదకి చేర్చటం. ఈ పని చెయ్యటం మహా మేధావి అయిన్‌స్టయిన్ అంతటివాడికే చేత కాలేదు. ఆయన తరువాత దశాబ్దాలపాటు జరిగిన కృషి ఫలితంగా మనకి ఒక దారి, తెన్ను దొరికే సూచనలు కనబడుతున్నాయి. ఈ కొరుకుడు పడని సమస్యకి పరిష్కారం "పోగుల సిద్ధాంతం" (String Theory) లో దొరుకుంతుందేమో అని ఒక ఆశ కొంతమందిలో ఉంది. ఈ సిద్ధాంతానికి ఆయువుపట్టు "పోగులు" లేదా ఇంగ్లీషులో స్ట్రింగ్స్ (strings). పోగు అంటే మరేమీ కాదు: కంపిస్తూన్న, అతి సూక్ష్మమైన మోతాదులో ఉన్న శక్తి. గుళిక సిద్ధాంతంలో శక్తి చిన్న గుళిక (quantum) ప్రమాణంలో ఉంటుందని ఊహించుకున్నాం. ఇక్కడ శక్తి – గుళికకి బదులు - చిన్న పోగులా ఉంటుందని ఊహించుకుంటున్నాం. ఈ "పోగు" అనేది మన ఊహా ప్రపంచంలోనే ఉంది. దీనికి భౌతికమైన అస్తిత్వం ఏమీ లేదు. క్వార్కులు అనేవి ఎలా ఊహాజనితాలే, అలాగే ఈ పోగులు కూడా.

ఈ పోగు అనేది మనం ఊహించటానికి వీలు లేనంత చిన్న వస్తువు. "వస్తువు" అనటం కంటె "భావన" అనటం సమంజసమేమో, ఎందుకంటే ఈ "పోగు" కి అస్తిత్వం ఉన్నట్లు తార్కాణం లేదు. ఈ పోగు కంటికి కనబడదు. కనబడే సావకాశం కూడ లేదు. మీటిన తీగ కంపించినట్లు ఈ పోగు ఎల్లప్పుడూ అలా కంపిస్తూనే ఉంటుంది. రకరకాల కంపనల ద్వారా రకరకాల స్వరాలు పుట్టినట్లు ఈ పోగులు ఒక రకంగా కంపిస్తే అవి మనకి ఎలక్ట్రానులు లా మన మనస్సులో "కనిపిస్తాయి", లేదా మనం చేసే లెక్కలలో కనిపిస్తాయి. మరొక రకంగా కంపిస్తే న్యూట్రానులు లా "కనిపిస్తాయి". అదీ పోగుల సిద్ధాంతానికి ఆయువుపట్టయిన ఊహ.

ఈ పోగుల సిద్ధాంతం సహాయంతో ఇప్పటివరకు పొందు పొత్తికలు లేకుండా, ఎడమొహం, పెడ మొహం పెట్టుకుని ఉన్న సాపేక్ష సిద్ధాంతాన్ని (రెలెటివిటీ థియరి, Relativity Theory), గుళికల సిద్ధాంతాన్ని (క్వాంటం థియరి, Quantum Theory) ఒకే తాటి మీదకి తీసుకు రావచ్చు. ఈ పోగుల సిద్ధాంతం సహాయంతో పదార్థపు ప్రాథమిక రేణువులన్నిటిని (అవి ఎలక్ట్రానులు అవనివ్వండి, క్వార్కులు అవనివ్వండి), బలవాహక రేణువులన్నిటిని (అవి ఫోటానులు కావచ్చు, గ్రేవిటానులు కావచ్చు) ఒకే ఒక రకం కట్టడపు ఇటిక (బిల్డింగ్ బ్లాక్, building block) తో నిర్మించవచ్చు. ఆ కట్టడపు ఇటిక పేరే పోగు. ఈ పోగు ఒక రకంగా ప్రకంపిస్తే ఆ ప్రకంపన మనకి ఒక రేణువులా "అనిపిస్తుంది", మరొక విధంగా కంపిస్తే మరొక రేణువు అనే భావన కలుగుతుంది.

ఈ పోగుల సిద్ధాంతంతో ఒక సుఖం ఉంది. "పోగు" అనే భావం మనందరికీ చిర పరిచితం. వీణ, ఫిడేలు వంటి వాయిద్యాలలో తీగ పొడుగు మార్చి రకరకాల స్వరాలు పలికించినట్లే, ఈ పోగుల చేత "రకరకాల స్వరాలు పలికించవచ్చు." సతతం మనస్సులో గుర్తు పెట్టుకోవలసినది ఏమిటంటే ఈ పోగులు మన స్వకపోలకల్పితాలు. వీటి అస్తిత్వం నిజం కాదు. ఇవి కేవలం నమూనాలు మాత్రమే. కాంతిని కిరణంలా ఊహించుకున్నాం, రేణువులా ఊహించుకున్నాం, తరంగాలుగా ఊహించుకున్నాం. దాని నిజ స్వరూపం ఆ పెరుమాళ్లకే ఎరుక. అలాగే పోగులు కూడా.

ఇక్కడ అందరూ గమనించవలసిన విషయం ఒకటి ఉంది. సాధారణంగా భౌతిక శాస్త్రంలో ముందు ప్రయోగం చేస్తాం. ఆ ప్రయోగంలో మనం గమనించిన విషయాన్ని సమర్థించటానికి సిద్ధాంతాన్ని లేవదీస్తాం. పండు చెట్టు కొమ్మ నుండి నేల మీదకి పడటం చూసి అది ఎందుకు అలా పడిందో చెప్పటానికి నూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతం లేవదీశాడు కదా. పోగుల సిద్ధాంతం దీనికి వ్యతిరేకం అనుకోవచ్చు. ఒకరు ఒక గణిత సమీకరణంలో ఒక చిత్రమైన లక్షణం చూసేరు. అదే రకం లక్షణం భౌతిక ప్రపంచంలో ఉంటే మన ప్రామాణిక నమూనాలో ఉన్న లొసుగుని సరిచెయ్యవచ్చు. అందుకని ఆ గణితంలోని సమీకరణాన్ని యధాతథంగా

సేకరించి భౌతిక శాస్త్రానికి అనువర్తింప చెయ్యటానికి ప్రయత్నించేరు. అదే ఇంతింత్రై, ఎంతో పెద్దదై పోగుల సిద్ధాంతంలా పరిణమించింది.

గణిత శాస్త్రంలో పుట్టిన ఈ పోగుల సిద్ధాంతం నిజంగా మన భౌతిక ప్రపంచానికి అనువర్తిస్తే, ఈ విశ్వానికి 10 కొలతలు (డైమెన్షన్స్, dimensions) ఉన్నాయని మనం ఒప్పుకోవాలి. లేదా, ఈ విశ్వం 10 దిశలలో వ్యాప్తి చెందిందని మనం ఊహించుకోవాలి. అంతే కాదు, ఈ విశ్వంతో పాటు అనంతమైన సమాంతర విశ్వాలు కూడ ఉన్నాయని ఒప్పుకోవాలి. పొడుగు, వెడల్పు, లోతు అనే మూడు కొలతలని మించి నాలుగో కొలతని ఊహించుకోటానికే ఇబ్బంది పడుతూన్న మనకి 10 కొలతల విశ్వం ఊహించుకోవటం వశమవుతుందా? బిలియనుల కొద్దీ ఉన్న క్షీరసాగరాలనీ, వాటిలో ట్రిలియనుల కొద్దీ ఉన్న నక్షత్రాలనీ ఊహించుకోవటమే గగనమైపోతున్న సమయంలో ఇలాంటి విశ్వాలు ఇంకా అనేకం ఉన్నాయంటూ ఊహించుకోమంటే కొంచెం కష్టమే. కట్టుకథలా ఉంటుంది.

ఈ పోగుల సిద్ధాంతం కౌమార దశలోకి ఎదిగే లోపలే ఈ సిద్ధాంతాన్ని తలదన్నే మరొక సిద్ధాంతం పుట్టుకొచ్చింది. ఈ కొత్త సిద్ధాంతాన్ని ఇంగ్లీషులో “ఎం సిద్ధాంతం” (M-theory) అంటారు. మనం దీనిని అంబర సిద్ధాంతం అనో, పొరల సిద్ధాంతం అనో అందామా? పోగులని నేత నేస్తే వచ్చేది బట్ట, బట్టని అంబరం అంటారు కనుక మన అంబర సిద్ధాంతం పేరు బాగానే ఉందనిపిస్తోంది. లేదా పొరల సిద్ధాంతం అన్నా బాగానే ఉంటుంది.

ఇంగ్లీషులో “ఎం-థియరి” అన్న పేరు ఎందుకు, ఎలా వచ్చిందో ఎవ్వరికీ తెలియదు కాని, “ఎం” అనే అక్షరం “మెంబ్రేన్” అనే మాట లోంచి వచ్చిందని మనం ఊహాగానం చెయ్యవచ్చు. పలచటి పొర ని ఇంగ్లీషులో మెంబ్రేన్ అంటారు. పోగులకీ పొరలకీ మధ్య యతి కుదిరింది కనుక మెంబ్రేన్ ని “పొర” అని అనొచ్చు, లేదా సంస్కృతం కావాలనుకుంటే అంబరం అనొచ్చు. అంబరానికీ మెంబ్రేనుకీ కీ ద్వనిలో సామ్యం ఉంది చూశారూ! మీ ఇష్టం: అంబర సిద్ధాంతం, పొరల సిద్ధాంతం, పూతరేకుల సిద్ధాంతం!

పోగుల సిద్ధాంతానికి “పోగు” భూమిక అయితే పొరల సిద్ధాంతానికి “పొర” భూమిక. పోగుని వర్ణించటానికి 10 లక్షణాలు కావలసి వస్తే పొరని వర్ణించటానికి 11 లక్షణాల వరకూ కావలసి రావచ్చు.

మన అనుభవంలో “పొర” అంటే 2 దిశలలో వ్యాపించినది మాత్రమే. కాని పొరల సిద్ధాంతంలో “పొర” 3 దిశలలో కూడ వ్యాప్తి చెంది ఉండొచ్చు. పొరల సిద్ధాంతంలో మన విశ్వం మూడు దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన పొర అని ఊహించుకుంటాం. ఈ పొర మూడు కంటె ఎక్కువ దిశలలో వ్యాప్తి చెందిన ప్రదేశంలో తేలియాడుతూ ఉంటుంది. ఇదేమీ బోధపడకపోతే బాధ పడకండి. రాస్తూన్న నాకు, ఈ సిద్ధాంతాన్ని లేవదీసిన శాస్త్రవేత్తలకి కూడ ఇది పూర్తిగా బోధపడలేదు.

బోధపడదు అని వదిలెస్తే ఎలా? పురుష ప్రయత్నం చెయ్యాలి కదా! కనుక రెండు, మూడు ఉదాహరణల ద్వారా ప్రయత్నిస్తాను. నాలుగు రకాల అభిరుచులు లేకుండా ఏదో ఒకే ఒక విషయాన్ని పట్టుకు వేల్లాడే మనుష్యులు ఉంటారు కొందరు: క్రికెట్ తప్పితే మరొక విషయం మాట్లాడలేని వ్యక్తులు, సినిమాలు తప్పితే మరొక ధ్యాస లేని మనుష్యులు, మొదలైన వారు. ఇటువంటి శాల్తీలని ఇంగ్లీషులో, “హి ఈజ్ నో వన్ డైమెన్షనల్” అని అంటూ ఈసడించుకుంటారు. వీరిని కావాలనుకుంటే “ఏకముఖ ప్రజ్ఞావంతులు” అని అనొచ్చు. ఇక్కడ “డైమెన్షన్” (dimension) అంటే అభిరుచి అని వ్యుత్పత్తి చెప్పుకోవాలి. అలా కాకుండా రాజకీయాలు, సైన్సు, సినిమాలు, క్రికెట్, సాహిత్యం, చిత్రలేఖనం, ... ఇలా ఎన్నో అబిరుచులు ఉన్న వ్యక్తిని “మల్టీ డైమెన్షనల్” అని ఇంగ్లీషులోనూ, బహుముఖ ప్రజ్ఞావంతుడు అని తెలుగులోనూ అంటాం కదా. ఇక్కడ “డైమెన్షన్” అంటే “ముఖం” అని అనువదించేం. అలాగే “బహుముఖ ప్రజ్ఞ ఉన్న ఈ విశ్వాన్ని వర్ణించటానికి పొడుగు, వెడల్పు, లోతు అనే మూడు లక్షణాలు సరిపోవు; పొడుగు, గిడుగు, వెడల్పు, గిడల్పు, లోతు, గీతు, కాలం అనే ఏడు లక్షణాలు ఉండాలి” అని నేనంటే మీరు సందర్భోచితంగా అర్థం చేసుకోగలరు. “ఈ ఏడు లక్షణాలలో పొడుగు, వెడల్పు, లోతు, కాలము అనే నాలుగు లక్షణాలే మన స్థూల దృష్టికి స్పుటంగా కనిపిస్తాయి, గిడుగు, గిడల్పు, గీతు అంత స్పుటంగా కనిపించవు” అని నేను

అన్నా అర్థం చేసుకోగలరు. దూరం నుండి చూసిన విద్యుత్ తంతులు సన్నగా దారాలలా కనిపిస్తాయి. దగ్గరకి వెళ్లి చూస్తే అవి లావుగా మోకుల్లా ఉంటాయి. అదే విధంగా మన విశ్వం కూడ మన దృక్కోణం నుండి నాలుగు కొలతలు ఉన్న విశ్వంలా కనిపిస్తోంది కాని, పోగుల సిద్ధాంతం ప్రకారం ఈ విశ్వానికి 11 కొలతలు ఉన్నాయని చెబితే నమ్మాలనే అనిపిస్తుంది.

ఇప్పుడు "ఈ విశ్వానికి 11 లక్షణాలు ఉన్నాయి. వాటిల్లో మనందరికీ పరిచయమైనవి పొడుగు, వెడల్పు, లోతు, కాలము. మనకి పరిచయం లేని లక్షణాలు ఇంకా 7 ఉన్నాయి" అని నేనంటే అదేమీ అంత మింగుడు పడని సమస్య కాదు. బొమ్మ గీసి చూపలేము కాని, ఊహించుకోకలం. పొడుగునీ, వెడల్పునీ గ్రాఫు కాగితం మీద చూపాలనుకున్నప్పుడు పొడుగుని కాగితానికి నిలువు దిశలోనూ, వెడల్పుని కాగితానికి అడ్డు దిశలోనూ చూపుతాం. ఈ నిలువు దిశకీ, అడ్డు దిశకీ మధ్య ఉన్న కోణం లంబ కోణం (అనగా, 90 డిగ్రీలు). ఆకాశంలో ఎగురుతూన్న విమానం ఎక్కడుందో చెప్పటానికి దాని అక్షాంశం (పొడుగు లాంటిది), రేఖాంశం (వెడల్పు లాంటిది) చెబితే సరిపోదు; అది ఎంత ఎత్తులో ఎగురుతోందో కూడ చెప్పాలి కదా. అక్షాంశానికీ, రేఖాంశానికీ మధ్య ఉండే కోణం లంబ కోణం. ఈ రెండింటి నుండి నిట్టనిలువుగా పైకి గీసే గీత ఈ రెండింటికి కూడ లంబ కోణంలో ఉంటుంది. అదే విధంగా కాల గమనాన్ని కొలిచే గీత మరొకటి ఉందనుకుందాం. ఆ గీత పైన చెప్పిన మూడింటికి లంబకోణంలో ఉంటుంది. అలా ఎన్ని లక్షణాలు కావలిస్తే అన్ని లక్షణాలని, వేర్వేరు దిశలలో గీతలు గీసి చూపవచ్చు. ఒకే ఒక నిబంధన. కొత్తగా గీసే గీత పాత గీతలన్నిటికి లంబ కోణంలో ఉండాలి. ఉన్నత శ్రేణి గణితంతో పరిచయం ఉన్నవారికి ఈ రకం లెక్కలు పరిపాటే!

గణితపరమైన ఈ రకం లక్షణాలు భౌతికమైన మన అనుభవాల మీద ఎలా ముద్ర వేస్తాయి అన్నది కొంచెం విచారిద్దాం. ముందుగా మన అనుభవంలో పొడుగు, వెడల్పు, లోతు అనే మూడు లక్షణాలు ఉన్న మన ప్రపంచమే తీసుకుందాం. ఈ ప్రపంచంలో నాలుగో లక్షణం ప్రవేశపెడితే దాని ప్రభావం మన ఆకళింపుకి ఎలా వస్తుంది? ఈ ప్రశ్నకి సమాధానం రెండే రెండు లక్షణాలు ఉన్న మరొక ఉదాహరణ ద్వారా చెబుతాను.

అమరచిత్ర కథల లాంటి బొమ్మల కథలు ఉన్న ఒక పుస్తకాన్ని తీసుకుందాం. ఈ రకం పుస్తకంలో ఒక పేజీలో ఉన్న బొమ్మలు ఎడా, పెడా, పైకీ, కిందికి కదులుతూన్నట్లు మనం ఊహించుకోగలం. కాని ఆ బొమ్మలు పేజీ లోంచి ఎగిరి కదలలేవు. ఎందువల్ల? కాగితపు ఉపరితలమే ఆ బొమ్మల విశ్వం. ఆ కాగితపు ఉపరితలం మీదే ఆ బొమ్మలు కదలగలవు. ఇప్పుడు ఈ కాగితం మీద ఉన్న ఒక బొమ్మని పీకి మరొక పేజీలోకి బదలాయించేమనుకుందాం. అప్పుడు బొమ్మల పుస్తకంలో ఉన్న పాత్రల కళ్లకి అకస్మాత్తుగా తమ ఎదుట ఉన్న ఒక శాల్తీ మాయం అయిపోయినట్లు, ఆ రెండవ పేజీలో ఆ బొమ్మ అకస్మాత్తుగా ప్రత్యక్షమైనట్లు అనిపిస్తుంది.

ఈ కథనం సరిగ్గా అర్థం కాకపోతే ఇప్పుడు మరొక ఉదాహరణ చెబుతాను. మన పురాణ గాథలలో మరో ప్రపంచంలో ఉన్న దేవుడు అకస్మాత్తుగా ఎదుట ప్రత్యక్షం అవటం, అదృశ్యం అవటం చూస్తూనే ఉన్నాము కదా. వీళ్లు స్వర్గలోకం నుండి మానవ లోకంలోకి ఏ విమానంలోనో రారు. అకస్మాత్తుగా వస్తారు. పుస్తకంలో ఒక పేజీలో బొమ్మ అదృశ్యం అయిపోయి మరొక పేజీలో కనిపించటం కూడ ఇటువంటి సంఘటనే. మనం ఈ ప్రపంచాలని మానవలోకం, ఇంద్రలోకం, సత్యలోకం అని పేర్లు పెట్టి పిలుస్తున్నాం. పోగుల సిద్ధాంతులు వీటిని సమాంతర విశ్వాలు అని పిలుస్తున్నారు.

పోగుల సిద్ధాంతం, పొరల సిద్ధాంతం ఈ ధోరణిలో ఆలోచిస్తున్నాయి. అందుకనే పోగుల సిద్ధాంతం, పొరల సిద్ధాంతం ప్రతిపాదించిన వారిని మొదట్లో పిచ్చివాళ్లుగా జమకట్టి పారేసేరు. "ఇది ఎడారిలో కనిపించే మృగతృష్ణలో నీళ్లు తాగటం వంటి వ్యర్థ ప్రయత్నమా లేక సమస్త సిద్ధాంతానికి పునాది వెయ్యటమా?" అని ఎగతాళి చేసేరు. దీనిని ప్రయోగాత్మకంగా రుజువు చెయ్యలేరని సవాలు చేసేరు. "ఇది భౌతిక శాస్త్ర సిద్ధాంతమా లేక మెట్ట వేదాంతమా?" అని ఈసడించుకున్నారు. ఈ ఎకసక్కేలు ఇలా ఉన్నప్పటికీ పోగుల సిద్ధాంతం, పొరల సిద్ధాంతం ఇంతో, కొంతో పరపతి పుంజుకున్నాయి.

22 .చివరికి మిగిలినది

కో అద్ధా వేద క ఇహ ప్ర వోచత్ కుత ఆజాతా కుత ఇయం విసృష్టిః|

అర్వాగ్ దేవా అస్య విసర్జనేనాఽథా కో వేద యత ఆబభూవ||

– (నాసదీయ సూక్తం ఋగ్వేదం 10-129-06)

ఈ సృష్టి ఎక్కడినుండి వచ్చిందో, ఎలా సృష్టింపబడిందో ఎవరు చెప్పగలరు? దేవతలు కూడా సృష్టి మొదలయ్యాకే వచ్చిన వారు కదా, మరి ఈ సృష్టి ఎలా మొదలయ్యిందో ఆ ఎరుకగల వారెవ్వరు?

ఇయం విసృష్టిర్యత ఆబభూవ యది వా దధే యది వా న|

యో అస్యాధ్యక్షః పరమే వ్యోమన్ త్సో అంగ వేద యది వా న వేద||

– (నాసదీయ సూక్తం ఋగ్వేదం 10-129-07)

ఈ సృష్టి ఆ కర్త సంకల్పమే, అవునో, కాదో? అత్యున్నత ఆకాశంలో ఉండి అధివీక్షించే దేవదేవునకు తెలుసునా? ఆయనకు కూడా తెలుసునో తెలియదో!

చాల దూరం ప్రయాణం చేసేం. చాల ప్రయాస పడ్డాం. చాల ప్రశ్నలు అడిగేం. చాల అభిమతాలు ("థియరీ" లు) వెల్లడించాం. గణిత సమీకరణాలంకృతాలయిన సిద్ధాంతాలు ("థీరం" లు) పరిశీలించేం. గ్రీకులతో మొదలుపెట్టి, గెలిలియో, నూటన్, మేక్స్వెల్, అయిన్‌స్టయిన్, మొదలైన ఎందరో మహానుభావుల పేర్లు స్మరించేం. విశ్వ రహస్యాలని ఛేదించటానికి విశ్వప్రయత్నాలు చేసేం. చివరికి మిగిలినది ఏమిటి? ఈ వ్యాస పరంపరని ఏ ప్రశ్నలతో మొదలుపెట్టేమో ఆ ప్రశ్నలే సమాధానాలు లేకుండా మిగిలిపోయాయి!

ఈ విశ్వం ఎందుకు ఉంది? అంటే, ఈ విశ్వం యొక్క ఉనికికి కారణం ఏమిటి? ఈ విశ్వం పనిచేసే తీరు ఏమిటి? ఈ విశ్వనిర్మాణానికి వాడబడ్డ ఘటకద్రవ్యాలు ఏమిటి? ఈ విశ్వం ప్రాదుర్భావానికి కారణభూతులు ఎవ్వరు? మహావిస్ఫోటనం ఎందుకు జరిగింది? ఈ విస్ఫోటనంతోటే స్థలం, కాలం పుట్టేయని అన్నాం కదా. విస్ఫోటనానికి "ముందు" స్థలమే లేకపోతే ఆ పేలిన పదార్థం (బ్రహ్మ పదార్థం?) ఎక్కడ ఉండేది? మహావిస్ఫోటనంలోనే కాలం పుట్టినప్పుడు "విస్ఫోటనానికి ముందు" అనే సమాసానికి అర్థం ఉందా?

పోనీ, పైన అడిగిన ప్రశ్నలకి వేదాంత తత్త్వపు ధోరణిలో తప్ప శాస్త్రీయ ధోరణిలో సమాధానాలు చెప్పలేమని ఒప్పేసుకుందాం – మాటవరసకి. మన ప్రశ్నలని భౌతిక శాస్త్రం విధించిన పరిధిలోనే అడుగుదాం. పదార్థం పరమాణు రేణువులతో తయారయింది అన్నారు కదా. కొన్ని పరమాణు రేణువుల అస్తిత్వానికి నిలకడ (అంటే స్థిరత్వం) ఉండి, కొన్నింటికి లేదు. ఎందుకని? మనిషి ఎంత పొడుగున్నాడో, ఎంత బరువున్నాడో కొలిచినంత మాత్రాన ఆ మనిషి తత్త్వం అర్థం అవుతుందా? అలాగే మనం చేసినదల్లా విశ్వంలోని అంశాలని కొన్నింటిని – దూరాలు, వేగాలు, కాలాలు, గరిమలు, ఆవేశాలు, మొదలైన భౌతిక రాశులని - కొలిచేం. అంతే కాని ఈ విశ్వం యొక్క తత్త్వాన్ని అర్థం చేసుకోలేదు. ఈ విశ్వం యొక్క అస్తిత్వానికి కారణం ఏమిటి? ఈ రకం ప్రశ్నలకి ఆధినిక భౌతిక శాస్త్రం ఆమోదకరమైన సమాధానాలు ఇవ్వలేకపోతోంది – ఇప్పటివరకు.

అంటే ఏమిటన్నమాట? కొన్ని రకాల ప్రశ్నలకి సమాధానాలు ఎక్కడ దొరుకుతాయో మనకే తెలియటం లేదు. మరికొన్ని రకాల ప్రశ్నలకి సమాధానాలు ఇంకా అధునాతనమైన అభిమతాలలో దొరకొచ్చనే ఆశ ఉంది. ప్రస్తుతానికి మొదటి రకం ప్రశ్నలకి సమాధానాలు మరొక కోణం నుండి వెతుకుదాం.

ఈ మొదటి రకం ప్రశ్నలు భారతదేశంలో వర్ధిల్లిన సనాతన ధర్మ కర్తలు ఎప్పుడో వేదకాలంలోనే లేవదీశారు. ఋగ్వేదంలో (10.129) నాసదీయ సూక్తం అనే మంత్రం ఉంది. ఈ

మంత్రం లోని భావం భాషకి అతీతం. యోగాభ్యాసం చేసిన మునులు అనుభవించి అవగాహన చేసుకున్న బ్రహ్మ సత్యాన్ని భాష విధించిన శృంఖలాలకి బద్ధులై చెప్పేరు. వారు చెప్పదలుచుకున్న మనోభావాన్ని భాషలో బంధించి చెప్పేసరికి సగం భావం నశించిపోయి ఉంటుంది. మిగిలినదానిని ఇంగ్లీషులోకో, తెలుగులోకో దింపి చెప్పటానికి ప్రయత్నిస్తే మరో వన్నె తరిగిపోతుంది. అయినా సరే నాసదీయ సూక్తంలోని ఏడు శ్లోకాలలోని భావాన్ని, నాకు స్ఫురించిన విధంగా వ్యాఖ్యానించి తెలుగులో చెప్పటానికి ప్రయత్నం చేస్తాను.

ఈ సూక్తంలో, శ్లోకానికి నాలుగు పాదాల చొప్పున, ఏడు శ్లోకాలు ఉన్నాయి. ప్రతి శ్లోకంలోను మొదటి పాదంలో చెప్పదలుచుకున్న ముఖ్యాంశం ఉంటుంది, మిగిలిన మూడు పాదాలలో కొంత వివరణ ఉంటుంది. ఈ శ్లోకాలని అర్థం చేసుకోటానికి ముందుగా "సత్" అనే మాటకి "అసత్" అనే మాటకి ఉన్న విస్తృతార్థం మనం గ్రహించాలి. "సత్" అంటే సత్వం లేదా అస్తిత్వం. దీనినే ఇంగ్లీషులో "బీయింగ్" (being) అనిన్నీ "ఎగ్జిస్టెన్స్" (existence) అనిన్నీ అనొచ్చు. తెలుగులో "ఉనికి" అని కాని, "ఉండటం" అని కాని చెప్పుకోవచ్చు. సత్ అంటే ఏమిటో చెప్పేను కనుక దీనికి వ్యతిరేకమైన లేక విరుద్ధమైన అర్థంతో "అసత్" అనే మాటని వాడదాం. అసత్ అంటే నాస్తిత్వం. సంస్కృతంలో "న" అంటే లేదు, కాదు అనే అర్థాలు ఉన్నాయి. కనుక శ్లోకం మొదట్లోనే "న అసత్, న సత్" అనే ద్వంద్వ విరుద్ధ భావాలతో మొదలు అవుతుంది. అందుకనే దీనిని నాసదీయ సూక్తం అన్నారు. ఈ మంత్రానికి అర్థం ఏమిటో ప్రయత్నించి చూద్దాం.

1. సృష్ట్యాదిలో ఉనికి అనేది లేదు, ఉనికి లేకపోవటం అనేది లేదు ("నసదాసీన్నో సదాసీత్ తదానీం").
2. మృత్యువు లేదు, అమరత్వం లేదు, నామరూపాలు లేవు, రాత్రింబవళ్లు లేవు ("న మృత్యురాసీదమృతం న తర్హి న రాత్ర్యా")
3. అంతా చీకటితో ఆవృతమైన చిట్టచీకటి ("తమ ఆసీత్ తమసా గుళమగ్రే")

4. ఆ ఆదిలో కోరిక జనించింది . అది ఉనికికి, ఉనికి లేకపోవటానికి మధ్య ఉన్న తెరని ఛేదించింది ("కామస్తదగ్రే సమవర్తతాధి మనసోరేతః")
5. బీజం అలా నాటటంతో మహా శక్తులు నాలుగు దిశలలో ఉద్భవించేయి ("రేతోధ ఆసన్ మహిమాన ఆసన్ త్స్వధా")
6. ఈ సృష్టి ఎలా జరిగిందో ఎవరు చెప్పగలరు? ("కో అద్ధ వేద క ఇహ ప్రవోచత్| కుత అజాతా కుత ఇయాం విస్పృష్టిః")
7. ఆ సృష్టికర్తకే తెలియాలి. వాడికి కూడా తెలియదేమో ("యో అస్యాధ్యక్షః పరమే వ్యోమన్ | త్సో అఙ్గ వేద యది వా న వేద")

ఇప్పుడు ఈ ఏడు శ్లోకాలలో ఉన్న సారాంశాన్ని మన భాషలో చెప్పటానికి ప్రయత్నిస్తాను.

1. ఆదిలో మనకి అవగతమయే విశ్వం లేదు. (శ్లో. 1)
2. అంతరిక్షం లేదు. అంతరిక్షానికి అవతల ఏమీ లేదు. కాని ఏదీ లేదనటానికి వీలు లేదు (అంటే, ఏదో ఉందనే భావం). (శ్లో. 2., శ్లో. 1)
3. ఆ ఉన్నదేదో అనంతమైన సాంద్రత కలిగి ఉంది ("గహనం గభీరం", శ్లో. 1).
4. "ఇది" తప్ప మరింకేమీ లేదు (శ్లో. 2).
5. అవగాహనకి అందని ఆ "ఇది" మన అవగాహనకి అందని విధంగా దాగి ఉంది. (శ్లో. 3)
6. ఆ "ఇది" ఏమైతేనేమి, అది నామరూపాలు లేని శూన్యం (శూన్యం కూడ పూర్తిగా "శూన్యం" కాదని గుళిక శాస్త్రం చెబుతోంది కదా!) (శ్లో. 3)
7. తాపం వల్ల దానికి అస్తిత్వం సిద్ధించింది. (శ్లో. 3)
8. ఇచ్ఛ వల్ల విశ్వం వికసించింది. (వికసించి, వ్యాప్తి చెందింది.) (శ్లో. 4)
9. దేవగణాలకి కూడ ఈ ప్రాదుర్భావం తరువాతే అస్తిత్వం సిద్ధించింది. (శ్లో. 6)
10. ఈ సృష్టికి కారణభూతమైన కారణం ఉందో లేదో తెలియదు. (శ్లో. 7)
11. ఈ సృష్టికార్యం అనే ప్రహేళికకి పరిష్కారం ఉందో, లేదో! (శ్లో. 6, 7)

ఇన్ని విషయాలు చెప్పిన మహర్షి (ప్రజాపతి పరమేష్ఠి), చివరికి మన ప్రశ్నలకి సమాధానం చెప్పనే లేదు!

బ్రహ్మసత్యం ("అల్టిమేట్ రియాలిటీ") యొక్క స్వభావ స్వరూపాలు భాషతో వర్ణించటం చాల కష్టం. "దాని"ది ద్వంద్వ స్వభావం. ఈ ద్వంద స్వభావాన్ని పరిపరి విధాలుగా వర్ణించటానికి ప్రయత్నించేరు మనవాళ్లు. ఉదాహరణకి ఈ నాసదీయ సూక్తం యొక్క సారాంశమే గీత (2.16) లో ఇలా కనిపిస్తుంది:

నాసతో విద్యతే భావో, నభావో విద్యతే సతః
ఉభయోరపిదృష్టోంతః త్వనయోస్తత్త్వదర్శిభిః

ఆత్మ యొక్క నిజ స్వరూపం పై విపేచన జరుగుతున్న సందర్భంలో చెప్పబడ్డ ఈ శ్లోకానికి ఈ విధంగా భాష్యం చెప్పవచ్చు: "లేని వస్తువునకు ఉనికి లేదు. ఉన్న వస్తువునకు లేకుండా పోదు. ఆత్మ సత్ అనియు, అనాత్మ యగు దేహము అసత్ అనియు తత్త్వవేత్తలు మాత్రమే గ్రహింతురు." సదసద్ వస్తువులకు (అంటే సత్, అసత్ లకు) మధ్య గల తారతమ్యం తత్త్వజ్ఞులు మాత్రమే గుర్తించగలరు అని కృష్ణుడు బోధిస్తున్నాడు. సత్, అసత్; ఆత్మ, అనాత్మ; నిత్యం, అనిత్యం; సత్యం, అసత్యం అనే ద్వంద్వభావాల మధ్య ఉండే అంతరం బహు సూక్ష్మం అగుటచే అవి జనసామాన్యమునకు పరోక్షముగానే భాసించుచున్నవి తప్ప ప్రత్యక్షముగా కానరాకున్నవి.

నాసదీయ సూక్తం లోని చిట్టచివరి శ్లోకం వంటిదే గీతలో మరొక శ్లోకం (2.29) ఉంది. అవలోకించండి:

ఆశ్చర్యవ త్పశ్యతి కశ్చి దేనం | ఆశ్చర్యవత్ ద్వదది తథైవ చాన్యః
ఆశ్చర్యవ చ్చైవ మన్యః శృణోతి | శ్రుత్వా స్యేనం వేదన న చైవ కస్చ్త్

ఆత్మ, దేహముల (సత్, అసత్) పరస్పర సంబంధమును గూర్చి వింతతో చూతురు, వింతగా పలుకుదురు, ఆశ్చర్యముతో విందురు. దీనిని గూర్చి కన్నను, విన్నన్ను, పలికినను గూడ దీనిని నిజముగా నెరిగినవాడు ఒక్కడును లేడు.

ఈ ప్రయత్నంలోని సారాన్ని పోతనామాత్యుడు తెలుగులోకి ఎంత గంభీరంగా దింపేడో చూడండి:

కలడందురు దీనులయెడ
కలడందురు పరమయోగి గణముల పాలన్
కలడందురన్ని దిశలను
కలడు కలండనెడువాడు కలడో లేడో

ఈ మాటలు గజేంద్రుడి నోటి వెంట వచ్చినా, ఈ భావం మహర్షి మెదడులో మెదలిన స్ఫూర్తి. ఇదే భావం తో నాసదీయసూక్తాన్ని ప్రారంభిస్తాడు మహర్షి: “న అసత్ ఆసీత్ నొ సత్ ఆసీత్ తదామి”. దీనిని ఇంగ్లీషులో “ఎట్ ఫస్ట్ దేర్ వజ్ నో బీయింగ్ నార్ నాన్ బీయింగ్” అన్నారు.

తమసోమా జ్యోతిర్గమయ

సమాప్తం