ரவி நடராஜன்

விஞ்ஞான முட்டி மோதல்

விஞ்ஞான முட்டி மோதல்

ரவி நடராஜன்

மின்னூல் வெளியீடு :

http://**FreeTamilEbooks**.**com**

உரிமை – Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0

உரிமை – கிரியேட்டிவ் காமன்ஸ். எல்லாரும் படிக்கலாம்,

பகிரலாம்.

உள்ளடக்கம்

- முன்னுரை
- விஞ்ஞான முட்டி மோதல்
- விஞ்ஞான முட்டி மோதல் – பகுதி 1
- விஞ்ஞான முட்டி மோதல் – பகுதி 2
- விஞ்ஞான முட்டி மோதல் - பகுதி 3
- விஞ்ஞான முட்டி மோதல் - பகுதி 4
- முட்டி மோதி விஞ்ஞானம் – பகுதி 5
- முட்டி மோதி விஞ்ஞானம் – பகுதி 6
- விஞ்ஞான முட்டி மோதல் - பகுதி 7
- விஞ்ஞான முட்டி மோதல் - பகுதி 8
- விஞ்ஞான முட்டி மோதல் – பகுதி 9
- விஞ்ஞான முட்டி மோதல் – பகுதி 10

- **FreeTamilEbooks.com** - எங்களைப் பற்றி
- உங்கள் படைப்புகளை வெளியிடலாமே

முன்னுரை

பொதுவாக, நம்முடைய அணுக் கட்டமைப்பு பற்றிய புரிதல் 60 ஆண்டுகள் பழையது. அணு என்றால், மிகச் சிறிய விஷயம் – எத்தனை சிறியது என்றெல்லாம் நமக்கு கவலை இல்லை. ஆனால், அணுகுண்டு என்றால், பெரிய அபாயம் தரும் விஷயம் என்று மட்டும் அறிவோம். அமெரிக்கா, இரண்டாம் உலகப் போரின் போது ஜப்பான் மீது அணுகுண்டை வீசியது என்பதும் அறிவோம். இது பெரும் அழிவை ஏற்படுத்தியதையும் அறிவோம்.

அணுகுண்டு என்றவுடன், நமது ஊடகங்கள் எப்படியோ ஐன்ஸ்டீனையும் இத்துடன் இணைத்து கதை கட்டி வெற்றி கண்டுள்ளது. ஒருவர் என்னிடம், “ஐன்ஸ்டீன் மிகவும் மோசமானவர். இவர்தான் அணுகுண்டைக் கண்டுபிடித்து விஞ்ஞானத்தையே குட்டிசுவராக்கினார்” என்று சொன்னவரை, ஐன்ஸ்டீனைப் பற்றிச் சரியாகப் புரிய வைக்க, போதும் என்றாகிவிட்டது. இத்தனைக்கும் அவர் கணக்கர். விஞ்ஞானம் என்றால் ஓட்டம் பிடிப்பவர்.

இப்படி குற்றச்சாட்டை அடுக்காவிட்டாலும் அணு விஞ்ஞானம் பற்றிய பொதுப் புரிதல் மோசமாகவே இன்றும் உள்ளது;

1. ஏராளமான பொருட் செலவில் பொதுப் பயனற்ற ஒரு துறை
2. அரசாங்கங்கள் பாதுகாப்பிற்காக ரசசியமாக இயங்கும் ஒரு துறை
3. இந்தியா இந்தத் துறையில் என்னவோ செய்து கொண்டிருக்கிறது. ஆனால், என்னவென்று தெரியவில்லை

இப்படி பல கருத்துக்கள் பொதுவாக உலா வருகிறது. அணு பௌதிகத் துறை மிகவும் முக்கியமான, சரியாகப் புரிந்து கொள்ள வேண்டியத் துறை. இன்று, இப்புத்தகத்தை நீங்கள் படிக்கிறீர்கள் என்றால், அதற்கும் அணு பௌதிக துறையும் ஒரு காரணம். குவாண்டம் பௌதிகம் என்பது ஒரு நூறாண்டுக்கு மேல் விஞ்ஞானிகளின் உழைப்பினால் உருவாக்கப்பட்டத் துறை. இதனால், நம் நுண் அளவு புரிதல் (understanding of the small)

வளர்ந்துள்ளது. மின்னணுவியல் துறையின் வளர்ச்சியால் இன்று கணினி, செல்பேசி, தட்டை திரை டிவி, டிஜிட்டல் காமிரா, தொலைத்தொடர்பியல் யாவும் வளர்ந்து சமுதாயத்திற்கு உதவியுள்ளன. 20 –ஆம் நூற்றாண்டின் பெரும் மனித வளர்ச்சிக்கு உதவியது குவாண்டம் பௌதிக துறையை அடிப்படையாய் கொண்ட பல துறைகள் என்றால் மிகையாகாது. இந்த ஆய்வுகள், கண்டுபிடிப்புகளிலிருந்து நமக்குக் கிட்டக் கூடிய பயன்கள் ஏதோ தீர்ந்து போய்விடவில்லை. இன்னும் பல முன்னேற்றங்கள் நாளடைவில் மனித சமுதாயத்திற்கு பயனளிக்கும் என்பதில் எந்த சந்தேகமும் இல்லை.

இதற்கான அடிப்படைத் தேவை அணுவைப் பற்றிய முழுப் புரிதல். இது எளிதான விஷயமல்ல. அத்தனை சிறிய விஷயத்தை ஆய்வது என்பது சாதாரண ஆராய்ச்சியும் அல்ல. இந்தக் கட்டுரைத் தொடர் எளிய தமிழில் ஓரளவிற்கு உங்கள் அணுப் புடிதலை மேம்படுத்தினால், எழுதியதற்கு பயன் அளிக்கும்.

இக்கட்டுரைகளை 2013 –ஆம் ஆண்டு வெளியிட்ட ‘சொல்வனம்’ ஆசிரியர் குழுவிற்கு நன்றி.

ரவி நடராஜன்

16 செப் 2015

டொரோண்டோ, கனடா

விஞ்ஞான முட்டி மோதல்

விஞ்ஞான முட்டி மோதல்

ரவி நடராஜன்

ravinat@gmail.com

உரிமை Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derives 3.0 Un ported License

உரிமை – கிரியேட்டிவ் காமன்ஸ். எல்லாரும் படிக்கலாம், பகிரலாம்.

அட்டைப்படம் – மனோஜ் குமார் – **socrates1857@gmail.com**

மின்னூலாக்கம் – சடையன் பெயரன் – tsuresh250@gmail.com

1

விஞ்ஞான முட்டி மோதல் – பகுதி 1

பாலஸ்தீன், பாக்தாத் போன்ற இடங்களில் மனிதர்களும்,

அவர்களுடைய அழிவு எந்திரங்களும் ஒவ்வொரு நாளும் மோதி என்ன கண்டுபிடிக்க முயற்சிக்கிறார்கள் என்று தெரியவில்லை. ஆனால், அணு ஆராய்ச்சியாளர்கள், அதிலும் அணுநுண்துகள் (particle physics researchers) ஆராய்ச்சியாளர்கள், பல ஆண்டு காலமாக இஸ்ரேலிய டாங்க் முன்னர் கல்லெரியும் இளைஞர்கள் போலத்தான் இருந்தார்கள். இவர்களை ஏகத்துக்கும் உற்சாகமடையக் காரணம், aNUஅணுக்களை முட்டி மோதிப் பார்க்க ஒரு ராட்சச எந்திரம் ஒரு 15 ஆண்டுகளாக உருவாக்கியதுதான்!

சொல்வனத்தில் “விஞ்ஞானக் கணினி” என்ற தலைப்பில் உலகின் மிகப் பெரிய விஞ்ஞான முயற்சிகளில் ஒன்றாக “பெரிய ஹேட்ரான் கொலைடர்” (Large Hadron Collider or LHC) என்று மேல்வாரியாக இம்முயற்சியைப் பற்றி எழுதியிருந்தேன். 2012 –ல் இந்த சோதனைகளை நடத்தி வரும் CERN என்ற யுரோப்பிய அமைப்புக்கு பட்ஜெட் நெருக்கடி வந்து கொஞ்சம் அடக்கி வாசிக்க வேண்டிய நிர்பந்தம் ஏற்பட்டுள்ளது. யுரோப்பிய நாடுகள் பொருளாதார பிரபு என்ற நிலமையிலிருந்து பிரபுதேவா என்ற நிலைக்கு இன்று மாறியதே முக்கியக் காரணம். இன்று பட்ஜெட் தேவைகளுக்கு ஜெர்மனியை

பெரும்பாலும் யுரோப்பிய நாடுகள் நம்பி இருக்கின்றன. விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிக்கும் இது பொருந்தும். CERN அமைப்பு யுரோப்பிய நாடுகளை தாஜா பண்ணி இதுவரை சமாளித்து வருகிறது. பொதுவாக, வளர்ந்த மேற்கத்திய நாடுகள், பொருளாதார காரணங்களால், விஞ்ஞான முயற்சிகளை, சற்று அடக்கி வாசிப்பது விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு துரதிஷ்டமான விஷயம். அமெரிக்காவில் பல்வேறு விஞ்ஞான முயற்சிகள் இன்று பண நெருக்கடி காரணமாக நிறுத்த/குறைக்கப்படுவதுமாக இருப்பது ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு கவலையளிக்கிறது. நாசா, (NASA) ஃபெர்மிலாப் (Fermilab), ப்ரூக்ஹேவன் (Brookhaven) போன்ற அமைப்புகள் பட்ஜெட் குறைப்பின் விளைவாக பெரிய முயற்சிகளில் இறங்க தயங்குகிறார்கள். இதனால், அமெரிக்க விஞ்ஞானம் பிந்தங்கி வருவது பல விஞ்ஞானிகளின் பெரும் குறை. வளரும் நாடுகளான சைனா, இந்தியா, ரஷ்யா போன்ற நாடுகளுக்கு அன்றாட பிரச்னைகளை சமாளிக்கவே நேரம் சரியாக இருக்கிறது.

இக்கட்டுரைத் தொடரில், CERN –னின் ராட்சச விஞ்ஞான சோதனை முயற்சியைப் பற்றிய சின்ன அறிமுகம் மூலம், இதைப்பற்றிய பல்வேறு குழப்பங்களை நீக்க

முயற்சிப்போம். முதலில், அப்படி என்ன ராட்சசத்தனம் இதில்? இதைப்பற்றி இப்படி மெனக்கிட்டு தமிழில் எதற்கு எழுத வேண்டும்? சாதாரண மனிதனுக்கும், இம்முயற்சிக்கும் என்ன தொடர்பு? இப்படி, பல கேள்விகள் உங்களின் மனதில் எழலாம். முதல் பகுதியில் பல கேள்விகளை முன் வைக்க முயற்சிக்கிறேன். அதைத் தொடரும் பகுதிகளில் இந்த கேள்விகளுக்கு எளிய பதில்கள் தர முயற்சி செய்வோம்.

- சென்னை நகரின் ஒரு நாளைய மின்சார தேவை 2,000 மெகாவாட் (2011-ல்). பெரிய நகரம் என்றால் பல தேவைகள் இருப்பது சகஜம். நியூயார்க் நகரத்திற்கோ, ஒரு நாளைக்கு 15,000 மெகாவாட் வரை (2008-ல்) தேவைப்படுகிறது. யுரோப்பில் உள்ள ராட்சச **LHC** -ஐ இயக்கத் தேவை, நாளொன்றுக்கு 150 மெகாவாட். அதாவது, **CERN** இருக்கும் ஜெனிவா மாவட்டத்தின் 5-ல் ஒரு பங்கு மின்சாரம் இதற்கே செலவாகிறது. அதாவது, ஒரு 150,000 பெரிய அமெரிக்க வீடுகளுக்கு இந்த மின்சாரம் போதுமானது. கண்ணுக்கே தெரியாத ஒன்றைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிக்கு இத்தனை சக்தித் தேவை என்ன?
- 2012 –ல் **CERN** –ஐ நடத்த 1 பில்லியன் யூரோவை (ஏறக்குறைய 1.5 பில்லியன் டாலர்கள்)

விட சற்று அதிகம் செலவாகிறது (**https**://**cdsweb**.**cern**.**ch**/**record**/1407874/**files**/**fc**-**e**-5578-**Budget**2012.**pdf**). பல யூரோப்பிய நாடுகள் இதற்கு உதவுகின்றன. இங்குள்ள ராட்சச LHC – ஐ உருவாக்க, 6 பில்லியன் டாலர்களை விடச் சற்று அதிகம் செலவாயிற்று. அப்படிச் செலவு செய்வதால், யாருக்கு என்ன பயன்? பல நாடுகளின் சாதாரணக் குடிமக்களின் வரிப்பணத்தை ஏன் அரசாங்கங்கள் இப்படி செலவழிக்கின்றன?

- ஸ்விஸ் நாட்டிற்கும், ஃப்ரான்ஸ் நாட்டிற்கும் இடையே பூமிக்கு அடியில் (100 மீட்டருக்கு கீழே) ஒரு 27 கி.மீ. தூரத்திற்கு ஒரு பெரிய சுரங்கம் தோண்டப்பட்டு, அதில் ராட்ச்ச எந்திரங்களை எதற்காக பொறியாளர்களும், விஞ்ஞானிகளும்

நிறுவியுள்ளார்கள்? உலகிலேயே மிக சிக்கலான எந்திரம் இதுதான் என்று உறுதியாகச் சொல்ல முடியும். ஏன் இந்த பெருமுயற்சி?

- இந்த சோதனையில் உபயோகப்படுத்தப்படும் காந்தங்கள் உலகின் மிகப் பெரிய/சக்திவாய்ந்த காந்தங்கள். இந்த ராட்சச காந்தங்களுக்கு ஏராளமான உபசாரம். பயங்கரமாக குளிர்விக்கப்ப்டுகின்றன. இவை, பெரும் மின்சார உறிஞ்சிகள். அத்துடன், மிகவும் விசேடமான பொருட்களால் தயாரிக்கப்படுகின்றன. உலகின் பல்வேறு உயர் தொழில்நுட்ப நிறுவனங்களால், பிரத்யேகமாய் CERN – க்காக உருவாக்கிய காந்தங்கள் இவை. எதற்காக இத்தனை பெரிய/விசேட காந்தங்களை உபயோகிக்க வேண்டும்?

- இங்குள்ள குளிர்சாதன எந்திரங்கள் உலகின் மிகப் பெரிய குளிர்விக்கும் எந்திரங்கள். அப்படி என்ன சகாராவிலா சோதனை நட்த்துகிறார்கள்? னமக்கு தெரிந்த பிரபஞ்சத்தில் மிகவும் குளிரான ஸ்தலம் LHC தான். உலகின் மிகக் குளிரான இடத்தில் (அண்டார்டிகா) -90 டிகிரி செல்சியஸ் பதிவாகி இருப்பது சப்பை செய்தி. விமானத்தில் 30,000 அடிக்கு மேலே பறக்கும் போது உள்ள வெப்பநிலை -40 டிகிரி. நட்சத்திர மண்டலங்களுக்கு இடையே உள்ள வெட்ட வெளியில் உள்ள வெப்பநிலை ஏறக்குறைய -270 டிகிரி செல்சியஸ். LHC – ல் இதைவிடக் குளிர் அதிகம். பௌதிக விதிகள்படி, -273 (0 டிகிரி கெல்வின்) டிகிரியில் எல்லா அசைவுகளும் நின்று விடும். எதற்காக இந்த பயங்கரக் குளிர்?

- முதல்கட்ட காந்தங்களை குளிர்விக்க தேவையான திரவ நைட்ரஜன், சொன்னால் நம்ப மாட்டீர்கள் – 12 மில்லியன் லிட்டர்கள். அத்துடன் 7 லட்சம் லிட்டர் திரவ ஹீலியமும் சேர்த்துக் கொள்ளுங்கள்! இந்த கொலைடரில் குளிர்விக்கப்பட்ட திரவங்கள் வெளியேறாமல் பாதுகாக்க 40,000 குழாய் இணைப்புகளை பொறியாளர்கள் கண்காணிக்கிறார்கள். எதற்கு இத்தனை கஷ்டப்படுகிறார்கள்?
- சுவிஸ் நாட்டிற்கும், ஃப்ரான்ஸ் நாட்டிற்கும் இடையே பூமிக்கு அடியே 100 மீட்டர் ஆழத்தில் ராட்சச குழாய் ஒன்று ஒடுகிறது. இந்த குழாயில் சொன்னால் நம்ப மாட்டீர்கள் – ஒன்றுமே இல்லை. பொறியாளர்கள் உயர் அழுத்த வெற்று இடத்தை (vacuum) உருவாக்க இத்தனை

உழைத்துள்ளார்கள். எதற்காக 27 கி.மீ. –க்கு வெற்றிடம், அதுவும் பூமிக்கு 100 மீட்டர் ஆழத்தில்?

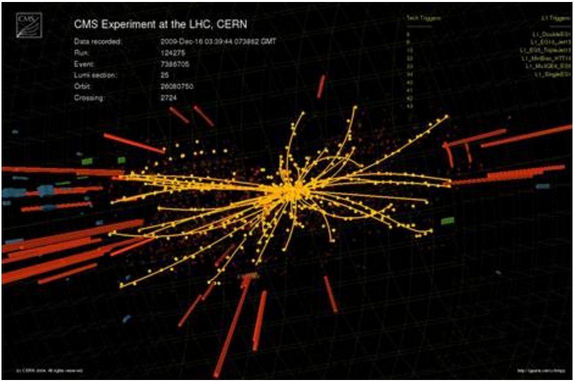
- சூரியனின் மத்தியில் உள்ள வெப்பநிலை 15.7 மில்லியன் டிகிரிகள். இது, நம் அருகாமையில் உள்ள மிக அதிக வெப்பஸ்தலம். LHC –ல் இதைவிட 100,000 மடங்கு அதிக வெப்பத்தை உருவாக்கிறார்கள். எதற்காக இத்தனை வெப்பம் தேவை? இந்த வெப்பநிலையில் சுற்றியுள்ள எல்லாப் பொருள்களும் கருகிவடாதா?
- சுருங்கச் சொன்னால், LHC –ல் பிரபஞ்சத்தின் மிகக் குளிரான, மற்றும் மிக வெப்பமான நிலைகளை தாற்காலிகமாக உருவாக்க முடியும். இன்று பிரபஞ்சத்தில் அப்படிப்பட்ட நிலைகள் எங்கும் இல்லை என்று விஞ்ஞானிகள் கூறுகிறார்கள்.

விளக்கங்களை அளிக்குமுன், விஞ்ஞானிகள் எந்த மாதிரி பிரச்சினைகளுக்கு விடை தேடுகிறார்கள் என்று பார்க்கலாம். முதலில், இவர்களின் தேடல், இயற்கையின் அடிப்படை அமைப்பைப் பற்றியது. குறிப்பாக, அதிலும், பொருட்களின் அமைப்பைப் பற்றியது. பிரபஞ்சத்தில் உள்ள யாவும் அணுக்களால் உருவாகியவை என்பது மிகப் பழைய செய்தி. அணுவின் கட்டுமானம் எப்படிப்பட்டது என்று ஆராய்வதில் மனிதனுக்கு மிகவும் சவாலான விஷயம். நம்முடைய அறிவிற்கு எட்டியவரை, ஒரு பொருளின் பிரிக்க முடியாத நுண் அமைப்பை அணு என்று முதலில் சொல்லி வந்தோம். அணுக்களைப் பற்றிய புரிதல் 20 –ஆம் நூற்றாண்டில் பல வித சோதனைகள் மூலம் ஆரம்பித்தது.

ஓரளவிற்கு பொருட்களின் கட்டுமானத்தைப் (basic structure of matter) பற்றிய அறிவு வளர வளர, அணுக்களுக்குள் என்ன இருக்கின்றது என்ற கேள்வி தோன்றவே அதையும் ஆராயத் தொடங்கியது விஞ்ஞான உலகம். இயற்கையின் செயல்பாடு ஓரளவிற்கு அணு அறிவினால் புரிந்தாலும், ஏராளமான இயக்க ரகசியங்கள் இன்னும் புதைந்து கிடப்பது தெளிவாகியது. முதல் கட்டமாக, அணுவிற்குள் நுண்துகள்கள் (sub atomic

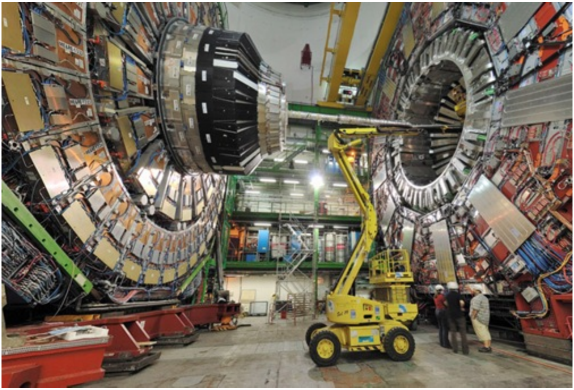
particles) இருப்பது பல சோதனைகள் மூலம் உறுதி செய்யப்பட்டது. ஆனாலும், இவற்றை புரிந்து கொள்ள பலவித புதிய உத்திகளும், கோட்பாடுகளும் தேவைப்பட்டது. 20-ஆம் நூற்றாண்டின் பெரும் விஞ்ஞான முன்னேற்றம் அணு நுண்துகள்களைப் பற்றிய புரிதலில் ஏற்பட்டது. ஆனால், இன்றுவரை, இயற்கையின் அணு அளவு இயக்கம் முழுவதும் மனிதனுக்கு புரியவில்லை. அத்துடன், மேலும் நமது அன்றாட வாழ்க்கையில் நிகழும் இயக்கங்களுக்கும், அணு அளவு இயக்கங்களுக்கும் பெரும் வித்தியாசம் இருக்கிறது. அத்துடன், வான்வெளியில் நட்சத்திர திரள்களின் இயக்கம் மூன்றாவது ஒரு பிரிவாக உள்ளது.

பௌதிகத்துறையில் என்றும் ஒரு தீராத தேடல், இந்த மூன்று இயக்கத்தையும் ஒரே கோட்பாட்டில் விளக்குவது. தனித்தனியாக நடந்து வந்த இம்முயற்சிகள் ஒரே சீரான பாதையில் ஆராய்ந்தால், இது பலனளிக்குமா என்பது மிகவும் சர்ச்சைக்குரிய விஷயம். ஆனால், பல விஞ்ஞானிகள் இப்படித் தேடுவதைத் தவிர வேறு வழியில்லை என்கிறார்கள். இப்படி மூன்று சிந்தனையையும் இணைக்கும் ராட்சச முயற்சி CERN நடத்தும் ஆராய்ச்சி என்று தாராளமாக சொல்லலாம்.



அணுவின் கருவில் என்ன உள்ளது என்று ஓரளவிற்கு நமக்கு இன்று புரிந்திருந்தாலும், அந்தக் கருவினுள் உள்ள நுண்துகள்களை பிரிப்பது என்பது சாதாரண விஷயமல்ல. எப்படி ஒரு பெரிய பாறையை உடைப்பது சரியான கருவிகள் உருவாகும் வரை கடினமாக இருந்ததோ அதைவிட பல மடங்கு கடினமானது இயற்கையின் இந்த ராட்சச இணைப்பு சக்திகளைப் பிரிப்பது. கண்ணிற்கு தெரியாத மிக மிகச் சிறிய அளவில் இருந்தாலும், அணுக்கருவிற்குள் ராட்சச சக்திகள் இந்த நுண்துகள்களை இணைத்து வைத்துள்ளன. அந்த சக்திகளை கட்டுப்படுத்தி,

துகள்களை விடுவித்து ஆராய்வது மனிதனின் விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தின் உச்சி என்று சொல்லலாம்.



அணுக்களோ, கண்ணுக்கு தெரியாத அளவு சிறியது. ஆனால், அதனுள் உள்ள அபார சக்தி (energy) மற்றும் எடை (mass) பற்றிய ரகசியங்களை அவ்வளவு எளிதில் அறிந்து கொள்வது முடியாத காரியம். இவ்வளவு சிறிய அணு துகள்களை எப்படிப் புரிந்து கொள்வது? அவற்றைப் பற்றிய பல கோட்பாடுகள் (scientific theory) இருந்தாலும், விஞ்ஞான உலகில், எதையும் சோதனை (experimental evidence) முறையில்

நிரூபிக்க வேண்டும். அணு துகள்களை உடைத்துப் பார்ப்பது ஒன்றுதான் வழி. இப்படி, அணு துகள்களை உடைத்துப் பார்ப்பது என்பது பிரபஞ்சம் தொடங்கிய சில மைக்ரோ நொடிகளில் உருவான ஒன்று. அதற்கு பின் இப்படி அந்த நிகழ்வுகள் ஏற்படவில்லை. ஆகவே, LHC –ல் நாம் பயணிப்பது, 15 பில்லியன் வருடங்கள் பின்நோக்கி. ஏனென்றால், பிரபஞ்சம் தோன்றி அத்தனை வருடங்கள் ஆகிவிட்டன.

சில நுண்துகள்கள் மிக அதிக வெப்பமான சூழ்நிலையில் உருவாகும். பிரபஞ்சம் தொடங்கிய சில வினாடிகளில் இப்படிப்பட்ட துகள்கள் உருவாகியிருக்கும் என்று விஞ்ஞானிகள் கணக்கிட்டுள்ளார்கள். அப்படிப்பட்ட சூழலை உருவாக்கவே LHC போன்ற எந்திரங்கள் இத்தனை கவனத்துடன், பெருட்செலவுடன், பிரம்மாண்டமாய் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

விஞ்ஞான முட்டி மோதல் – பகுதி 2

தவறான எண்ணங்கள் (myths)

யுரோப்பிய அணு ஆராய்ச்சிக் கழகம் சமீபத்தில் உருவான அமைப்பு.

LHC பற்றிய செய்திகள் சமீபத்தில் அதிகம் வெளிவருவதால் ஏற்பட்ட தவறான கருத்து இது. 1954 –இல் உருவான அமைப்பு CERN. உதாரணத்திற்கு, 1965 –இல் நோபல் பரிசு பெற்ற அமெரிக்க விஞ்ஞானி ஃபைன்மேன், (Richard Feynman) உடனே ஜெனீவா சென்று, CERN –ல் விஞ்ஞான உரையாற்றிவிட்டுத் தான் அமெரிக்கா திரும்பினார். CERN பற்றிய சரித்திர விடியோ இங்கே…

http://www.youtube.com

/watch?v=Wk5mdMSvjvY

ஜெனீவாவில் உள்ள LHC ஒரு புத்தம் புதிய கண்டுபிடிப்பு.

மார்க்கெடிங் உலகில் ‘புத்தம் புதிது’ எல்லாம், எதுக்கெடுத்தாலும் சகஜம். விஞ்ஞான உலகில் எப்பொழுதும் படிப்படியான முன்னேற்றம்தான். LHC எந்திரத்தில் பல உத்திகள் புதியவை. இந்த அமைப்பின் அளவும் முன்னைவிட மிகப் பெரியது. ஆனால், புத்தம் புதிய கண்டுபிடிப்பு எல்லாம் கொஞ்சம் ஓவர்.

CERN இதுவரை என்ன சாதித்துள்ளது என்று சரியாக யாருக்கும் தெரியவில்லை

அணு ஆராய்ச்சியின் மிக முக்கிய அமைப்புகளில் CERN –ம் ஒன்று. இது ஒரு பன்னாட்டு அமைப்பாக இருப்பதால், உலக அணு விஞ்ஞானிகளை ஈர்க்கும் ஒரு காந்தமாய் திகழ்கிறது. பல நோபல் பரிசு பெற்ற விஞ்ஞானிகள் வேலை செய்த/செய்யும் அமைப்பு இது. அணு ஆராய்ச்சியின் சரித்திரத்தில், 1950 –க்கு பிறகு CERN –னின் பங்கைக் குறிப்பிடாமல் யாராலும் பதிவு செய்ய முடியாது. இன்றைய அணு அமைப்பைப் பற்றிய அறிவில் CERN –க்கு பெரும் பங்கு உண்டு.

இந்த ஆராய்ச்சியிலிருந்து சமுதாயத்திற்கு உருப்படியாக எதுவும் கிடைத்தாகத் தெரியவில்லை.

பொதுவாக, அடிப்படை விஞ்ஞானம் (fundamental science) சாதாரண மனிதர்களின் பார்வையில், தொலை தூரத்தில் இருக்கும் விஷயம். இதனால் பலர் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியின் செலவைக் கண்டு அலுப்பாகச் சொல்லும் கமெண்ட் இது. எல்லா அடிப்படை விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளும் சமுதாயத்திற்கு உடனே பயன்

தருவதில்லைதான். இக்கட்டுரையை நீங்கள் படிப்பதற்குக் காரணமே CERN –ன் 1990 முயற்சி தான். விஞ்ஞானிகள் இடையே கருத்துப் பரிமாற்றத்தை எளிதாக்க உருவாக்கப்பட்ட உத்திதான் இணைய அமைப்பு. இன்று இதுவே உலகெங்கும் ராட்சச உருவெடுத்து, அடுத்த ரஜினி படத்தைப் பற்றிய நிமிடத்திற்கு நிமிட கருத்துப் பரிமாற்றம் செய்து கொள்கிறோம். ஃபேஸ்புக்கில் மொட்டையடித்துக் கொண்டது போன்ற உப்பு சப்பில்லாத சமாச்சாரத்தை உலகிற்குப் பறை சாற்றுகிறோம். சொல்வனத்தில் ‘விஞ்ஞான கணினி’ என்ற தலைப்பில் எழுதிய கட்டுரையில், எப்படி CERN ஏராளமான டேடாவை கையாளுகிறது என்று எழுதியிருந்தேன். இது போன்ற உத்திகளை, ஒளிவு மறைவின்றி உலகில் யார் வேண்டுமானாலும் தெரிந்து கொள்ள வழி செய்கிறார்கள்.

சரி, இப்படி ஒன்றிரண்டு கண்டுபிடிப்புக்காக இப்படி ஏராளமாக செலவழிக்க என்ன தேவை?

நியாயமான கேள்விதான். ஆனால், சில பெரிய கண்டுபிடிப்புகள், சின்ன முதலீட்டினால் உருவாக்க முடிந்தவை அல்ல. உதாரணத்திற்கு, தொலைப்பேசி ஆராய்ச்சியில் எத்தனை முதலீடு செய்திருந்தாலும்

இணையத்தைக் கண்டுபிடித்திருக்க முடியாது. CERN –இல் உள்ள ஒரு விஞ்ஞானப் பிரச்சனையின் தீர்வு, இணையமானது. அதே போல, மிக அதிக தகவல் கையாளுதல் (big data handling) என்பதும் ஒரு CERN பிரச்சனைதான். இதன் தீர்வு உலகின் பல்வேறு வியாபார அமைப்புகளுக்கு இன்று உதவியாக உள்ளது. சிறு கணினி நிறுவனங்கள் எவ்வளவு முதலீடு செய்திருந்தாலும் இவ்வகைத் தீர்வுகளை உருவாக்கியிருக்க முடியாது. பெரிய தீர்வுகளுக்குப் பெரிய முதலீடுகள் தேவை. இன்று, நாம் மடிக்கணினி,

செல்பேசி போன்ற கருவிகளை உபயோகப் படுத்த முக்கிய காரணம் அமெரிக்காவின் விண்வெளி ஆராய்ச்சியில் முதலீடு என்றால் மிகையாகாது. உயரே செல்லும் ராக்கெட்டில் உள்ள ஒவ்வொரு விஷயமும் எடை குறைவானதாக இருக்க வேண்டும் என்ற உந்துதலில் உருவானதுதான் இன்றைய மின்னணுவியல்.

சரி, குவாண்டம் பௌதிகத்தினால் இன்னும் சமுதாயம் முழுவதும் பயன் பெற்றதாகத் தெரியவில்லை. அதற்குள், ஏன் இது போன்ற வீண் ஆராய்ச்சிகள்?

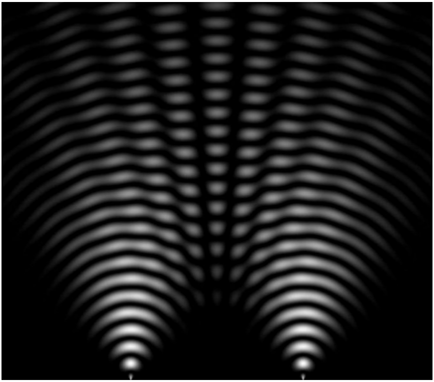
குவாண்டம் பௌதிகம் என்பது ஒரு நூறாண்டுக்கு மேல் விஞ்ஞானிகளின் உழைப்பினால் உருவாக்கப்பட்டத் துறை. இதனால், நம் நுண் அளவு புரிதல்

(understanding of the small) வளர்ந்துள்ளது. மின்னணுவியல் துறையின் வளர்ச்சியால் இன்று கணினி, செல்பேசி, தட்டை திரை டிவி, டிஜிட்டல் காமிரா, தொலைத்தொடர்பியல் யாவும் வளர்ந்து சமுதாயத்திற்கு உதவியுள்ளன. 20 –ஆம் நூற்றாண்டின் பெரும் மனித வளர்ச்சிக்கு உதவியது குவாண்டம் பௌதிக துறையை அடிப்படையாய் கொண்ட பல துறைகள் என்றால் மிகையாகாது. இந்த ஆய்வுகள், கண்டுபிடிப்புகளிலிருந்து நமக்குக் கிட்டக் கூடிய பயன்கள் ஏதோ தீர்ந்து போய்விடவில்லை. அதே நேரம் இத்தகைய ஆய்வுத் துறைகளில் செலவழிக்கப்படும் அனைத்தும் நமக்குப் பலன்களை அளிக்க வேண்டும் என்று எதிர்பார்ப்பதும் எதார்த்தமாகாது, நியாயமும் இல்லை. மனித முயற்சியில் எதிர்காலத்துக்கான முன்னெடுப்புகள் அனைத்தும் பூரண நல்விளைவுகளையே தர வேண்டும் என்பது ஒரு முன் நிபந்தனையாக இருந்தால் மனித குலம் இத்தனை தூரம் முன்னேறிய வாழ்வைப் பெற்றிருக்குமா என்பது ஐயம்தான். மேலும், முழுவதும் நாம் பயனுற்றதாக நாம் சொல்ல முடியாது. கணினிகளுக்கு இன்னும் அதிக சக்தியும், புதிய செயல்முறைகளும் இன்றும் தேவை. இதற்கென்று உலகில் பல்வேறு ஆராய்ச்சிகள் நடந்த

வண்ணம் உள்ளன. உதாரணத்திற்கு, கனடாவில் உள்ள குவாண்டம் கணினியியல் கழகம் (**http://iqc.uwaterloo.ca/**) அடுத்த கட்ட கணினி தேவைகளை குவாண்டம் முறைகளை கொண்டு எப்படி உபயோகிப்பது என்று ஆராய்ச்சி செய்து வருகிறது. இதனால், இன்றைய கணினிகளைவிட மிக சக்தி வாய்ந்த, பாதுகாப்பான, மற்றும் சிறிய கருவிகளை எதிர்காலத்தில் சமூகம் உபயோகிக்க உதவும் என்பதில் சந்தேகமில்லை. பொதுவாக, பயன்பாட்டு அறிவியல் (applied science) வளர, அடிப்படை அறிவியல் வளர்ச்சி (fundamental science) அவசியம். ஓரளவிற்கு மேல், அடிப்படை அறிவியல் வளரவில்லையெனில். பயன் எதுவும் யாருக்கும் இருக்காது.

CERN –ல் நடக்கும் ஆய்வுகள் நம் பூமியை அழித்துவிடும். இவர்களை உடனே தடுக்க வேண்டும்.

1932-ல் ஜான் காக்கிராஃப்ட் (John Cockcroft) மற்றும் எர்னஸ்ட் வால்டன் (Ernest Walton) முதன் முறையாக அணுவை பிளந்து காட்டிய பொழுது, இங்கிலாந்து செய்திதாள்கள், இதே பல்லவியைத்தான் பாடின. ”உலகையே அழித்துவிடும் சக்தி, இதோ லண்டனில்”



என்று

சர்ச்சையைக் கிளப்பினார்கள். அதன் பின், பல மடங்கு சக்தி வாய்ந்த அணுதுகள் பிளவு சாதனங்கள் (atomic particle accelerators) உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இடைப்பட்ட காலத்தில் குவாண்டம் பௌதிகத்துறை பெரிதும் முன்னேறி சமுதாயத்திற்கு நல்ல முன்னேற்றத்தைத் தந்துள்ளதே தவிர உலகை அழித்துவிடவில்லை. மேலும், CERN அமைப்பு, அருமையான பாதுகாப்பு முறைகளை கட்டுமான முறைகள் மற்றும் இயக்க முறைகளில் (structural and operational measures) பின்பற்றி வருகிறது. பல

அரசாங்கங்கள் இதில் சம்பந்தப்பட்டுள்ளதால், இந்த கேள்விகள் முதலீடு செய்யும் அரசாங்கங்கள் கேட்டு சரியான பதில் கிடைத்ததாலேயே தொடர்ந்து முதலீடு செய்து வருகின்றன.

CERN – ல் விஞ்ஞானிகள், கருந்துளைகளை (black holes) உருவாக்க முடியுமாம். வானியல் ஆராய்ச்சியில் கருந்துளைகள் எல்லாவற்றையும் (அதாவது எல்லா பொருட்களையும்)விழுங்கிவிடும் என்று விஞ்ஞானிகள் சொல்கிறார்களே. ஏன், இந்த விஷப்பரிட்ச்சை?

கருந்துளைகளை LHC –ல் உருவாக்க முடியும் என்பது உண்மைதான். ஆனால், இவை மிகச் சிறிய அணு அளவு சமாச்சாரம். விண்வெளியில் உருவாகும் ராட்சச கருந்துளையுடன் இவற்றைக் குழப்பிக் கொள்ளக் கூடாது. அத்துடன், அணு அளவு கருந்துளைகள் தாற்காலிகமானவை.

இவ்வகை ஆராய்ச்சியில் மிக அதிக அளவு சக்தியுடன் அணுத் துகள்கள் மோதுவதால், கதிரியக்க அபாயம் உள்ளது. கதிரியக்க அபாயத்தால், மனிதர்களுக்கு புற்றுநோய் போன்ற சமாச்சாரங்கள் வர பெரும் வாய்ப்பு

உள்ளது.

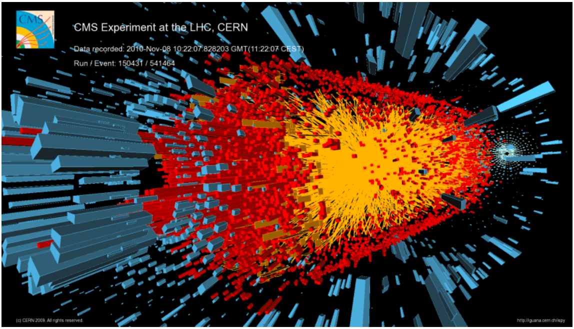
முதலில், இவ்வகை மோதல்கள் பூமிக்கு அடியில் 100 மீட்டர் ஆழத்தில் நடக்கின்றன. மேலும் ஏராளமான கான்கிரீட் இதன் கட்டுமானத்தில் உள்ளது. மேலும் முழு அமைப்பிலும் பல வகை பாதுகாப்புகள் உள்ளன. கடைசியாக, அணுத்துகள் மோதல் நடக்கும் சமயத்தில் யாரும் சுரங்கத்திற்குள் அனுமதிக்கப்படுவதில்லை. எல்லா சோதனை அளவுகளையும் கணினிகள் பார்த்துக் கொள்கின்றன.

இந்த வித அணுப் பரிசோதனைகள் மிகப் பெரிய அழிவு ஆராய்ச்சியின் ஒரு அழகான வெளிப்பூச்சு. ஏதாவது புதிய அணு ஆயுதத்தை மேற்குலகம் தயாரிப்பதற்கான ஏற்பாடு இது.

அணு ஆராய்ச்சி என்றவுடன் வழக்கமாக ஏற்படும் சந்தேகம்தான் இது. CERN ஒன்றும் ஈரான்/வட கொரியா போன்ற மூடுமந்திர அணு ஆராய்ச்சியல்ல. 1954 முதல் அணு ஆராய்ச்சியில் வெற்றிகள் பல கண்டுள்ள அமைப்பு இது. அத்துடன், மிக முக்கியமாக எந்த ஒரு நாட்டிற்கும் சொந்தமான அமைப்பில்லை இது. UNESCO -வினால்

2-ஆம் உலகப் போருக்குப் பிறகு ஏற்படுத்தப்பட்ட அமைப்பு, CERN. 20 ஐரோப்பிய நாடுகள் CERN –ன் வருடாந்திர ஆராய்ச்சி செலவை ஏற்கின்றன (**http://dg-rpc.web.cern.ch/dg-rpc/Scale/Scale11.pdf**). இவை முதல் தட்டு நாடுகள். அடுத்தபடியாக, பார்வையாளர் தகுதி பெற்ற நாடுகளில், அமெரிக்கா, இந்தியா, ஜப்பான், ரஷ்யா மற்றும் டுருக்கி அடங்கும். உறுப்பினர் அல்லாத பல நாடுகள் அடுத்தபடியாக உள்ளன. ஒரு CERN வெளியீடுபடி உலகின் அணுத்துகள் ஆராய்ச்சியாளர்களில் பாதி விஞ்ஞானிகள் (ஒரு 10,000 விஞ்ஞானிகள்) ஆராய்ச்சி சம்பந்தமாக வருகை தருகிறார்கள் (visiting scientists) . இவர்கள் 608 பல்கலைக்கழகங்களிலிருந்து, வருகிறார்கள். – ஏறக்குறைய 113 நாட்டவர்கள். இதைப்போன்ற ஒரு பன்னாட்டுக் கூட்டு முயற்சி இன்றைய விஞ்ஞான உலகில் இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. இத்தனை அமைப்புகளையும் மீறி, ரகசிய அணு ஆயுதம் என்பது மிகவும் தொலைவான விஷயம்.

ஏதோ "கடவுள் அணுத்துகளாமே" – எதற்காக இதை விஞ்ஞானிகள் விடாப்பிடியாக தேடுகிறார்கள்?



1962 –ல் பீட்டர் ஹிக்ஸ் என்ற விஞ்ஞானி, ஹிக்ஸ் மண்டலம் (**Higgs field**) என்ற ஒன்றை உலகிற்கு அறிமுகப்படுத்தினார். இந்த மண்டலம் பிரபஞ்சம் முழுவதும் உள்ளதாம். இந்த மண்டலத்தின் அடிப்படை பண்பு என்னவென்றால், பொருட்களுக்கு திணிவைக் (**Mass**) கொடுக்கினறது. அதாவது, ஹிக்ஸ் போஸான் என்ற அணுத்துகள் மிக முக்கியமான மனித கேள்விக்கு பதிலளிக்கும் என்று நம்பப்படுகிறது – அதாவது, பொருட்களுக்கு எப்படி திணிவு உண்டாகிறது? லியான் லெடர்மேன் (**Leon Lederman**) என்ற நோபல் பரிசு பெற்ற விஞ்ஞானி, தன்னுடைய உரையில், ”விஞ்ஞான

உலகின் மிகப் பெரிய சவால் இந்த ஹிக்ஸ் போஸானைக் கண்டுபிடிப்பது. பிரபஞ்சத்தின் அடிப்படை வடிவமைப்பு பற்றிய நம்முடைய அறிவு இந்த கடவுள் அணுத்துகளை கண்டு பிடிப்பதில் அடங்கியுள்ளது. கடவுளைப் போல விஞ்ஞானிகளும் இதை பல வருடங்களாக தேடித்தேடி பிரமித்து போயுள்ளார்கள். உண்மையில் இதை சாத்தான் அணுத்துகள் என்றுதான் சொல்ல வேண்டும். ஏனென்றால், விடாமல் விஞ்ஞானிகளுக்கு கையில் கிட்டாமல் நழுவிவிடும் வில்லன் இது" என்றார். இவர் சொன்ன மற்ற விஷயங்கள் எல்லாம் மறக்கப்பட்டு, ஊடகங்களில் 'கடவுள் அணுத்துகள்' பெயர் மட்டும் நிலைத்து விட்டது. விஞ்ஞானிகளைப் பொறுத்த வரையில் அது, இன்னொரு அணுத்துகள் – அவ்வளவுதான்! ஜூலை 2012 –ல் விஞ்ஞானிகள் LHC – யில் இதை முதன் முதலாக உணர்விகளில் (particle detectors) கண்டுபிடித்துள்ளதாக CERN அறிவித்துள்ளது. இன்னும் இதன் முழு இயல்புகளும் கண்டறியப்பட வேண்டும்.

http://www.youtube.com/watch?v=649iUqrOKuE

விஞ்ஞான முட்டி மோதல் - பகுதி 3

2011 –ஆம் ஆண்டு வெளிவந்த ‘எந்திரன்’ என்ற அமரர் சுஜாதாவின் கதை திரைப்படமாக வெளிவந்தபோது, அதில் வைரமுத்துவின் பாடல் ஒன்று மிகவும் பிரபலமடைந்தது:

காதல் அணுக்கள்
உடம்பில் எத்தனை?
நியூட்ரான் எலெக்ட்ரான் – உன்
நீலக்கண்ணில் எத்தனை?

வைரமுத்துவின் பௌதிகம் ஒரு 60 வருட பழசு! அவருடைய பார்வையில், அணுக்கள் என்பது மிகச் சிறிய விஷயம். மனித உடலில் ஏராளமான அணுக்கள் இருக்கும் என்பதெல்லாம் சரிதான். ஆனால், அடுத்த கட்டமாக,

அணுவினுள் நியூட்ரான் மற்றும் எலெக்ட்ரான் போன்ற நுண் துகள்கள் உள்ளன என்று எழுதியுள்ளார். சினிமா பாடல் மெட்டுக்கு சரிவராது என்று ப்ரோட்டானை விட்டிருக்கலாம். இந்தப் பாடலின்படி, அணு என்ற விஷயத்தில், நியூட்ரான் மற்றும் எலெக்ட்ரான் என்ற நுண்துகள்கள் அடங்கும் என்பது போல எழுதப்பட்டுள்ளது. இதில் பாதி உண்மை. அதாவது, எலெக்ட்ரான் என்பது பிரிக்க இயலாத நுண்துகள். ஆனால். நியூட்ரான் அடிப்படை நுண்துகளல்ல என்று 1960 –களிலேயே ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட ஒன்று. கவிதைக்கு பொய்யழகு என்று விட்டுவிட்டு உண்மையைத் தேடுவோம்.

ஆரம்பத்தில், வைரமுத்துவின் கவிதைபோல எல்லாமே சிம்பிளாகத்தான் தோன்றியது. முதலில், இயற்கையில் பிளக்க முடியாத விஷயத்தை அணு என்று சொல்லி வந்தோம். பிறகு, 20-ஆம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் அணுவினுள் பல துகள்கள் (sub atomic particles) உள்ளன என்று தெரிய வந்தது. இயற்கையின் ரகசியங்கள் அவ்வளவு எளிதாக விஞ்ஞானத்தில் பிடிபடுவதில்லை. ஒவ்வொரு முன்னேற்றமும் பல வருட கடின ஆராய்ச்சிக்குப் பிறகுதான் தெளிவாகிறது. பாடப்

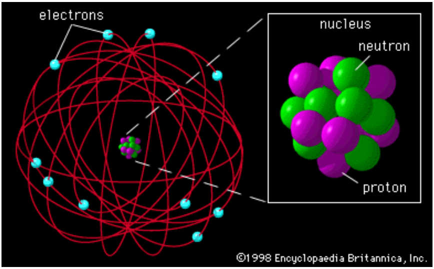
புத்தகத்தில் படிப்பது போல உடனே விஞ்ஞான உலகில் எதுவும் நடப்பதில்லை.

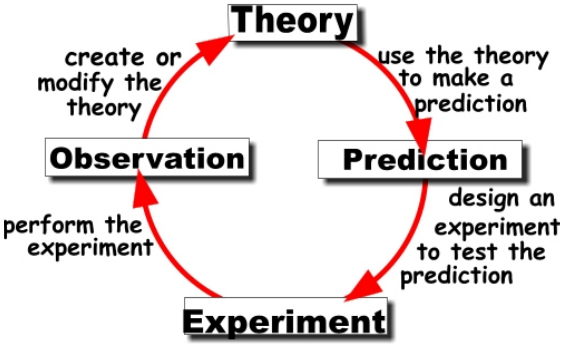
ஆரம்பத்தில், இப்படித்தான் எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு அணுக்கருவை (nucleus) சுற்றி வருவதாக விஞ்ஞானி ரூதர்ஃபோர்ட் உலகிற்கு பறை சாற்றினார். இன்றும் பல அணு சம்மந்தப்பட்ட அமைப்புகள், ஏன் அன்றாட வேதியல் விஷயங்களுக்கு இந்த அமைப்பு உபயோகிக்கப்பட்டு வருகிறது. இது போன்ற கண்டுபிடிப்புகளுக்கு, சோதனை அமைப்புகள் (experimental apparatus) மற்றும் எந்திரங்கள் இப்படிப்பட்ட கணிப்புகளுக்கு உதவியது. ஓரளவிற்கு, அந்த கால கட்டங்களில், சோதனை அமைப்புகள் அணு ஆராய்ச்சியின் எல்லைகளை முடிவு செய்தன. அணுக்கருவிற்குள் முதலில் ப்ரோட்டான் என்ற துகள் மட்டும் இருப்பதாக நம்பப்பட்டது. அணுக்கருவை சுற்றி வரும் எலெக்ட்ரான் என்பது, எதிர் மின்னூட்டச் சக்தியைத் (negative charge) தாங்கியது. ப்ரோட்டான் என்பது நேர் மின்னூட்டச் (positive charge) சக்தியைத் தாங்கியது. சுற்றி வரும் எலெக்ட்ரான் ஏன் அணுக்கருவை நோக்கி சுழன்று ப்ரோட்டானுடன் இணைந்து எரிந்து (annihilate) விடுவதில்லை? எலெக்ட்ரான் எங்கிருந்து

வந்தது?

அட, பௌதிக விஷயத்தில் ஆரம்பித்து, என்ன இப்படி ஒரு தத்துவப் பாதைக்குக் கட்டுரை தடம் புரண்டு விட்டதே என்று கவலைப் பட வேண்டாம். பல கேள்விகள் அன்றும், இன்றும் மிஞ்சி நிற்பதாலேயே அணுத்துகள் ஆராய்ச்சித் துறை வேகமாக வளர்ந்து வருகிறது; மேலும், இது போன்ற கேள்விகள் பல வளர்ச்சிப் கட்டங்களில் விஸ்வரூபம் எடுத்து, பதில் தேட ராட்சச எந்திரங்கள் தேவைப்படக் காரணமாகின. அத்துடன் இத்துறையில் இன்னொரு முக்கியமான தலைகீழ் விஷயமும் முன்னேற்றத்திற்கு வழி வகுத்தது. பொதுவாக, பல விஞ்ஞான துறைகளில், இயற்கையின் இயங்குதலைக் கண்டறிதல், அல்லது கவனிப்பு (observation) ஆரம்ப கட்ட முயற்சி. அடுத்த கட்டமாக பல்வேறு பரிசோதனைகள் (experiment) கவனிப்பை சரியானதா என்று தீர்மானிக்கும் உத்தி. அடுத்த கட்டமாக, ஒரு புதிய கோட்பாடு (theory) பரிசோதனை மற்றும் கவனிப்பை உறுதி செய்ய உருவாகும். கடைசிக் கட்டமாக கோட்பாடு பல வகை பயன்பாட்டிற்கும் (applications) உபயோகப்படுத்தப்படும். சில பயன்பாடுகளில் கோட்பாட்டின் சில குறைகள் தெரியவரும். இதுவே ஒரு

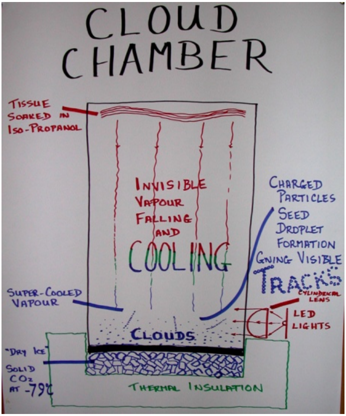
புதிய கவனிப்பாகி மேலும் பரிசோதனைகளால் புதிய தேடல் ஆரம்பமாகும். இப்படித்தான் நம்முடைய விஞ்ஞான அறிவு பல நூறு ஆண்டுகளாக வளர்ந்து வந்துள்ளது.





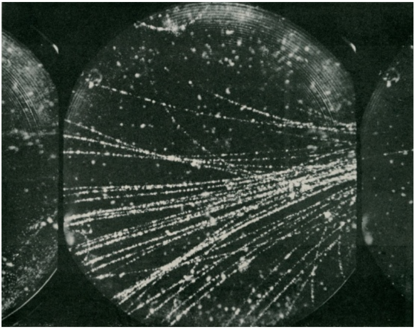
ஆனால், அணுத்துகள் ஆராய்ச்சித் துறையில், விஷயம் சற்று தலைகீழாக நிகழ்ந்து விட்டது. அதாவது, கோட்பாடுகள் பல விஷயங்களை கணித முறைப்படி தெளிவாக விளக்கி விட்டன. ஆனால், இவை பரிசோதனை மூலம் உறுதி செய்யப்பட வேண்டும். குவாண்டம் இயக்கவியல், மற்றும் குவாண்டம் மின் இயக்கவியல் (quantum mechanics, quantum electrodynamics) துறைகளின் அதிவிரைவு வளர்ச்சி இப்படிப்பட்ட ஒரு இடைவெளியை உருவாக்கிவிட்டது. மேலும், இந்த இடைவெளியைச் சரிகட்ட ஏராளமான பொருட்செலவில் ராட்சச எந்திரங்கள் தேவை என்பதும்

காரணம்.



ரூதர்ஃஃபோர்டு காலங்களில் (20-ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கம்), அணு ஆராய்ச்சிக்கு மேக அறை (cloud chamber) ஒன்று, மின்னேற்றம் பெற்ற அயனிகள் (ions) விட்டுச் சென்ற பாதைகளை ஆராய்ந்து, அதை ஒரு புகைப்படம் மூலம் பதிவு செய்து, பல ஆரம்ப முடிவுகளுக்கு வந்தனர். (**http://www.hep.phy.cam.ac.uk/outreach/cloud.php**) வானத்தில் போர் விமானம் சென்ற பாதையை அதன் புகைக் கோடு காட்டுவதைப் போன்ற

ஒரு உத்தி இது. இப்படி ஆரம்ப காலங்களில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட துகள் எலெக்ட்ரான். இன்றுவரை இது ஒரு அடிப்படை துகளாகவே கருதப்படுகிறது.



எலெக்ட்ரான் மிகவும் சன்னமான துகள். எவ்வளவு சன்னம் என்று விளக்க, ஒரு கிலோ எடையுள்ள சர்க்கரைப் பை ஒன்றை எண்ணிப் பாருங்கள். ஒன்றரைக் கோடி பூமிகளுடைய எடையுடன் ஒப்பிட்டால், சர்க்கரைப் பை எவ்வளவு சன்னமானது என்று எண்ணிப் பாருங்கள். அதே அளவு சன்னமானது, அந்த ஒரு கிலோ சர்க்கரைப் பையுடன் எலெக்ட்ரானை ஒப்பிட்டால்! இதைச் சரியாகப் புரிந்து கொண்டு, சில பல கோடி எலெக்ட்ரான்களை

வேண்டியபடிக் நாம் கட்டுப்படுத்தத் தெரிந்து கொண்டதன் விளைவு, நீங்கள் இக்கட்டுரையைப் படித்துக் கொண்டிருக்கிறீர்கள்!

குறிப்பிட்ட பாதைகளில் அணுக்கருவைச் சுற்றி வருகின்றன எலெக்ட்ரான்கள். அதுவும் தாமே சுழன்றுகொண்டே வலம் வருகின்றன. எல்லா அணுக்களிலும் ஒரே அளவு எலெக்ட்ரான்கள் இருப்பதில்லை. தனிமத்திற்கு (element) தக்கவாறு, சுற்றி வரும் எலெக்ட்ரான்கள் வேறுபடுகின்றன. சுற்றி வரும் எலெக்ட்ரான்கள் நின்று யாரும் பார்த்ததில்லை. இதை நிற்காமல் சுழலும் மின்விசிறியைப் போல நினைத்துப் பாருங்கள். அதில் எத்தனை அலகுகள் உள்ளன என்று எப்படி உங்களால் கணிக்க முடியும்? அப்படியே கணித்தாலும் அவை எங்கிருக்கின்றன என்று எப்படிச் சொல்ல முடியும்? ஒரு இடத்தில் ஓர் அலகு இருக்க இத்தனை சாத்தியம் உண்டு என்று வேண்டுமானால் அனுமானிக்க முடியும். இதையே குவாண்டம் இயக்கவியல் சொல்கிறது. எப்படி எலெக்ட்ரான்கள் உருவாயின? இந்தக் கேள்விக்கு ஒரு அனுமான பதிலைத்தான் இன்றைய விஞ்ஞானிகள் சொல்லி வருகிறார்கள். அதாவது, பிரபஞ்ச ஆரம்பத்தில்,

படு பயங்கர வெப்பத்திலிருந்து சட்டென்று குளிரத் தொடங்கிய தருணத்தில், நேர் மின்னூட்ட (positive charge) சக்தியைக் கொண்ட எலெக்ட்ரான்களுடன், (இவை இன்று பாஸிட்ரான் என்று அழைக்கப் படுகின்றன) எதிர் மின்னூட்ட எலெக்ட்ரான்களும் உருவாக்கப்பட்டனவாம். அப்படியெனில், எங்கே போயின் அந்த பாஸிட்ரான்கள்?

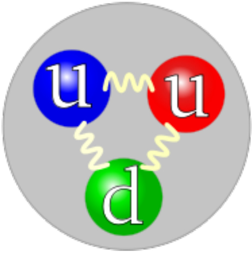
அடுத்தபடியான விஷயம் அணுக்கரு (nucleus) . இயற்கையின் ரகசியங்களில் இது மிக முக்கியமானது. இன்றுவரை, நாம் முழுவதும் புரிந்து கொள்ளாத விஷயம் இது. ஒரு அணுவின் கொள்ளலவில் (volume) பத்து கோடி கோடியில் (a thousand million millionth) ஒரு பங்கே அடங்கிய, ஆனால், 99.9% திணிவு (mass) கொண்ட அமைப்பு, அணுக்கரு. இப்படிப்பட்டத் திணிவு,இவ்வளவு சிறிய கொள்ள்ளவில் எப்படிச் சாத்தியம்? இதன் துகள்களை அவ்வளவு இறுகப் பிணைக்கும் சக்தி எது? இப்படிப்பட்ட அணுத் துகள்களை எப்படி பிரித்து அதனை ஆராய்வது? இவற்றை பிரிக்க ஏராளமான சக்தி தேவை. அந்தச் சக்தியைப் பயன்படுத்தி, அணுத்துகள்களை உடைத்துப் பார்க்கும் ராட்சஸ பெரும் ஹெட்ரான் மோதி நொறுக்கும் எந்திரத்தைக் கட்டும்

நிலைக்குப் படிப்படியாக எப்படி வந்தோம் என்று இக்கட்டுரைத் தொடரில் விளக்க முயற்சிப்போம். *ஆனால், இதெல்லாம் எப்படிப்பட்ட கேள்விகள் தவிர, என்ன மாதிரி சக்தியைப் பற்றிய தேடல் என்று சற்று இப்போது புரிந்திருக்கலாம்.*

அணுக்கருவுக்குள் நேர் மின்னூட்ட (positive charge) சக்தியை கொண்ட ப்ரோட்டான்கள் உள்ளன என்று அடுத்தபடியாக கண்டறியப்பட்டது. (இன்று, ப்ரோட்டான் என்பது ஒரு அடிப்படை அணுத்துகள் அல்ல என்று நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது). அணுக்கருவிற்குள் ஒன்றுக்கும் அதிகமான ப்ரோட்டான்கள் இருக்கின்றன என்றும் அறியப்பட்டது. தனிமத்திற்கு ஏற்றவாறு ப்ரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை வேறுபட்டன. எலெக்ட்ரான்களைப் போல அல்லாமல், இவை ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கி இருந்தன. இது எப்படி சாத்தியம்? நேர் மின்னூட்டச் (positive charge) சக்தியைக் கொண்ட ப்ரோட்டான்கள், எப்படித் தள்ளிக்கொண்டு விலகாமல் சேர்ந்து இருக்கின்றன? அணுக்கருக்குள் மின்காந்த சக்தியைவிட (**electromagnetic force**) 100 மடங்கு அதிக பலமான அணுசக்தி (**strong nuclear force**)

ப்ரோட்டான்களைச் சேர்ந்திருக்கச் செய்கிறது. இன்னொரு விஷயம் என்னவென்றால், பல ஸ்திரமற்ற நிலைகளில், பல்வேறு அடிப்படை அணு துகள்கள் இருந்தாலும், அவை முடிவில் தேய்ந்து (particle decay) ப்ரோட்டான் என்ற நிலையை அடைவது இயற்கையின் இன்னொரு அதிசயம். உதாரணத்திற்கு, முந்திரி கொட்டை என்பதை நாம் பல மாதங்கள், ஏன் சில வருடங்கள் கூட சேமித்து உணவுப் பொருளாக உபயோகிக்கிறோம். முந்திரிப் பழம் என்ற ஒன்றை நாம் கண்டதே இல்லை என்று வைத்துக் கொள்ளுங்கள். முந்திரிக் கொட்டையை வைத்துக் கொண்டு முந்திரிப் பழத்தின் தன்மையை ஆராயும் முயற்சியைப் போன்றது இவ்வகை ஆராய்ச்சி. கொட்டையின் சற்று முந்தைய தோற்றம், மிகவும் இளசான, காய வைக்கப்படாத நிலை. அதற்கு முந்தைய தோற்றம், பழத்தினுள் உள்ள நிலை. இப்படி, ப்ரோட்டான், மூன்று வகை குவார்க்குகள் – பேரியான் (baryons) என்ற அடிப்படை அணுத்துகள்களால் உருவானது என்று சில ராட்சச எந்திரங்கள் மூலம் இன்று விஞ்ஞானிகளால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த எந்திரங்களைப் பற்றி விவரமாக அடுத்த பகுதிகளில் அலசுவோம்.

ப்ரோட்டான்களை சற்று வித்தியாசமாக அலச வேண்டிய



கட்டாயத்தை முதலில் புரிந்து கொள்ள வேண்டும். எலெக்ட்ரான்கள் மின் சக்தியால்

கட்டுப்படுத்தக்கூடியத் துகள்கள். மிகவும் சன்னமானவை. ஆனால், ப்ரோட்டான்கள் நேர் மின்னூட்டச் (**positive charge**) சக்தியை கொண்டிருந்தாலும், அவற்றை, மிக பலமான அணு சக்தியையும் (**strong nuclear force**), மின் சக்தியையும் சமாளிக்கும் துகள்களாகப் பார்க்க வேண்டும். அத்துடன் ப்ரோட்டான்கள் எலெக்ட்ரான்களைவிட 1800 மடங்கு பெரிதானவை. ப்ரோட்டான்கள், எலெக்ட்ரான்களை விட ஏறக்குறைய. ஒரு 2,000 மடங்கு அதிக திணிவும் (**mass**) கொண்டவை.

ப்ரோட்டான் கண்ணுக்கு தென்படும் ஒளிக்கீற்றுக்களை

மேக அறையில் (cloud chamber) விட்டுச் செல்லும். ஏனெனில், இவை நேர் மின்னூட்ட (positive charge) சக்தியை கொண்டவை. இவ்வாறு, பல சோதனைகள் செய்து வந்த விஞ்ஞானிகளுக்கு சில கணக்குகள் உதைக்க ஆரம்பித்தன. ஏதோ ஒரு சக்தி சில ப்ரோட்டான்களின் பாதையை மாற்றுவதை உணர்ந்தார்கள். இத்தனை திணிவுள்ள ப்ரோட்டானை யார் திசைத்திருப்புவது? இப்படிப்பட்ட கேள்விகளுக்கு பதில்தான் நியூட்ரான் என்ற அணுத்துகள். எந்தவித மின்னூட்டமும் (neutral charge) இல்லாத்தால், இவ்வாறு பெயர் சூட்டப்பட்டது. ஏறக்குறைய, ப்ரோட்டானின் திணிவு கொண்டது நியூட்ரான். நியூட்ரானை மறைமுகமாகத்தான் கண்டறிய முடியும். ஏனெனில், அணுத்துகள்களை ஆராயும் வழிகள் யாவும் மின்னியல் முறைகள். மின்னூட்டம் இல்லாத ஒரு துகளை இப்படிக் கண்டுபிடிப்பதைத் தவிர வேறு வழியில்லை. பல உத்திகளுடன் இன்று ஒரு நியூட்ரானை தனியாக பிரித்தால், வெறும் பதினைந்து நிமிடத்தில், ஒரு எலெக்ட்ரானாகவும், ஒரு ப்ரோட்டானாகவும் தேய்ந்து விடுகிறது. மின்னூட்டம் இல்லாத நியூட்ரான்கள் ஒரு வகையில் உபயோகமான துகள்களாக இருக்கிறது, சில மெதுவாக செலுத்தப்படும் நியூட்ரான்கள் (slow

neutrons) , செலுத்தப்படும் அணுகருவை சற்று மாற்றி, உபயோகமான ஓரிடமூலகங்கள் (isotopes) உருவாக உபயோகப்படுகின்றது. இப்படிப்பட்ட ஓரிடமூலகங்கள், மருத்துவம், விவசாயம் மற்றும் பல பயன்பாட்டு விஷயங்களுக்கு உபயோகப்படுகின்றது.

இதெல்லாம் 1930 –வாக்கில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விஷயங்கள். முன்னே நாம் சொன்னது போல, நியூட்ரான் ஒரு அடிப்படை அணுத்துகள் அல்ல என்று பிறகு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதற்கு மிக முக்கிய காரணங்கள் இரண்டு. முதலாவதாக, இதற்கான உந்துதல் வந்தது, அணு சம்பந்தப்பட்ட ஆராய்ச்சியிலிருந்து அல்ல; வானவியல் ஆராய்ச்சியிலிருந்து. மற்றொரு காரணம், ராட்சச எந்திரங்கள். இவ்வகை எந்திரங்கள் 1930 –லிருந்து படிப்படியாக முன்னேறிய விஷயம்.

விஞ்ஞான முட்டி மோதல் - பகுதி 4

1960 –களில் அமெரிக்க அப்போலோ விண்கலங்கள் மனிதர்களை முதலில் வான்வெளிக்கும், பிறகு சந்திரனுக்கும் ஏற்றிச் சென்று, வெற்றி கண்டது. பூமியிலிருந்து, சந்திரப் பயணம் 3 நாட்களாகியது. இரவு தூங்கிய விண்வெளி வீரர்கள் ஒரு வினோத விஷயத்தை அனுபவித்து, கீழே கண்காணிக்கும் விஞ்ஞானிகளிடம் சொன்னார்கள். நன்றாக தூங்கும் போது, சில நொடிகள் கண்களில் ஒளி பளிச்சிட்டதாகச் சொன்னார்கள். எப்படி உறங்கும் கண்களில் பளிச்? (விண்வெளியில் தண்ணி கிண்ணி எல்லாம் கிடையாது ^^). விஞ்ஞானிகள் இதை எதிர்பார்த்தார்கள் என்றாலும் இந்த அனுபவம் ஏற்படும் என்று திட்டவட்டமாக சொல்ல முடியவில்லை.

என்ன எதிர்பார்த்தார்கள்? அப்போலோ விண்கலன்கள்

ப்ராஜக்ட் ஆரம்பிக்கும் முன்பு, ஒரு 30 ஆண்டுகளாக அண்டக்கதிர் (cosmic rays) பற்றிய விஞ்ஞான அறிவு பரவலாக பௌதிக உலகில் இருந்தது. அண்டக்கதிரால் சில மிகத் திணிவுள்ள அணுக்கருக்கள் ஏராளமான சக்தியுடன் இமைகளைத் தாண்டி விழித்திரையைத் தாக்குவதால் வரும் பளிச்தான் விண்வெளி வீரர்கள் அனுபவித்தது. அண்டக்கதிர்கள் விண்வெளியில் ஏராளமாக இருந்தாலும், சக்தி வாய்ந்த ஒரு அணுக்கரு மிகச் சிறிய விண்கலத்தில் தூங்கும் விண்வெளி வீர்ரின் விழியைத் தாக்குவதற்கு மிகச் சிறிய சாத்தியக்கூறு என்று விஞ்ஞானிகள் நம்பினார்கள். விண்வெளி வீரர்களைத் தாக்கியது போல அண்டக்கதிர்கள் நம்மை தாக்காமல் பாதுகாப்பது னம் பூமியைச் சுற்றியுள்ள காற்று மண்டலம் (atmosphere). காற்று மண்டலம் இல்லையேல் நம்மில் பலரும் தூக்கமின்றி அலைய வேண்டியதுதான். தமிழ் வாரப் பத்திரிக்கைகளில் காஸ்மிக் கடன் தொல்லை ஜோக்குகள் இல்லாதது ஒன்றுதான் குறை ^^ . மிக அதிக சக்தியுள்ள அண்டக்கதிர்கள் காற்று மண்டலத்தின் அணுக்களைத் தாக்கும் பொழுது, பல அணுத்துகள் பொழிவுகளை (atomic particle showers) ஏற்படுத்துகின்றது. காற்று மண்டலம் உட்கொண்டது போக

மிஞ்சிய பொழிவு, எந்த தீங்கும் விளைவிக்காமல் நம்முடைய உடல்களை ஒவ்வொரு நொடியும் கடக்கின்றது.

அண்டக்கதிருக்கும், அணுத்துகள் வேக எந்திரங்களுக்கும் என்ன சம்பந்தம்? இதற்கு, சற்று 1930 –களைப் பின்நோக்கி ஒரு ஃப்ளாஷ்பேக் தேவைப்படுகிறது. 1932 – நியூட்ரான் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஆண்டு. ஓரளவு சிம்பிளான அணுத் துகள்கள் பற்றிய அறிவு இருந்தது. அதாவது, அணுக்கருவிலே 1) ப்ரோட்டான், 2) நியூட்ரான், என்ற அணுத்துகள்கள், அணுக்கருவைச் சுற்றி

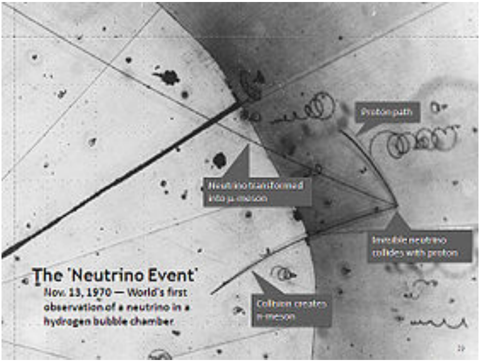
வரும் சுழலும் 3) எலெக்ட்ரான்கள், மற்றும் அதிகம் புரியாத 4) நியூட்ரினோ (neutrino) என்பவை அடிப்படைத் துகள்கள் என நம்பப்பட்டது. ஒவ்வொரு அடிப்படை அணுத்துகளுக்கும் அதனுடைய எதிர் மின்னூட்ட துகள் (anti-particles) இருக்க வேண்டும் என்று குவாண்டம் இயக்கவியல் (quantum mechanics) தெளிவாகச் சொன்னது. ஆனால், யாரும் அதுவரை அப்படிப்பட்ட எதிர் மின்னூட்டத் துகளை கண்டறியவில்லை. உதாரணத்திற்கு, பாஸிட்ரான், எலெக்ட்ரானின் எதிர் மின்னூட்ட அணுத்துகள் (மற்ற எல்லா இயல்புகளும் சமம்). அதே போல, எதிர் ப்ரோட்டான் (anti proton) ப்ரோட்டானின் எதிர் மின்னூட்ட அணுத்துகள் (மற்ற எல்லா இயல்புகளும் சமம்).

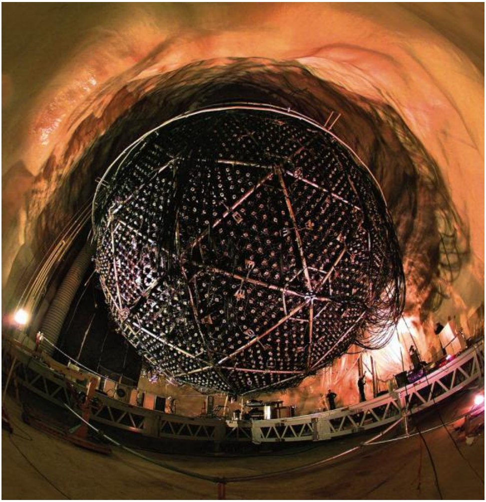
இப்படிப் போய்க் கொண்டிருந்த அணுத்துகள் ஆராய்ச்சி, இரு காரணங்களால் சற்று தடம் புரண்டது. 1) முதலில், இந்த நியூட்ரினோ என்ற மர்ம அணுத்துகளுக்கும் வாணவியலுக்கும் சம்பந்தம் உள்ளது என்று தெரிய வந்தது. 2) மற்றொன்று, எப்படியாவது, எதிர் மின்னூட்டச் சக்தியுள்ள துகள்களை கண்டறிய வேண்டும் என்ற உந்துதல். ஏறக்குறைய ஒரு பதினைந்து ஆண்டுகளுக்கு

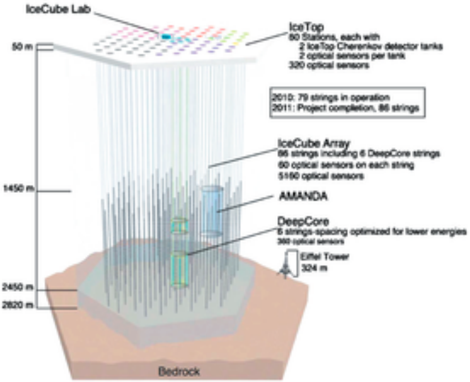
(1932-1945), அணுத்துகள் ஆராய்ச்சி, அண்டக்கதிர் ஆராய்ச்சியாக மாறியது – அதுவும், குறிப்பாக சோதனை (experimental nuclear physics) முயற்சிகள். இந்த காலத்தில் ராட்சச எந்திரங்கள் இல்லைதான். இவர்களுடைய சோதனை முயற்சிகள் மூன்று வகை விஞ்ஞான உத்திகளைப் பயன்படுத்தியது. 1) கதிரியக்க அளவு கருவியான கெய்கர் எண்ணி (Geiger counter) 2) மாறுபட்ட மேக அறை (modified cloud chamber) 3) ஹீலியம் நிரப்பட்ட பலூன்களில் கருவிகள் பொருத்தப்பட்டு உயர் நிலை காற்று மண்டல (high altitude atmospheric research using helium balloons) ஆராய்ச்சி. காற்று மண்டலத்தின் விளிம்பில் அண்டக்கதிர் விஞ்ஞானிகள் தேடியது என்னவோ அக்கதிரைப்பற்றிய முழு புரிதலுக்காகத்தான். முதலாவது நியூட்ரினோ என்ற மர்மத் துகளை எப்படியாவது ஆராய்ச்சி செய்வது என்று பல முயற்சிகள் நடந்தன. இன்றும் இது தொடர்ந்து வருகிறது. இன்றைய நியூட்ரினோ ஆராய்ச்சி காற்று மண்டலத்தின் விளிம்பை விட்டு, பூமியின் ஆழத்தில் மற்றும் உறைந்த ஆழமான ஏரியடிவரைப் போய்விட்டது. நியூட்ரினோக்கள் மனிதன், பாறை, உலோகம், மரம், செடி, எல்லாவற்றையும் மிக

எளிதில் தாண்டிச் செல்லும் சக்தி கொண்டவை. அவற்றை சரியாக கண்டறிவதும் கடினம். பூமிக்கு அடியில் நியூட்ரினோவைத் தேடும் பல முயற்சிகள் இன்று உலகெங்கும் தொடர்கிறது. கனடாவில் உள்ள ஸட்பரி என்ற ஊரில் நிக்கல் சுரங்கத்தில் பூமியின் 2 கி.மீ. ஆழத்தில் உள்ள SNO என்ற ஆராய்ச்சிதளம் உலகப் புகழ் பெற்றது – **http://en.wikipedia.org /wiki/Sudbury_Neutrino_Observatory**. இந்தியாவில், தமிழ்நாட்டில் உள்ள தேனியில், 1.3 கி..மீ. பாதாள நியூட்ரினோ ஆராய்ச்சிதளம் – **http://en.wikipedia.org/wiki/India-based_Neutrino_Observatory** அமைக்கப் படவிருக்கிறது. அதே போல, ரஷ்யாவில் உள்ள உறைந்த பைகல் ஏரிக்கு 1 கி.மீ. அடியில் இன்னொரு நியூட்ரினோ ஆராய்ச்சிதளம் இயங்கி வருகிறது – **http://www.bbc.co.uk/news/technology-**16410025). அத்துடன் அண்டார்டிக்காவில் அத்தனை குளிரில், கிடைக்கும் 1 மாதத்தில் ராட்சச பலூன்களை பறக்கவிட்டு இன்றும் நியூட்ரினோ ஆராய்ச்சி தொடர்கிறது. (**http://en.wikipedia.org /wiki/IceCube_Neutrino_Observatory**).

நியூட்ரினோ அணுத்துகளை சரியாக கண்டறிதல் மிகப் பெரிய சவால். உலோகம், மனிதர்கள், தண்ணீர், பாறை என்று எல்லாவற்றையும் கடக்கக்கூடியவை நியூட்ரினோ அணுத்துகள்கள். இதனாலேயே நியூட்ரினோ ஆராய்ச்சி மையங்கள் இப்படிப்பட்ட ஆழமான, பனிக்கட்டி நிறைந்த தளங்களில் இடம்பெறுகின்றன. மற்றக் கதிர்கள், இத்தனை ஆழத்தில் கண்டறிய முடியாது. சாதாரண ஆராய்ச்சிசாலையில் (அதாவது, தரையளவில்) நியூட்ரினோக்களை பிரித்து ஆராய்வது மிகவும் கடினமான செயல். அத்துடன் அண்டகதிரின் வீச்சு வட மற்றும் தென் துருவத்தில் அதிகம்.







1930-40 கால கட்டங்களில் அண்டக்கதிர் ஆராய்ச்சியாளர்கள் நியூட்ரினோவை கண்டறியப் புதிய முயற்சிகளில் ஈடுபடுகையில், முன்னே சொன்ன எதிர்மின்னூட்ட அணுத்துகள்களை கண்டறியத் தொடங்கினர். (பின்னாட்களில், பல ராட்சச அணுத்துகள் தகர்த்தும் எந்திரங்களை உருவாக்கியவர்களில் பலர், அண்டக்கதிர் ஆராய்ச்சியாளர்கள்). முதலில் கண்டறியப்பட்ட துகள் எலெக்ட்ரானின் எதிர்மின்னூட்ட பாஸிட்ரான் (**positron**) அணுத்துகள். பாஸிட்ரானை

கண்டறிதலோடு சில சிக்கல்கள் உருவாயின். இதில் இரு வகை அணுத்துகள்களை கண்டார்கள். இதை முதலில் சிவப்பு மற்றும் பச்சை எலெக்ட்ரான் என்று சொல்லி வந்தார்கள். இன்று, இவை பாஸிட்ரான் மற்றும் ம்யூவான் (Muon) என்று உறுதி செய்யப்பட்டுள்ளது. யுகாவா (Hideki Yukawa) என்ற ஜப்பானிய விஞ்ஞானி அணுக்கருவில் ப்ரோட்டான்களை கெட்டியாக இறுக அணைத்து வைத்திருப்பது ஒரு புதிய துகள் என்றும், அதன் திணிவைத் துல்லியமாகவும் அளவிட்டு (எலெக்ட்ரானை விட 250 மடங்கு) ஆராய்ச்சிக் கட்டுரை வெளியிட்டார். 1946 வாக்கில் இந்த புதிய அணுத்துகள் பை-மேஸான் அல்லது பையான் (pi-meson or pion) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

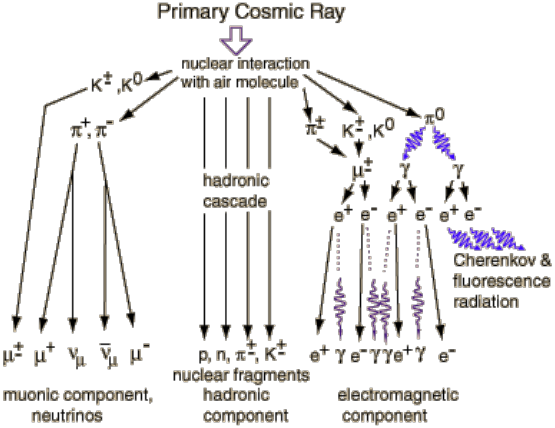
இத்துடன் கதை முடியவில்லை. அண்டக்கதிர்களை மேக அறையில் பல கோணங்களில் புகைப்படம் எடுத்து பாகுபடுத்தி பார்த்ததில், விளக்க முடியாத V- வடிவில் பிம்பங்கள் தெரிந்தன. ப்ரான்ஸ் நாட்டில் உள்ள 2,850 மீட்டர் உயரமுள்ள மலையில் (French Pyrenees) மிகப் பெரிய காந்தம் மற்றும் சோதனைக் கருவிகளையும் நிறுவி அண்டக்கதிரை கருவிகளில் சேகரித்து, படமெடுத்து, இந்த V- வடிவில் உள்ள பிம்பங்களை

ஆராய்ந்தனர் விஞ்ஞானிகள். V-வடிவில் உள்ளதால் இவை இரு ஸ்திரமற்ற அணுத்துகள்கள் என்று முதலில் ஒப்புக் கொள்ளப்பட்டது. இந்த இரு அணுத்துகள்களும் ப்ரோட்டானினின் திணிவில் பாதி இருக்கும், என்றும் கணக்கிடப்பட்டது. ஆனால், இவை தற்செயலாக, எதிர்பாராத விதமாக கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால், இன்றுவரை இவை வினோத (strange particles) அணுத்துகள்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இன்று, இவற்றில் ஒன்று லாம்ப்டா (lambda) என்றும், மற்றொன்று கவான் (kaon) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

இந்தப் புதிய அணுத்துகள்கள், அண்டக்கதிர் பற்றிய உண்மைகளுடன், அணுக்களின் சில உள் ரகசியங்களையும் ஓரளவிற்குப் புரிந்து கொள்ள உதவின. திடீரென்று, *பூமியில் நடக்கும் அணு ஆராய்ச்சி இயற்கையின் ஒரு சிறிய துண்டை மட்டும் காண்பித்தது போலத் தோன்றியது*. ஒன்று மட்டும் சரியாக விளங்கியது: எலெக்ட்ரான், பாஸிட்ரான், ம்யூவான் போன்ற அணுத்துகள்கள் சக்தி வாய்ந்த அண்டக்கதிர்கள் நம்முடைய காற்று மண்டலத்தின் விளிம்பைத் தாக்கும் பொழுது உருவாகின்றன. அதாவது, பூமியில் சாதாரண

நிலையில் ஸ்திரமாக இருப்பவை எலெக்ட்ரான், ப்ரோட்டான் மற்றும் நியூட்ரான் அணுத்துகள்கள். ஆனால், பூமிக்கு ஒரு 100 கி.மீ. உயரத்தில், அண்டக்கதிர் மோதலால், பல புதிய அணுத்துகள்கள் உருவாகி உடனே தேய்ந்து விடுகின்றன. இதை இன்னொரு கோணத்தில் சிந்தித்தால், வேறு உண்மைகள் இன்னும் புதைந்து இருப்பது தெளிவாகிறது. அதாவது, *ஏன் பிரபஞ்சத்தின் பல கட்டங்களில் இவ்வகை அணுத்துகள்களை இயற்கை உருவாக்கியிருக்கக் கூடாது?*அண்டக்கதிர்களிலிருந்து இவ்வகை அணுத்துகள்களை உருவாக்கும் சக்தி எங்கோ

பிரபஞ்சத்தில் உள்ளது. நம்முடைய காற்று மண்டலத்தின் விளிம்பிலேயே இந்த வகை மோதல்கள் கோடிக்கணக்கில் நடக்கின்றன.



இன்னொரு விஷயமும் இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. நம்முடைய காற்று மண்டலத்தின் விளிம்பில் (அதாவது கடல் மட்டத்திலிருந்து ஒரு 100 கி.மீ, உயரத்திற்கு மேலே) -100 டிகிரி செல்சியஸ் அளவிற்கு வெப்பம் குறைந்து விடுகிறது. பொதுவாக, கோளங்கள் மற்றும் நட்சத்திரங்கள்

இடையே அசாதரணமான குளிர்நிலை உள்ளது என்பது விஞ்ஞானத்தில் தெரிந்த ஒரு விஷயம். ஆண்டக்கதிர் தாக்கத்தில், இந்த குளிர்நிலையில், பல புதிய, ஆனால், குறைந்த சில நொடிகளே உருவாகும் அணுத்துகள்கள், இயற்கையின் கண்ணாமூச்சி விளையாட்டுதான்.

ஏன், இவ்வகை அணு மோதல்களை நம்மால் பூமியில் உருவாக்க முடியாது? அப்படி உருவாக்கினால், இயற்கையில் பல ரகசியங்கள், அதுவும் அணுவின் உள் ரகசியங்கள் புரிய வாய்ப்பு இருக்குமோ? இப்படி துவங்கியதுதான் அணுவை உடைக்கும் முயற்சி, அதற்குத்தான் இந்த ராட்சச அணு மோதல் (atom smashers or particle accelerators) எந்திரங்கள் தேவைப்படுகின்றன. ஆரம்பம் என்னவோ அவ்வளவு பெரிதாக இல்லைதான். இன்று அணுத்துகள்களை கண்டறிய தேவையான சக்தி தேவைகள், மற்றும் அவை உருவாகும் நிலைகள் மிகவும் அசாதாரணமாக இருப்பதால், அவற்றைக் கண்டு பிடிக்கும் முயற்சியின் சிக்கல் பெரியதாக ஆகிறது. இந்த முயற்சிகளைச் செய்யத் தேவையான எந்திரங்கள் உலகின் மிகப் பெரிய எந்திரங்களாக இன்று உருவாகியுள்ளன.

முட்டி மோதி விஞ்ஞானம் – பகுதி 5

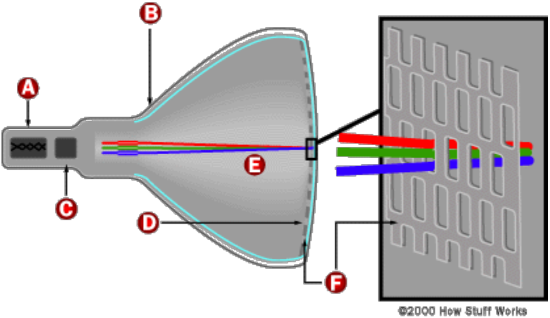
பல வித அணு சோதனைகளுக்கும் அடிப்படை ஹைட்ரஜன் வாயு. ஹைட்ரஜன் அணுவில் சுழலும் ஒரு எலெக்ட்ரான், அணுக்கருவினுள் உள்ள ஒரு ப்ரோட்டானைச் சுற்றுகிறது. இதில் நியூட்ரான் கிடையாது. 1930 –களில் உருவாக்கப்பட்ட முதல் அணு வேகப்படுத்தும் கருவியான சைக்லோட்ரானிலிருந்து (cyclotron) இன்று ராட்சச உருவில் அணு ஆராய்ச்சிக்கு உதவி வரும் LHC -வரையில் அடிப்படை மூலப்பொருள் ஹைட்ரஜன் வாயுதான். ஹைட்ரஜன் இயற்கையில் சேர்மங்களாகத் (compounds) தான் தோன்றுகிறது. தண்ணீரில் பெரும் பங்கு ஹைட்ரஜனாக இருந்தாலும், இதைப் பிரித்து எடுப்பது அவ்வளவு எளிதல்ல. ஆனால், ஹைட்ரஜனைப் பிரிப்பது பழைய வேதியல். அதைப்பற்றி இங்கு விளக்கப் போவதில்லை. எல்லா அணுத்துகள்

வேகப்படுத்தும் எந்திரங்களும் (particle accelerators) கருவிகளும் எலெக்ட்ரான் மற்றும் ப்ரோட்டானைச் சுற்றியே பெரும்பாலும் அமைவதற்கான காரணமும் இதுவே. (கட்டுரையின் இந்த பகுதி கேள்வி பதில்களாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது).

சிம்பிளாக அணுத்துகள்களை வேகப்படுத்தும் கருவி என்ற ஒன்று உண்டா?

கொஞ்ச வருஷம் முன்னால், என்னுடைய பழைய ஹிட்டாச்சி (Hitachi) டிவியை தெருவில் வைத்து விட்டேன். இதற்கு விலைக் கேட்டால் சிரிப்பார்கள். அந்த டிவியில் அவ்வப்பொழுது சில மின்பொறிகள் தெரியும், திடீரென்று ஒரு கலர் தெரியாமல் போய்விட்ட்து. எல்லாம் ஒரே இளஞ்சிவப்பு (pink) மயமாகத் தெரியும். பழைய டிவிக்கும் இக்கட்டுரைக்கும் என்ன சம்மந்தம்? இது போன்ற பழைய டிவிகள் (CRT TVs) நமக்கு மிகவும் பரிச்சயமான ஒரு அணுத்துகள் வேகக் கருவி! இந்த டிவிக்குப் பின்னால், "மிக அதிக மின்னழுத்தம் – ஜாக்கிரதை" (high voltage warning) என்று எழுதியிருக்கும். இவை, பல்லாயிரம் வோல்டேஜில் (20,000 volts) வேலை செய்பவை. எலெக்ட்ரான்கள்,

ஒரு மின்துப்பாக்கியிலிருந்து திரை நோக்கி அதி வேகமாகச் செலுத்தப்படுகின்றன. வேகமாக, திரை நோக்கி வரும் எலெக்ட்ரான்கள், திரையில் உள்ள ஃபாஸ்ஃபாரைத் (phosphor) தாக்கி, அவற்றில் சில எலெக்ட்ரான்கள், அடுத்த சக்தி அளவுக்கு தாண்டி, தன்னுடைய ஸ்திரமான சக்தி அளவுக்கு மீண்டும் தாவும்போது, ஃபோட்டான்களை வெளியேற்ற, அதுவே படமாக, சூர்யாவாகிறார்! இதில் உள்ள முக்கிய விஷயங்கள் இரண்டு.



CRT டிவி. நன்றி, **How Stuff Works**

1. அணுத்துகள்களை ஒரு பாதையில் செலுத்த, உயர்

அழுத்த மின்சாரம் தேவை (இது இன்றுள்ள LHC வரை உண்மை)

2. இப்படிப்பட்ட அணுத்துகள்கள் ஓரளவிற்குத்தான் நாம் எதிர்பார்த்த பாதையில் செல்லும். இதனால்தான், பழைய டிவிகள் ஓரளவிற்கு மேல் பெரிய சைசில் வரவில்லை. அதுவும் எலெக்ட்ரான்கள் மிகவும் சன்னமானவை! இவற்றை வெற்றிடத்தில் (vacuum) ஓரளவிற்கு மேல் வேண்டிய பாதையில் வெறும் உயர் அழுத்த மின் மண்டலம் (high voltage electrical field) கொண்டு கட்டுப்படுத்துவது கடினம்.

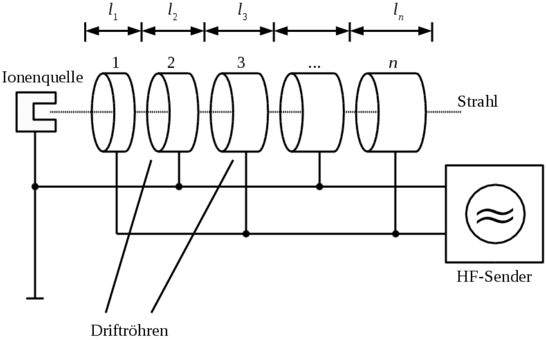
எதற்காக அணு வேகப்படுத்தும் கருவி தேவைப்பட்டது?

ரூதர்ஃபோர்ட் (Ernest Rutherford) புகழ் பெற்ற இங்கிலாந்தைச் சேர்ந்த அணு விஞ்ஞானி. இவர், பலவித அணு பௌதிகப் பிரச்னைகளைத் தீர்க்க ஒரே வழி,

அணுக்கருவிற்குள் என்ன இருக்கிறது என்று சரியாக புரிந்து கொள்வதுதான் என்று தன்னுடைய 1927 உரையில் சொன்னது பல விஞ்ஞானிகளுக்கு ஒரு பெரிய ஊக்குவிக்கும் சவாலாகப் பட்டது. அமெரிக்க விஞ்ஞானி லாரன்ஸ் (Ernest Lawrence), மற்றும் ஸ்வீடன் நாட்டைச் சேர்ந்த வில்டரோ (Rolf Wilderoe) இதை ஒரு சொந்தச் சவாலாக ஏற்று, அணுத்துகள் வேக எந்திரங்களை உருவாக்கினார்கள்.

நமது பழைய டிவியைவிட அதிக வேகத்தில் எப்படி எலெக்ட்ரான்களை ஒரு நேர் பாதையில் பயணிக்க வைப்பது? பழைய டிவியில் இருக்கும் குழாயைப்போல சில வெற்று (vacuum tubes) குழாய்களை அமைத்து, அவற்றை இணைத்தார், வில்டரோ. குழாய்களின் நடுவே மாறு மின்னோட்டச் (alternating current) சக்தியால், எப்படி எலெக்ட்ரான்களை வேகப்படுத்த முடியும் என்று யோசித்தார். மாறு மின்னோட்ட சக்தியின் அதிர்வெண்ணை (frequency) குழாய்களின் நீளத்துடன் சரி செய்தார். ஒவ்வொரு முறை இந்தக் குழாய் இடைவெளியைத் தாண்டும்பொழுது, எலெக்ட்ரான்கள் வேகப்படுத்தப்பட்டுக் கொண்டே வந்தன என்று காண்பித்தார் வில்டரோ. நீளமான அணு துகள் வேக

எந்திரங்கள் – செல்லமாக லினாக் (Linac – Linear Accelerator) என்று இன்று அழைக்கப்படுகிறது. எல்லாவற்றுக்கும் அடிப்படை வில்டரோவின் ஐடியாதான்!



வில்டரோவின் அமைப்பு. ஜெர்மன் மொழியில் விளக்கங்களுக்கு மன்னிக்கவும்

எப்படிப், பறக்கும் அணுத்துகள்களை மீண்டும் மீண்டும் வெற்றுக் குழாய் இடைவெளிக்குள் வர வைப்பது? லாரன்ஸ்ஸின் பங்கு இதில் முக்கியமானது. அவர் காந்த மண்டலம் ஒன்றை உருவாக்கினால் (magnetic field), பறக்கும் அணுத்துகள்களை வட்டப் பாதையில் செலுத்த

முடியும் என்று கண்டு பிடித்தார். அப்படி அவர் கண்டுபிடித்த எந்திரம், சைக்ளோட்ரான் (cyclotron). இன்று எவ்வளவோ வளர்ந்துவிட்ட நிலையில் அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள் இருந்தாலும், அடிப்படையாக லாரன்ஸ் கண்டுபிடிப்பின்படியே வேலை செய்கின்றன. இன்று சைக்லோட்ரான், உலகெங்கும், பல பயன்பாட்டுக்களுக்கும் உபயோகத்தில் உள்ளது. குறிப்பாக, பலவித கதிரியக்க மருந்துகள் இன்று சைக்லோட்ரான் உதவியுடன் தயாரிக்கப்படுகின்றன. எந்த பெரிய மருத்துவமனைக்குச் சென்றாலும், அணு மருத்துவப் (Nuclear Medicine) பிரிவு என்ற ஒன்றைக் காணலாம். லாரன்ஸ் ஆராய்ச்சி செய்த கலிஃஃபோர்னியாவில் உள்ள பெர்க்லி (Berkeley, CA) அன்றும், இன்றும் அணு ஆராய்ச்சிக்குப் புகழ் பெற்றது. அங்குள்ள ஆராய்ச்சிசாலைக்கு அவருடைய பெயரைச் சூட்டி (**Lawrence Livermore Laboratory**) கௌரவப்படுத்திடியுள்ளார்கள்.

இதோ, பெர்க்லி ஆராய்ச்சிசாலையின் அழகான ஃஃப்ளிக்கர் புகைப்படத் தொகுப்பு – அணு ஆராய்ச்சியின் ஒரு சரித்திரத்தை காட்டும் படங்கள்:

"E. O. Lawrence was a pathfinder not just for Lawrence Livermore and Berkeley laboratories. He created the model for large-scale science throughout the world."
—Bruce Tarter

http://www.flickriver.com/photos/berkeleylab/sets/72157607098402315/

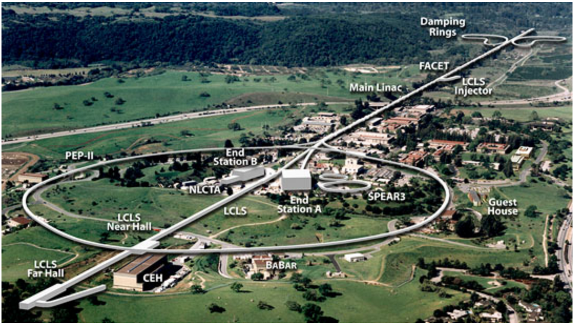
ராட்சச எந்திரம் என்று பலமுறைச் சொல்லியுள்ளீர்கள்? எதை வைத்து ராட்சச எந்திரம் என்று தீர்மானிக்கிறார்கள்?

பொதுவாக, ராட்சச அளவு என்று சொல்வது கொள்ளளவு, அல்லது அதிக உயரம், அகலம் போன்ற விஷயங்களை வைத்துச் சொல்கிறோம். உதாரணத்திற்கு, கனடா-அமெரிக்கா இடையே உள்ள சுபீரியர் ஏரி (Lake Superior) ராட்சசத் தனமானது – கடலைப் போன்று காட்சியளிக்கும் இந்த ஏரி, உலகின் மிகப் பெரிய குடிநீர் ஏரி. 82,100 சதுரக் கி.மீ. பரப்புள்ள குடிநீர் ஏரி இது. ஒரு

கரையிலிருந்து இன்னொரு கரை தெரியாது. ஆக, பரப்பளவு ராட்சசத்தனத்தின் ஒரு அளவுகோள்.

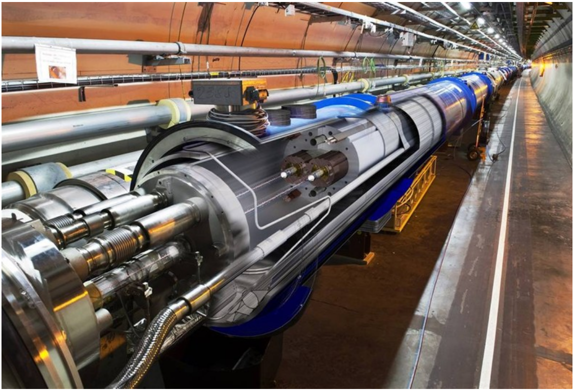
அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள் முதலில் ஆராய்ச்சிசாலை உள்ளேதான் உருவாயின. போகப் போக அவற்றின் பரப்பளவுத் தேவை மிகப் பெரியதாகி, ஆராய்ச்சிசாலையை விட்டு வெளியே வர வேண்டியக் கட்டாயம் உருவானது. ஆராய்ச்சிசாலையிலிருந்து, இடத்தேவையைப் பூர்த்தி செய்ய, பூமிக்கு கீழே இடம் மாறின அவ்வகை எந்திரங்கள். சிகாகோ அருகில் உள்ள ஃபெர்மி அணுத்துகள் ஆராய்ச்சி வசதி (**Fermi National Accelerator Laboratory**), பூமிக்கு அடியே 6 கி.மீ. நீளத்திற்கு (வட்ட வடிவு) சுரங்கத்திற்குள் உள்ளது. இந்த வசதியின் தரைமட்டத்தில், மாடுகள் இன்றும் மேய்ந்து கொண்டுதான் இருக்கின்றன! அதைப்போலவே, கலிஃபோர்னியாவில், ஸ்டான்ஃபோர்டில் உள்ள லினாக் (**Stanford Linear Accelerator Laboratory – SLAC**), 3 கி.மீ. நீளமுள்ள வசதி. உலகின் மிக நீளமான அணுத்துகள் ஆராய்ச்சி நிலயங்களில் ஒன்று. ஜெனீவாவில் உள்ள LHC பூமிக்கு 100 மீட்டர் அடியில், 27 கி.மீ. நீளமுள்ள ஒரு வட்டச் சுரங்கம். இந்த சுரங்கத்தின் விட்டம் 3 மீட்டர்கள்.

ஜூரா மலைகளுக்கடியே 1 மில்லியன் டன்கள் பாறைகளைத் தோண்டி எடுத்து 1989 –ல் உருவாக்கப்பட்ட சுரங்கம் இது. LHC தான் புதிது, சுரங்கம் அல்ல. ஆனால், அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்களின் ராட்சசத்தனத்திற்கு வெறும் பரப்பளவு, அல்லது நீளம் மட்டும் ஒரு அளவுகோல் அல்ல.



ஒரு சாதாரண மின்கலன் (டார்ச் விளக்கிற்கு உபயோகப்படுத்துவது – D, AA, AAA போன்ற அளவுகளில் வருவது) 1.5 வோல்ட் (volts) மின்னழுத்தம் தரும் சக்தி உள்ளது. அதாவது, ஒவ்வொரு எலெக்ட்ரானுக்கும் 1.5 வோல்ட் மின்னழுத்தம் தரும். ஒரு அணுத்துகளான எலெக்ட்ரான் அளவில் இதை ஒரு 1.5 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் (1.5 Electron volt or eV) என்று சொல்லப்படுகிறது. நம்முடைய பழைய டிவியில் 20,000 வோல்ட் அழுத்தம் தரப்படுவதால், இதை 20 KeV என்கிறார்கள். இதைப் போலவே 10 லட்சம் வோல்ட் அழுத்தம் தரப்பட்டால், அதை மில்லியன் eV அல்லது MeV என்று சொல்லப்படுகிறது. ஓராயிரம் MeV ஒரு

GeV ஆகிறது. ஓராயிரம் GeV ஒரு TeV ஆகிறது. LHC –ல் மின்னழுத்தம் 7 TeV வரை அணுத்துகள்கள்களை அழுத்தும் சக்தி கொண்டவை. அதாவது, 700,000 கோடி மின்கலன்களின் அழுத்தம் என்றால் பாருங்களேன்! (2G ஊழலை விட கொஞ்சம் பெரிய எண்!)



7 **TeV** மின்னழுத்த்த்தில் இயங்கும் **LHC**

லாரன்ஸின் முதல் சைக்லோட்ரான் வெறும் 80 keV சக்தி கொண்டது. இவரது அடுத்த கட்ட முயற்சி, இதை எப்படியாவது 1 MeV வரை சக்தி கூட்டுவது.

படிப்படியாக மின்னழுத்தம் சிலபல MeV -களாக உயர்த்த முயற்சி செய்து வெற்றியும் கண்டார்கள். 1950 –களில் GeV –யைத் தொட்டுவிட்டார்கள். இரண்டு பிரச்னைகள் இவர்களை மிரட்டியது. இப்படிப்பட்ட ஏராளமான மின்னழுத்தத்திற்கு தேவை, மிகப் பெரிய காந்தங்கள். ராட்சச காந்தங்கள் தயாரிப்பதில் சிக்கல்கள் ஏராளம். அப்படியே காந்தங்களைத் தயாரித்தாலும், அணுத்துகள் மோதல்களில் ஏற்படும் தாற்காலிக துகள் ஆராய்ச்சிக்கு மிகப் பெரிய உணர்விகள் (Detectors) தேவைப்பட்டன. மிகப் பெரிய உணர்விகள் மற்றும் ஏராளமான மின்னழுத்தம் தரும் காந்தங்களை ஒரு சர்வகலாசாலையில் கட்டுவது கூட சிரம்மாகியது. 1980 –களில், ஆராய்ச்சிசாலை பூமியடியே மாறியது! இன்று CERN – ன் LHC –ல் சுரங்கத்துள் 4 ராட்சச குகைகள் (caverns) உண்டு. இந்தக் கோவில் அளவு குகைகளில், உலகின் மிகப் பெரிய உணர்விகள் (particle detectors) நிறுவப்பட்டுள்ளன. ஆக, ராட்சசத்தனம் இத்துறையில், பரப்பளவு, மின்னழுத்தம், காந்தசக்தி மற்றும் உணர்விகளின் திறன் கொண்டு அளவிடப்படுகிறது.

ஏன் பெரிய அணுதுகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள் தேவைப்பட்டது?

மிகவும் சுவாரசியமான கேள்வி. தேவை இல்லாமல், யாரும் கஷ்டப்பட மாட்டார்கள். முன்னம் சொன்னது போல, அணுக்கருவை தகர்த்தால்தான் அதில் உள்ள சக்திகளின் ரகசியங்களைப் புரிந்து கொள்ளலாம். அணுக்கருவில் உள்ள அபார, ”பலமான சக்திக்கு” பையான் (pion) என்ற அணுத்துகள் காரணம் என்றும் பார்த்தோம். அணுக்கருவை பையான் சக்தியிலிருந்து விடுவிக்க குறைந்தபட்சம் 150 MeV சக்தித் தேவைப்படும் என்று கணக்கிடப்பட்டது. அல்லது, பையானை சரியாக ஆராய, இப்படி சக்தி வாய்ந்த ஒரு கருவி தேவைப்பட்டது. ஆரம்பத்தில், அண்டக்கதிர்களை ஆராயத் தொடங்கிய விஞ்ஞானிகள், அணுவின் அடிப்படை கட்டுமானத்தைப் பற்றியப் புதிய, ஆனால் குழப்பமான விஷயங்களை அறியத் தொடங்கினர். ஏன் அண்டக்கதிரை உலகிலேயே மனிதனால் உருவாக்க முடியாது என்ற கேள்விக்கு பதிலாக சில பெரிய அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள் (particle accelerators) உருவாக்கப்பட்டன. ஆனால், மிக முக்கியமாக எதிர் மின்னூட்ட அணுத்துகள்களை (anti-particles) ஆராய இன்னொரு விஞ்ஞானக் குழு துடித்தது. இது போன்ற அணுத்துகள்களை உருவாக்க சில

GeV சக்தி தேவைப்பட்டது. இப்படித்தான், படிப்படியாக சக்தி வாய்ந்த அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள், உலகில் 1,000 வரை இன்று உள்ளது.

அத்துடன், குறிப்பாக, 2003 காலகட்டத்தில் ஃபெர்மி ஆராய்ச்சிசாலைக்கு பெரிய பட்ஜெட் குறைப்புகள் செய்யப்பட்டன (http://www.pbs.org /independentlens/atomsmashers/film.html). பல அடிப்படை கேள்விகளுக்கு பதில் காண, மிகப் பெரிய எந்திரங்கள் தேவையாக இருந்தது. அமெரிக்க முதலீடு இந்தத் துறையில் குறைந்தவுடன், CERN இதை ஒரு சவாலாக எடுத்துக் கொண்டு பன்னாட்டு கூட்டு முயற்சியாக LHC மற்றும் அதன் உணர்விகள் பற்றிய திட்டத்தை உலகிற்கு அறிவித்தது.

முட்டி மோதி விஞ்ஞானம் – பகுதி 6

என்ன, LHC பற்றியக் கட்டுரையில் ஒரே அமெரிக்க விஞ்ஞானம் பற்றியே சொல்லப்பட்டுள்ளதே. LHC இருப்பது ஸ்விஸ்/ஃப்ரான்ஸ் நாட்டில் அல்லவா?

இந்த ஆராய்ச்சிக்கான ஆரம்ப முயற்சிகள் பெரும்பாலும் அமெரிக்காவில்தான் தொடங்கியது. அமெரிக்கர்கள், இந்த விஷயத்தில் கில்லாடிகள். முதலில், நாட்டின் இரு கரைகளிலும் இரண்டு ஆராய்ச்சிசாலைகளைத் தொடங்கி வைத்தனர். கலிஃபோர்னியாவில் உள்ள பெர்க்லி ஒரு ஆராய்ச்சி தளம். மற்றொன்று நியூயார்க்கில் உள்ள ப்ரூக்ஹேவன் (**Brookhaven National Laboratory**) என்ற இடத்தில். இரு ஆராய்ச்சிகூடத்திற்கும் கடும் போட்டி – யார் முதலில் புதிய அணுத்துகள்களை கண்டுபிடிக்கிறார்கள், அல்லது

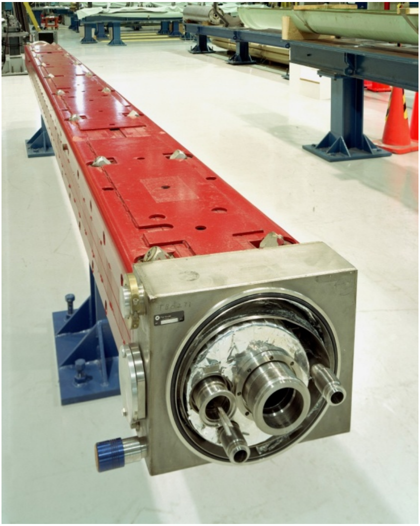
யார் அணுச்சிதறலுக்காக ஏராளமான மின்னழுத்த நிலையை உருவாக்குகிறார்கள், என்று. மெதுவாக சிகாகோ, கார்னெல், என்று தொடங்கி, யுரோப்பில் பல இடங்களில், குறிப்பாக இங்கிலாந்து மற்றும் ஜெர்மனியில் அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள் இந்த போட்டியில் சேர்ந்து கொண்டன. இவர்களுடன் ஸ்டான்ஃஃபோர்டும் சேர்ந்து கொண்டது.

ப்ரூக்ஹேவன் ஆராய்ச்சிசாலை

இன்றைய LHC –க்கு பல முன்னோடிகள் இந்தப் போட்டியில் உருவானவைதான். ஒவ்வொரு பெரிய ஆராய்ச்சிசாலையின் கண்டுபிடிப்பும் இன்று ஏதோ ஒரு விதத்தில் LHC உருவாக உதவியுள்ளது. ஏராளமாக முன்னேறிய குவாண்டம் இயக்கவியலும் இதற்கு உந்துகோலாக உதவியது. குவாண்டம் கோட்பாட்டாளர்கள் (theoretical physicists) பலவித புதிய அணுத்துகள்கள் இருக்கும் சாத்தியக்கூறுகளைத் துல்லியமாக கணக்கிட்டு சொல்லிவிட்டார்கள். ஆனால், அந்தக் கோட்பாடுகள் சரியா அல்லது தவறா என்று உறுதிப்படுத்த மிகப் பெரிய எந்திரங்கள் (அதாவது ஏராளமான மின்காந்த சக்தி) தேவையானது. ஆனால், பல சோதனை ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கும் சவால்கள் ஏராளமாய் இருந்தன. உதாரணத்திற்கு, எலெக்ட்ரான் மிகவும் சன்னமானது என்று ஏற்கனவே குறிப்பிட்டிருந்தோம். எலெக்ட்ரான்களை நேர் பாதையில் செலுத்துவதே பெரிய சவால் (மயிலிறகை நேர் பாதையில் செலுத்துவது எல்லாம் சப்பை செய்தி!). ஏராளமான மின்னழுத்தம் கொண்டு, எப்படி எலெக்ட்ரானை நேர்பாதையில் துல்லியமாக செலுத்துவது என்பதை விஞ்ஞானிகள் கற்றுக் கொண்டுவிட்டார்கள். ஆனால்,

காந்தம் கொண்டு இதன் பாதையை வளைக்க முடியவில்லை. சன்னமான எலெக்ட்ரான், நேர்பாதையிலிருந்து சிதறிவிடும். இவை செலுத்தப்படும் குழாய்களின் விளிம்பிற்குத் தப்பிச் சென்று அணுத்துகள் கற்றை (atomic particle beam) வளைவில் காணாமல் போய்விடும். ஸ்டான்ஃபோர்டு விஞ்ஞானிகள் இதற்காக 3 கி.மீ. நீளமான வெற்றுக் குழாய்களில் எலெட்ரான்களை வேகப்படுத்தி, பிறகு இரு எலெக்ட்ரான் கற்றைகளாய் (particle beams) மோதவிட்டு வெற்றி கண்டார்கள். பாஸிட்ரான் என்ற எலெக்ட்ரானின் எதிர்மறை மின்னூட்டம் கொண்ட அணுத்துகளை இப்படித்தான் செயற்கையாக உருவாக்கினார்கள். இதே போல, ஃபெர்மி ஆராய்ச்சியாளர்கள் பல புதிய முன்னேற்றங்களை இத்துறைக்கு கொண்டு வந்துள்ளார்கள். இன்றைய வெற்று தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியில் (vacuum technology) மிகப் பெரிய பங்கு இவர்களுடையது. இன்னொரு பெரிய விஷயம் என்னவென்றால், ஓரளவிற்கு மேல், காந்த சக்தியை கூட்டுதலில் சிக்கல் என்னவென்றால், காந்தங்கள் மிகவும் சூடேறிவிடும். ஃபெர்மி ஆராய்ச்சியாளர்கள், இந்தப் பிரச்னையை மிகைகடத்துத்திறன் கொண்ட காந்தங்கள் (superconducting magnets) மூலம்

தீர்த்தார்கள். இதற்கு ஏராளமாக குளிர்விக்க வேண்டிய கட்டாயம் ஏற்பட்டது. இது போன்ற பல உத்திகள் இன்று LHC –யில் உபயோகத்தில் உள்ளது. இன்றைய LHC , பல பழைய உத்திகளை மேம்படுத்தி, ஏராளமான சக்தி அளவில், புதிய அடிப்படை பௌதிக அறிவை விரிவுபடுத்தும் முயற்சி.



பெர்மிலேபின் மிகைகடத்துத்திறன் கொண்ட காந்தம்

அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள் மிகவும் எளிதான பௌதிகத்தை ஏராளமாக குழப்பி விட்டனவோ?

நியாயமான கேள்விதான். 1950 முதல் 1970 வரை ஏராளமான புதிய அணுத்துகள்களை விஞ்ஞானிகள் கண்டறிந்து வெளியிட்டார்கள். இவர்கள் இதற்கிட்ட பெயர்களும் வினோதமானவை. குறிப்பாக மர்ரே ஜெல்மேன் (Murray Gel-Mann) என்ற அமெரிக்க விஞ்ஞானி குவார்க் என்ற பெயரைப் புதிய அணுத்துகள் குடும்பத்திற்கு வைத்தார். இக்குடும்பத்தில் உள்ள துகள்களுக்கு ’மேல்’, ’கீழ்’, ’மேல்நோக்கி’, ‘கீழ்நோக்கி’, ’வினோதம்’ போன்ற பெயர்களால் அழைக்கப்பட்டது. ஊடகங்களில் இப்படிப்பட்ட பெயர்கள் பலவற்றை கண்டவுடன் குழப்பமாகத்தான் இருந்தது. ஆனால், 1970 –களில் நியமான அணு அமைப்பு மாடல் (Standard Atomic Model) உருவாகியவுடன் பல குழப்பங்கள் தீர்ந்தன. இன்றும் அணுத்துகள் ஆராய்ச்சியின் அடிப்படை 1970 –களில் உருவாக்கப்பட்ட இந்த மாடல் தான். இதைப்பற்றி அடுத்த பகுதியில் விரிவாக அலசுவோம்.

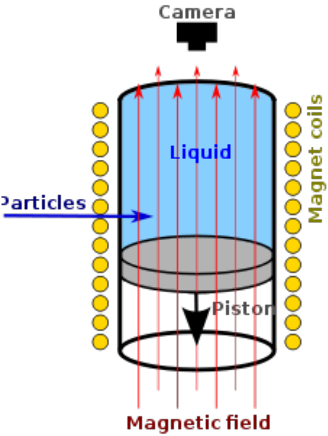
அணுத்துகள் மோதல்களைப் பார்க்க முடியாத்தால் எப்படி புதிய அணுத்துகள்கள் இருப்பதை விஞ்ஞானிகள் கண்டறிகிறார்கள்?

அணுத்துகள்களை வேகப்படுத்துவது, மிக முக்கிய பிரச்னைதான். ஆனால், மோதிய அணுத்துகள் கற்றைகளை (கண்ணுக்கு தெரியாத) ஆராய்வது என்பது மிகப் பெரிய சவால். இன்றைய அணு ஆராய்ச்சி முன்னேற்றத்திற்கு முக்கியமான காரணம், இந்த அணுத்துகள் உணர்விகள் (particle detectors). அணுத்துகள் உணர்விகள் பெரும் விஞ்ஞான சவால். முதலில் மேக அறையுடன் (cloud chamber) விஞ்ஞானிகள் போராடினார்கள். இதன் பிறகு க்ளேசர் என்பவரால் குமிழ் அறை (bubble chamber) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. வாயுவில் சக்தி கொண்ட அணுத்துகள்கள் மேற்கொண்ட பாதையை அறிவது கடினம். இதனால், திரவத்திற்கு மாறினார்கள். சூடான (சற்று கொதிநிலைக்கு கீழ்) திரவத்திற்குள் அதிசக்தி வாய்ந்த அணுத்துகள்கள் இதில் பாய்ச்சினால், அவை ஒரு குமிழ் பாதையை உருவாக்கும். அந்த பாதையை புகைப்படம் எடுத்தால், என்ன நடக்கிறது என்று அறியலாம். முதலில், பல்வேறு திரவங்களை முயற்சி

செய்து, கடைசியில், 1950 –களில், அழுத்தத்தில் உள்ள ஹைட்ரஜன் திரவத்தில் வெற்றி கண்டார்கள். கண்ணாடி அறையில் இருப்பதால், அத்துடன் இணைத்த காமிராக்கள் சிதறும் அணுத்துகள்களின் பாதையைப் படம்பிடித்தன. பெரிய காற்றழுத்திகள் ஹைட்ரஜனை திரவ நிலையில் பாதுகாப்பாக வைத்து, துல்லிய காமிராக்களுடன் படம் பிடித்தன. சற்று புரிந்திருக்கலாம். பெரிய சைக்லோட்ரான்கள் மற்றும் உணர்விகள் ராட்சச காந்தங்கள் எல்லாம் ஆராய்ச்சிசாலையில் இடத்தை பெரிதாக எடுத்துக் கொள்ளத் தொடங்கியது இப்படித்தான். அணுத்துகள் உணர்விகளுக்கு ஏராளமான இடம் தேவை. இன்று CERN – ன் LHC –ல் சுரங்கத்துள் 4 ராட்சச குகைகள் (caverns) உண்டு. இந்தக் கோவில் அளவு குகைகளில், உலகின் மிகப் பெரிய உணர்விகள் (particle detectors) நிறுவப்பட்டுள்ளன.

குமிழ் அறை

படிப்படியாக குமிழ் அறையிலிருந்து, பொறி அறைக்கு (Spark chamber) மாறியது உணர்விகள். பொறி அறைகள் துல்லியமாக முன்னூட்டம் பெற்ற அணுத்துகள்களை சரியாக அறிந்து கொள்வதற்கு



உதவியது. உணர்விகள் விஷயத்தில் உள்ள மிகப் பெரிய சவால் என்னவென்றால், 5 நிமிட சினிமா பாடலில் வரும் நாயகி யாரென்று யோசிப்பது போன்ற விஷயமல்ல. சில நானோ நொடிகளே தோன்றி மறையும் அணுத்துகள்களைக் கண்டு அறிவதுதான்.

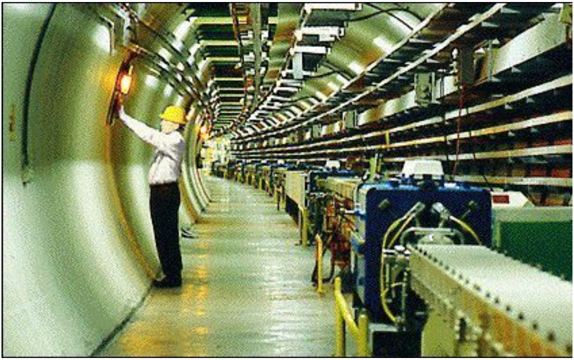
இன்று உணர்விகள் கணினி வழங்கி வயல்கள் (computer server farms) துணையுடன் மிகவும் துல்லியமானவை, மிகவும் சிக்கலானவையும் கூட. ஒரு பெரிய கோவில் அளவு பூமியின் 100 மீட்டர் அடியில் பல உணர்விகள் மோதும் அணுத்துகள் கற்றைகளிலிருந்து உருவாகும் அத்தனை அணுக்குப்பைகளையும் (atomic debris) பதிவு செய்து ராட்சச கணினி வயல்களுக்கு அனுப்பிவிடுகின்றன. உலகெங்கும் விஞ்ஞானிகள் இந்த கணினிகள் பது செய்த டேடாவை அலசி, பல முடிவுகளுக்கும் வருகின்றனர்.

இத்தனை செலவு செய்து உருவாக்கிய எந்திரங்களை அதன் பயன்பாடு முடிந்தவுடன் என்ன செய்வார்கள்?

அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள் சாதாரண விஷயமல்ல. பல மில்லியன், ஏன் பில்லியன் டாலர்கள் வரை செலவாகும். அதைப் பராமரிப்பதும் சிரமமான விஷயம். இதை விஞ்ஞானிகள் முற்றிலும் அறிவார்கள். இந்தத் துறையில், முடிந்தவரை பழைய எந்திரத்தை, புதிய வடிவமைப்பு மாற்றங்கள் செய்து மீண்டும் உபயோகிக்க முயற்சி செய்கிறார்கள். உலகின் மிகப் பெரிய அணுத்துகள் ஆராய்ச்சிசாலை எல்லாவற்றிற்கும் இது பொருந்தும். உதாரணத்திற்கு, LHC என்பது அணுத்துகள்கள் பயணம் செய்யும் கடைசி கட்டம். இதற்கு முன்னுள்ள கட்டம் எல்லாம் CERN – ன் பழைய எந்திரங்களில்தான். பழைய எந்திரங்கள் புதிய முயற்சிக்காக பெரிதும் மாற்றப்பட்டுள்ளன. மேலும், இன்றைய LHC இருக்கும் சுரங்கம் 1989 –ல் LEP (Large Electron Positron Collider) என்ற எந்திரத்திற்காக உருவாக்கப்பட்டது..

CERN –னின் LEP

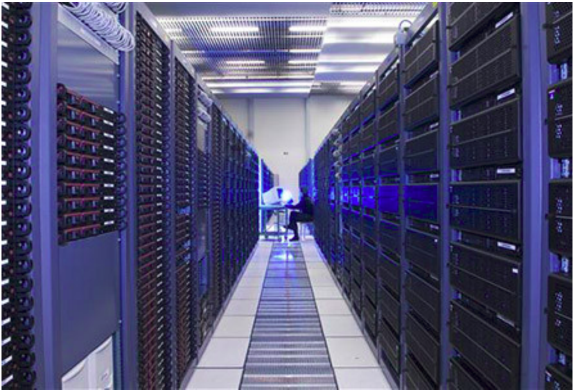
புகைப்படம் மூலம் அணுத்துகள்களை ஆராய்வது ஹைதர்



காலத்து விஷயம் போல உள்ளதே. கணினிகள் உதவாதா?

1950 –களில் கணிகள் மிகவும் விலைகூட. 1960-களில், கணினிகளின் சக்தி விஞ்ஞானிகளுக்குப் புரிய ஆரம்பித்தது. புகைப்படங்களை ஆராய்ந்து பல்லாயிரம் கணக்குகளை திருப்பித் திருப்பி செய்வது சோர்வடையச் செய்யும் விஷயம். திரும்பத் திரும்ப துல்லியமாய் அலுக்காமல் வேலை செய்வதற்கு உருவாக்கப்பட்ட எந்திரங்கள் கணினிகள். புகைப்படங்களை ஸ்கான் செய்து அதில் உள்ள கீற்றுக்களை ஆராய, 2 வருடம் உழைத்து ஒரு நிரலை உறுவாக்கினார்கள். ஒரு நாளைக்கு 2 அல்லது

3 ஸ்கான்களை அலசும் திரனிலிருந்து மணிக்கு 100 ஸ்கான்களை அலசும் அளவுக்கு 1960-களில் கணினிகள் உதவின. மெதுவாக, பல சலிப்பு தட்டும் அலசல் வேலைகளுக்கும் கணினிகள் உபயோகிக்கப்பட்டன. இன்று, பல உணர்விகள் மின்னணுவியல் மயமாகி விட்டன. மின்னணு குமிழ் அறை உண்டு, மேலும் மனித தவறுகள் பெரும்பாலும் குறைக்கப்பட்டு, துல்லிய துணைவனாக கணினிகள் மாறிவிட்டன.



CERN – னின் கணினித் திரள்

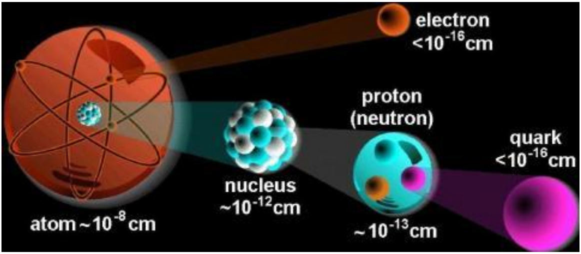
விஞ்ஞான முட்டி மோதல் - பகுதி 7

இந்த பகுதியும் கேள்வி – பதில்களாக வகைபடுத்தப்பட்டுள்ளது.

நியமான அணு அமைப்பு மாடல் (**Standard Atomic Model**) என்பது என்ன? ஏன் சிம்பிளான அணு கட்டமைப்பு இப்படி மாறியது?

கட்டமைப்பைச் சிக்கலாக்க வேண்டும் என்று யாரும் விரும்பவில்லை. அண்டக்கதிர்களிலிருந்து கண்டறிந்த அணுத்துகள்களை, நம்முடைய பழைய புரிதலால் விளக்க முடியவில்லை. புதிய அணுத்துகள்களை விஞ்ஞானிகள் 1950 முதல் 1960 –களில் கண்டுபிடித்த வண்ணம் இருந்தார்கள். பலவிதமான அலசல்களுக்கு பிறகு, அணு பௌதிகத்துறையின் ஒட்டுமொத்த அணு அமைப்புப்

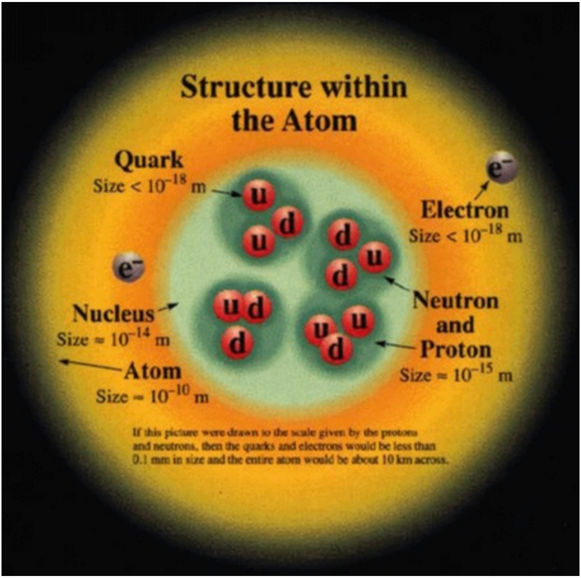
புரிதலை எல்லோருக்கும் புரிய வைக்க, நியமான அணு அமைப்பு மாடல் 1970 – களில் ஏற்பட்டது.



முதலாவது, சுற்றி வரும் எலெக்ட்ரான்கள் அடிப்படை அணுத்துகள் என்று அனைவராலும் ஒப்புக் கொள்ளப்பட்டது. எலெக்ட்ரான் மிகவும் சன்னமானது – பலமான அணுசக்தி (strong nuclear force) அதை ஒன்றும் செய்வதில்லை. இது போன்ற துகள்களை *லெப்டான்கள்* (Leptons) என்று அழைத்தார்கள். 6 வகை லெப்டான்கள் உள்ளன என்று வகைப்படுத்தினார்கள். இதில், எலெக்ட்ரானும் ஒன்று.

அடுத்ததாக, அணுக்கருவிற்குள் என்ன நடக்கிறது என்று

ஒரு 30 வருடங்கள் ஆராய்ந்ததில், ப்ரோட்டானும் நியூட்ரானும் சேர்ந்து குடித்தனம் நடத்த பலவகை சக்திகள் வேலை செய்ததை அறிந்தார்கள். *முதலாக, இவை இரண்டும் அடிப்படை அணுத்துகள்கள் இல்லை என்று ஒப்புக் கொள்ளப்பட்டது*. இரண்டாவதாக, இவற்றுள் இருக்கும் அணுத்துகள்கள் பலமான அணுசக்தியால் பாதிக்கப்படுபவை என்று உறுதி செய்யப்பட்டு, இவற்றை *ஹேட்ரான்கள்* (LHC – இல் உள்ள H ஹேட்ரானைக் குறிக்கிறது) என்று அழைத்தார்கள். நியூட்ரானும், ப்ரோட்டானும் ஹேட்ரான்கள். ஹேட்ரான்கள் பலவித நுண்துகள்களால் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவற்றை *குவார்க்* என்று அழைக்கிறார்கள். ஹேட்ரான் குடும்பத்தில் 6 வகை குவார்க்குகள் (Quarks) அடங்கும். ஆக, ஹேட்ரான்கள் அடிப்படை அணுத்துகள்கள் அல்ல. குவார்க்குகள் அடிப்படை அணுத்துகள்கள்.



ஒரு வழியாக, எலெக்ட்ரான், நியூட்ரான், ப்ரோட்டான் என்பதில் தொடங்கி, 6 லெப்டான், 6 குவார்க்கில் முடித்துள்ளோம். கதை அத்துடன் முடிந்துவிடவில்லை. ஆனால், தொடர்வதற்கு முன், இதுவரை சொன்ன

அணுத்துகள்களின் சில சுவாரசியமான இயல்புகளைப் பார்ப்போம்.

1. *லெப்டான்களை* தனியாக பிரித்து ஆராய முடியும். அதாவது, இயற்கையில் அவை தேயாமல் இருக்கக்கூடியவை. உதாரணத்திற்கு, எலெக்ட்ரான்கள், ம்யூவான்களைப் பிரித்து ஆராய வழிகள் உள்ளன.
2. *குவார்க்குகள்,* ப்ரோட்டானுக்குள்ளோ, அல்லது நியூட்ரானுக்குளோ (ஹேட்ரான்) பலமான அணுசக்தியால் (strong nuclear force) பாதுகாப்பாக வைக்கப்படுகின்றன. இவற்றைத் தனியாகப் பிரித்து ஆராய இயலாது. மிகுந்த சக்தியுடன், அணுக்களை மோதவிட்டு ஆராய்ந்தால், குவார்க்குகள், சில நானோ நொடிகள் கண்ணாமூச்சி காட்டிவிட்டுத் தேய்ந்து விடுகின்றன.

பல அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள் இவ்வகை மோதல்களை ஆராய்ச்சி செய்த வண்ணம் இருக்கின்றன.

அடுத்தபடியாக, நியமான அணு அமைப்பு மாடலின் மற்ற அணுத்துகள்களை சற்று அலசுவோம்.

3. பிரபஞ்சத்திலேயே மிகவும் வீக்கான சக்தி ஈர்ப்பு (gravitational force) சக்திதான். இந்தச் சக்தியைத் தாங்கிச் செல்லும் அணுத்துகளுக்கு கிராவிடான் (gravitons) என்று பெயரிட்டுள்ளார்கள். இதுவரை யாரும் கிராவிடான்களை பார்த்ததில்லை. எப்படி இதைப் பார்க்கப் போகிறோம் என்றும் எவருக்கும் தெரியாது. (அட, இந்த சக்தியைத்தான் மனிதன் முதலில் கண்டு பிடித்து, பலவகை பயன்பாட்டிலும்

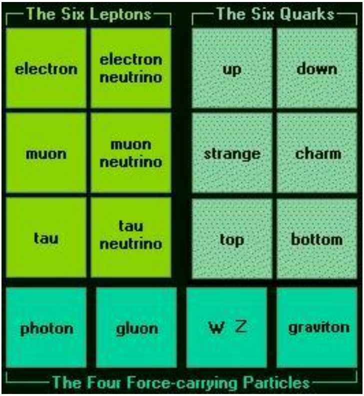
உப்யோகித்து வந்துள்ளான்!). இந்த சக்தி சைஸை பொறுத்து வேறுபடும், தூரத்திற்கேற்ப குறையும்/அதிகமாகும்.

4. அடுத்தபடியாக வீக் அணு சக்தி. மிகக் குறுகிய அணு அளவு தூரங்களிலே ஆட்சி செய்பவை. அணுத்தேயல்களின் போது (nuclear decays) உருவாகும் சக்தி இது. சொன்னால் நம்ப மாட்டீர்கள். ஈர்ப்பு சக்தியை விட பலப்பல கோடி முறைகள் சக்தி வாய்ந்தது. இதை W மற்றும் Z அணுத்துகள்கள் தாங்கிச் செல்கின்றன. இன்றும் சூரிய ஒளி நமக்கு கிடைக்க இந்த வீக் சக்திதான் உதவுகிறது. சூரியன், பூமிமீது மிக வீக்கான ஈர்ப்பு சக்தியால் பூமியின் பாதையை நிர்ணயித்தாலும், அன்றாட ஒளி மற்றும் சக்தி தேவைகளை வீக் அணு சக்தியாலேயே பூர்த்தி செய்கிறது!

5. பலமான அணுசக்தி என்று பலமுறை சொல்லிவிட்டோம். இதை தாங்கி செல்லும் அணுத்துகள்களுக்கு க்ளூவான் (Gluon) என்று பெயர். பலமான அணுசக்தி மிகமிகச் சிறிய தூரங்களில் ஆட்சி செய்பவை. இவை வீக் அணுசக்தியைக் காட்டிலும், பலப்பல கோடி முறைகள் சக்தி வாய்ந்தவை.
6. ஏராளமான தூரங்களில் ஆட்சி செய்பவை மின்காந்தச் சக்தி. இந்த சக்தியை தாங்கிச் செல்லும் அணுத்துகள்களுக்கு ஃபோடான் (photon) என்று பெயர். நாம் கண்ணால் பார்க்கும் ஒளி மின்காந்தச் சக்தியாகும். ஃபோட்டான், திணிவு இல்லாததால், பல கோடி மைல்கள் பயணம் செய்யும் தகுதி பெற்றது.

இன்னொரு விஷயம் – பல்வேறு சக்திகளை தாங்கிச்

செல்லும் அணுத்துகள்களை போஸான் (Boson) என்று அழைக்கிறார்கள். இந்திய விஞ்ஞானி S.N. போஸ் 1920-களில் ஐன்ஸ்டீனுடன் குவாண்டம் பௌதிகத்துறையில் பெரும் பணியாற்றினார். அவரை நினைவில் வைத்து இந்தப் பெயர் சூட்டப்பட்டது. இவற்றை எல்லாம் அழகாகப் படமாய் காட்டுவதுதான் நியமான அணு அமைப்பு மாடல் (**Standard Atomic Model**) என்பது.



நியமான அணு அமைப்பு மாடல்

அழகாக, நியமான அணு அமைப்பு மாடலை விளக்கும் CERN விடியோ.

http://www.youtube.com/watch?v=V0KjXsGRvoA

ஆக மொத்தம், 1940 முதல், 1970 வரை அணு பௌதிகத்துறையில் உள்ள குழப்பமான புரிதல்களுக்கு விடை, இந்த நியமான அணு அமைப்பு மாடல். சரி,கடந்த 40 ஆண்டுகளில் இந்த மாடல் தாக்கு பிடித்துள்ளதா?

ஒவ்வொரு முறை, ஒரு புதிய அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரத்தை உருவாக்கினாலும், முதலில் விஞ்ஞானிகள் செய்யும் வேலை, நியமான அணு அமைப்பு மாடல் இன்னும் சரிப்பட்டு வருகிறதா என்று பார்ப்பதுதான். பல முறை இந்த சோதனைகளை கடந்த 40 ஆண்டு காலமாக செய்து, இதுவரை சரியாகத்தான் உள்ளது என்கிறார்கள் விஞ்ஞானிகள். இத்தனைக்கும் இந்த ஆண்டு வரை ஹிக்ஸ் போஸான் தண்ணி காட்டியது. இன்னும் இதுவரை, ஜூலை மாதம் பார்த்த ஹிக்ஸ்

போஸான் நியமான அணு அமைப்பு மாடலில் உள்ள ஹிக்ஸா அல்லது வேறு ஏதாவதா என்ற கேள்விகளுக்கு பதிலில்லை. ஏராளமான சோதனைகளுக்குப் பிறகுதான் சொல்ல முடியுமாம். இத்தோடு ஈர்ப்பு சக்தியை தாங்கி வரும் கிராவிடானை யாரும் இதுவரை பார்த்ததில்லை என்று முன்னமே சொல்லியிருந்தோம். ஆனாலும், இந்த மாடல் விஞ்ஞானிகள் மனிதனின் மிகப் பெரிய சாதனையாகக் கருதுகிறார்கள். இதில் அழகு உள்ளது. மேளகர்த்தா ராக அமைப்பு போன்றது இது. அதில் உள்ள ராகங்கள் பல இன்று கச்சேரிகளில் நாம் கேட்காமல் இருக்கலாம். ஆனால், இந்த ராக அமைப்பு மாடல் காலத்தை வென்று நிலைத்துள்ளது நமக்கு எல்லோருக்கும் தெரியும்.

http://**www**.**ibtimes**.**co**.**uk**/**articles**/266857/20111214/**timeline**-**discoveries**-**subatomic**-**particles**.**htm**

இந்த இணையதளத்தில், அழகாக அணுத்துகள்கள் ஆண்டு வாரியாக எப்பொழுது கண்டுபிடிக்கப்பட்டன என்று பட்டியலிட்டுள்ளார்கள். 1964 முதல், 2012 வரை உள்ள கண்டுபிடிப்புகள்,நியமான அணு அமைப்பு மாடலை

உறுதிப்படுத்தியுள்ளதே தவிர இதுவரை குறை ஒன்றும் கண்டுபிடிக்கவில்லை.

விஞ்ஞான முட்டி மோதல் - பகுதி 8

இதுவரைப் பின்னணியாக பல அணு சம்பந்தப்பட்ட பல விஷயங்களை அலசினோம். இந்தப் பகுதியில் LHC –ஐப் பற்றி விரிவாகப் பார்ப்போம். அதற்கு முன், பொதுவாக அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள் பற்றி ஒரு விஷயம் அறிந்து கொண்டு ஆரம்பிப்பது நல்லது. பொதுவாக, எல்லா அணுதுகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்களும் ஒன்றல்ல. இல்லயேல் உலகில் 1,000 எந்திரங்கள் இருக்காது. இவற்றின் குறிக்கோள் மற்றும் சக்தி வேறுபட்டது. மோட்டார் வாகனத் தொழிலில் பல விஷயங்கள் இருப்பதைப் போன்றது இந்த விஷயமும். லாரி, கார், மோட்டார் சைக்கிள் எல்லாமே மோட்டார் வாகனத் தொழில்தான். இப்படி மூன்று வகைகளைச் சொன்னவுடன் உடனே நமக்குத் தோன்றுவது என்ன? இரு பயணிகளின் போக்குவரத்துத் தேவைகளைப் பூர்த்தி

செய்வது மோட்டார் சைக்கிள், ஐந்து பயணிகளின் போக்குவரத்துத் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்வது கார், சரக்கு போக்குவரத்துத் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்வது லாரி என்று உடனே நமக்கு தோன்றுகிறது அல்லவா? ஒவ்வொரு வகையிலும் பல பிராண்டுகள் இருக்கின்றன. அதைப் போலத்தான் அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள்.

இவற்றில் இதோ சில வகைகள்:

1. சைக்லோட்ரான் (Cyclotron) – இவற்றை ஒரு ஆய்வுக்கூடத்தில் அடக்கி விடலாம். இவற்றைப் பற்றி ஏற்கனவே அலசினோம். ஓரளவிற்கு உயர்ந்த மின்னழுதத்தில் பல்வேறு அணு மருத்துவ ஆராய்ச்சிகளுக்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. பல சர்வகலாசாலைகளிலும் உள்ள எந்திரம். இந்தியாவிலும் உண்டு. வட்டப் பாதையில் காந்தங்கள் மூலம் அணுக்களை வேகப்படுத்தும்

எந்திரம். 200 MeV –க்கு குறைந்த சக்தி வாய்ந்தவை.

2. சிங்க்ரோட்ரான் (Synchrotron) – இவை சைக்லோட்ரானின் அடுத்த கட்டம். இவற்றில் மாறும் அதிர்வெண்ணில் (variable frequency) அமைக்கப்பட்ட மின்காந்த மண்டலம் (electro-magnetic field) மூலம் அணுக்களுக்கு அதிக சக்தியூட்டி உந்தும் எந்திரம். பல புது அணுத்துகள்களைக் கண்டுபிடிக்க உதவிய எந்திரம் இது. இந்த வகை எந்திரங்கள் பொதுவாக ப்ரோட்டான் மற்றும் அயனிகளை

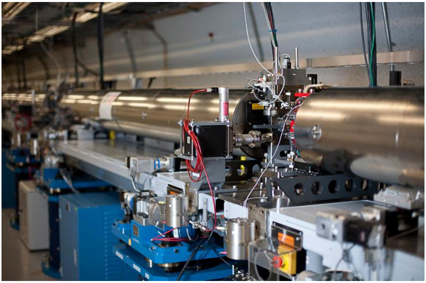
(ions) வேகப்படுத்தும் எந்திரம். CERN –ல், இன்றும் இவ்வகை எந்திரங்கள் உண்டு. LHC –ன் ஆரம்ப கட்டங்களில் ஏராளமான சக்தியில் (480 GeV) உந்திவிடும் Super Proton Synchrotron இவ்வகை எந்திரம்தான். இவையும் வட்ட வடிவத்தில் அமைந்தவை. Super Proton Synchrotron ஏறத்தாழ 7 கி.மீ. நீளமுடையது – பூமிக்கு அடியில் சுரங்கத்தில் நிறுவப்பட்டுள்ளது.

CERN –னின் **SPS** எந்திரம்

3. நிலைத்த இலக்கு அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள் (Fixed target accelerators) – இவை பல்வேறு வகை அணு ஆராய்ச்சிகளுக்கும் உதவும் எந்திரங்கள். புதிய மூலப்பொருள்கள், மற்றும் அணுமருத்துவ ஆராய்ச்சிகளுக்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது, இவற்றில் முக்கியமான ஒரு வகை லினேக் (LINAC) என்ற நீள வடிவ எலெக்ட்ரான் வேகப்படுத்தும் (முன்னே நாம் விவரித்த SLAC இந்த வகை) எந்திரங்கள். இதுவரை நாம் பார்த்த எந்திரங்கள் எதிலும் மோதல்கள் ஏற்படுத்தப்படுவதில்லை.

ஸ்டான்ஃபோர்டின் ல்னேக் – **SLAC**

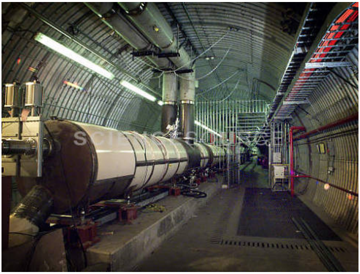
4. எலெக்ட்ரான் – பாஸிட்ரான் மோதல் எந்திரங்கள் (Electron Positron Colliders)



-அணுத்துகள்களை மோதச் செய்யும் எந்திரங்களில் இதுவும் ஒன்று. இவை பொதுவாக வட்ட வடிவில் அமைக்கப்பட்டவை. உதாரணத்திற்கு, LEP – Large Electron Positron Collider (104 GeV) என்ற எந்திரத்தை உருவாக்கவே ஜெனிவாவில் 27 கி.மீ. சுரங்கம் 1989 –ல் உருவாக்கப்பட்டது, இதே சுரங்கத்தில்தான் LEP -யுடன் இன்று LHC –ன் வளையமும் அமைந்துள்ளது.

5. ஹேட்ரான் மோதல் எந்திரங்கள் (Hadron Colliders) – அணுக்கருத்துகள்களான ப்ரோட்டான் மற்றும் நியூட்ரானை இரு கற்றைகளாய் உருவாக்கி பூமியின் அடியில் ஏராளமான சக்தியில் அவற்றை வளைய உருவான குழாயில் உந்திவிட்டு, பிறகு மோதச் செய்து, உணர்விகளால் அணு இயற்கை ரகசியங்களை ஆராயும் எந்திரங்கள் இவை. பெரும்பாலும் ப்ரோட்டான் எந்திரங்கள் (ஹைட்ரஜனை பெரும்பாலும் ஆரம்ப மூலப்பொருளாக உபயோகிப்பதால், நியூட்ரான் கிடையாது). *உலகில் CERN –ல் உள்ளது மட்டும் ஹேட்ரான் மோதல் எந்திரம் அல்ல*. சிகாகோவில் ஃபெர்மிலேபில் உள்ள டெவட்ரான் (Tevatron) ஒரு ஹேட்ரான் மோதல் எந்திரம் (6 கி.மீ. வளையம் – ஏறக்குறைய

1 TeV சக்தி). நியூயார்க், ப்ரூக்ஹேவன் ஆராய்ச்சிசாலையில் உள்ள RHIC ஒரு ஹேட்ரான் மோதல் எந்திரம் (3.8 கி.மீ. ஆறுகோண வளையம் – ஏறக்குறைய 250 GeV சக்தி). இன்று உலகில் மிகவும் பெரிய ஹேட்ரான் அணுத்துகள் மோதல் எந்திரம் LHC (27 கி.மீ. வளையம் – ஏறக்குறைய 7 TeV சக்தி). ஏன் இப்படி பெயர் வைத்தார்கள் என்று "ஜாக்பாட்" கேள்வியெல்லாம் கிடையாது ^^



ஃபெர்மிலேபில் உள்ள டெவட்ரான் எந்திரம்

ப்ரூக்ஹேவன் ஆராய்ச்சிசாலையில் உள்ள **RHIC** எந்திரம்

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_accelerators_in_particle_physi

அணுவின் ஆரம்பப் பயணத்தில் 7 TeV சக்தியை அதன்மேல் திணிக்க முடியாது. படிப்படியாகத்தான் சக்தியளவை உயர்த்த வேண்டும். ஆக, LHC இயங்கப் பல கட்டங்களில் வேறு அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள் உதவ வேண்டும் என்பது தெளிவாகியிருக்க வேண்டும். அணுத்துகள் கற்றைகளின் கடைசி கட்டப்

பயணம் 27 கி.மீ. நீளமுள்ள பாதாள வளையங்களுக்குள்ளே. மிக சக்தி வாய்ந்த அணுத்துகள் கற்றைகளை மேலும் வேகப்படுத்தும் எந்திரம் இந்த LHC. இரண்டு விஷயங்கள் இங்கு தெளிவுபடுத்தப்பட வேண்டும்: 1) அணுத்துகள் கற்றைகள் ஒளியின் வேகத்திற்கு (ஒரு நொடிக்கு 3 லட்சம் கி.மீ.) மிக அருகாமையில் பயணம் செய்கின்றன. இதனால் ப்ரோட்டான்களின் திணிவும் ஏராளமாகிவிடும். இவற்றை வேகப்படுத்துவது படிப்படியாகக் கடினமாகிக் கொண்டே வரும் 2) அணுத்துகள் கற்றைகள் தொடர்ச்சியாக அனுப்பப்படுவதில்லை. இவை இடைவிட்டு, இடைவிட்டு அணுத்துகள் கற்றைகளாய் துல்லியமாய் செலுத்தப்படுகின்றன. கடைசியாக, அணுத்துகள் மோதல்கள் ராட்சச உணர்விகளில் (particle detectors) நிகழ்கின்றன. மிகவும் சீரியஸாக இந்த எந்திரத்தைப் பற்றி ‘ராப்’ சங்கீதம் மூலம் விஞ்ஞானிகள் இங்கே விளக்குகிறார்கள்!

http://www.youtube.com/watch?v=j50ZssEojtM

LHC –இன் குறிக்கோள், இரு ப்ரோட்டான் கற்றைகளை,

எதிர் திசையில் ஏறத்தாழ ஒளியின் வேகத்தில் துல்லியமாக மோத வைக்க வேண்டும். தேவையான ப்ரோட்டான், ஹைட்ரஜன் வாயுவிலிருந்து எடுக்கப்படும். ஆக, மூலப் பொருள் அழுத்தமான ஹைட்ரஜன் வாயு.

1. முதல் கட்டமாக ஹைட்ரஜன் வாயுவிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் நீக்கப்படும். இதை செய்வதற்கு CERN –இன் லினாக்கை உபயோகப்படுத்துகிறார்கள்.
2. அடுத்த கட்டமாக இந்தப் ப்ரோட்டான் அணுத்துகள் கற்றைகள் வேகப்படுத்தப்பட வேண்டும். இதற்காக CERN –ன் லினாக்-2 என்ற எந்திரம் உபயோகிக்கப்படுகிறது. இந்த கட்டத்தில், ஒளியின் 1/3 பங்கு வேகத்தில் இந்த அணுத்துகள்கள் பயணம் செய்கின்றன. இதை ஒரு ராக்கெட்டின் முதல் கட்ட எஞ்சின் போல எண்ணலாம்.

3. அடுத்தகட்டமாக, இந்தப் ப்ரோட்டான் அணுத்துகள் கற்றைகள், 4 வட்ட வடிவம் கொண்ட வளையங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இங்கு சக்தி வாய்ந்த மின் மற்றும் காந்த மண்டலங்கள் (electrical and magnetic fields) அணுத்துகள் கற்றைகளை வேகப்படுத்துவதுடன் வளையவும் (காந்த சக்தியினால்) செய்ய வைக்கின்றன. ஒளியின் வேகத்திற்கு ஏறக்குறைய 91% வேகத்தை ப்ரோட்டான்கள் அடைந்துவிடுகின்றன. ராக்கெட்டின் இரண்டாவது கட்டமாக இதை எண்ணலாம்.
4. அடுத்தபடியாக, இந்த அதிவேக ப்ரோட்டான்கள் CERN –ன் PS என்று அழைக்கப்படும் 50-வருட பழைய சின்கோட்ரானில் செலுத்தப்படுகின்றன.

இந்த எந்திரத்தில், ப்ரோட்டான்கள் 26 GeV சக்திக்கு, பல காந்தங்கள் மற்றும் மின் மண்டலங்களால் மேலும் உந்திவிடப்படுகின்றன. இப்படி வேகப்படுத்தப்படும் ப்ரோட்டான்கள் ஒளியின் 99.9% வேகத்தை எட்டி விடுகின்றன. அதாவது, நொடிக்கு 299,700 கி.மீ. வேகம்! கூடவே, இந்த வேகத்தில் ப்ரோட்டான்கள் தங்களுடைய நிலையான எடையிலிருந்து 26 மடங்கு அதிகமாகி விடுகிறது. இதை, ஏதோ குழந்தைகளின் ஊஞ்சல் போல நினைக்க வேண்டாம் – சும்மா தள்ளி விட்டால் வேகப்படுத்த. ஊஞ்சல் கூட ஒரு அளவிற்கு மேல் வேகப்படுத்த முடியாது. முன் பகுதிகளில் இந்த துகள்கள் எவ்வளவு சன்னமானவை என்று சொல்லியிருந்தோம். சீறாக, அத்துடன் வட்ட

வடிவில் தோதாக வளையவிட்டு, பல கி.மீ. – களுக்கு, மேலும் வேகப்படுத்துவது என்பது மனிதனின் விஞ்ஞான மற்றும் தொழில்நுட்பத் திறனின் உச்சம் என்று சொல்லலாம்! இதை ராக்கெட்டின் மூன்றாவது கட்டமாக எண்ணலாம்.

5. அடுத்த கட்டமாக, இந்த அதிவேக ப்ரோட்டான்கள் CERN-ன் SPS (Super Proton Synchrotron) என்ற சின்கோட்ரானுக்கு அனுப்பப்படுகின்றது, இது 7 கி.மீ. நீளமுள்ள வளையம். இங்கு ப்ரோட்டான்கள் 450 GeV அளவு சக்திக்கு உந்தப்படுகின்றன. முன்னம் சொன்னது போல 450 மடங்கு அதிகம் எடை கொண்ட ப்ரோட்டான்களை வேகப்படுத்துவது என்பது சாதாரண விஷயமல்ல. இவற்றின் பாதையும் துல்லியமாகக் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இதை ராக்கெட்டின்

நான்காவது கட்டமாக எண்ணலாம். ஏராளமான சக்தி கொண்ட, பெருத்த ப்ரோட்டான்கள் தங்களுடைய கடைசி கட்டப் பயணத்திற்கு ரெடி.

6. கடைசி கட்டம் LHC என்ற 27 கி.மீ. நீளமுள்ள, பூமிக்கு 100 மீட்டர் கீழேயுள்ள வளைவான சுரங்கம். இதில் விசேஷங்கள் ஏராளம். முதலில், உள்ளே வரும் ப்ரோட்டான் கற்றைகளை இரண்டாகப் பிரித்து, இரண்டு வெற்றுக் குழாய்களில் எதிர் திசைகளில் துல்லியமாக செலுத்தப்படும் புதுமை. இதைவிட வெற்றான இடம் பிரபஞ்சத்திலேயே இல்லை. அத்துடன் இந்த குழாய்கள் -271.2 டிகிரி செல்சியஸில் பிரபஞ்சத்தின் மிகவும் குளிரான இடம். இரண்டாவதாக, அதே -270 டிகிரி வரை குளிர்விக்கப்பட்ட மிகுதிகடத்திகளால்

செய்யப்பட்ட காந்தங்கள் (superconducting magnets) மிகவும் புத்திசாலித்தனமாக, எதிர் திசையில் பறக்கும் அணுத் துகள்களை தக்க திசையில் வேகப்படுத்தும் திறன் கொண்டவை. LHC –க்கு முன்னுள்ள கட்டங்கள், ஃபெர்மியின் டெவட்ரான் எந்திரத்தில் உருவாக்கக்கூடிய நிலைதான் (ஃபெர்மிலேபிலும், பல கட்டங்களைத் தாண்டிதான் அணுக்கற்றைகள் டெவட்ரானை அடைகின்றன). இத்தகைய குளிர் மற்றும் வெற்றுச் சூழல் எதற்காக? இது அணுத்துகள் ஆராய்ச்சியின் அடுத்த கட்டம். சில அணுத்துகள்கள் பிரபஞ்சத்தின் ஆரம்ப நிலைகளில் மட்டுமே உருவானவை என்று உறுதிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. LHC என்பது, இந்த ஆரம்ப நிலைகளை உருவாக்கும் முயற்சி.

7. இரு வெற்று குழாய்களும் இந்த 27 கி.மீ. தூரத்தில்

4 இடங்களில் மோத வழி செய்துள்ளார்கள். இந்த நான்கு இடங்களில் ராட்சச அணுத்துகள் உணர்விகளை (particle detectors) நிறுவியுள்ளார்கள். அட்லாஸ் (Atlas), சி.எம்.எஸ். (CMS), ஆலிஸ் (ALICE), LHC-b என்ற நான்கு ராட்சச அணுத்துகள் உணர்விகள் ஆராய்ச்சிக்கு மிக முக்கியமானவை. எந்த ஒரு மோதல் நிகழ்வையும் ஒரே ஒரு உணர்வி மூலம் உறுதி செய்ய மாட்டார்கள். உலகின் ஏறத்தாழ 5,000 விஞ்ஞானிகள் ஒவ்வொரு உணர்விகளிலிருந்து கிடைக்கும் ஏராளமான டேடாவை கணினி வயல்களில் அலசி முடிவுகளை ஒப்புக் கொள்ள வேண்டும். அப்படி உணர்வி விஞ்ஞானக் குழுக்கள் முடிவுகளை ஒப்புக் கொள்ளாவிட்டால், மீண்டும் பிள்ளையார் சுழியிலிருந்து சோதனைகள்

ஆரம்பிக்கத் தயங்குவதில்லை.

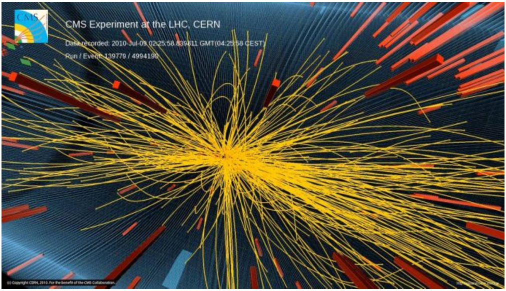
8. ஏன், இப்படிச் செய்கிறார்கள்? இரு எதிர்க்கும் அணுத்துகள் கற்றைகளின் சக்தி, இரண்டு துகள்களின் தனித்தனி சக்தியின் கூட்டலாகும். இதனால், மோதல்களில் பிரபஞ்சத்தின் மிக அதிக வெப்பநிலையை உருவாக்க முடியும். மோதுவதற்கு முன் ஒவ்வொரு ப்ரோட்டானுக்கும் 7 TeV சக்தி, அதாவது 14 TeV சக்தியில் இந்த மோதல் ஏற்படுகிறது. அதாவது ஒவ்வொரு ப்ரோட்டானும் 7,000 முறை அதிகம் எடை கொண்டவை.

http://www.youtube.com/watch?v=qQNpucos9wc

9. இந்த விளக்கம் மற்றும் விடியோவினால், இந்த

முயற்சியின் ராட்சசத்தனம் அவ்வளவாக புரிந்திருக்காமல் கூடப் போயிருக்கலாம். ஏதோ விடியோ விளையாட்டு போல சிலருக்குப் படலாம். உதாரணத்திற்கு, நொடிக்கு 40 மில்லியன் ப்ரோட்டான்கள் LHC –ல் பறக்கிறது என்று வைத்துக் கொள்வோம். இதில் தலா, 25 மோதல்கள் நிகழ்கிறது என்று வைத்துக் கொள்வோம். அதாவது, 1 பில்லியன் (100 கோடி) அணுத்துகள் மோதல்கள் ஒரு நொடிக்குள் நடந்து முடிந்துவிடும். இதில் உருவாகும் டேட்டா எவ்வளவு இருக்கும் என்று நினைக்கிறீர்கள்? இந்த பூமியில் உள்ள ஒவ்வொரு ஆண், பெண், குழந்தையும் 20 தொலைப்பேசிகளில் ஒரே சமயத்தில் பேசினால் எவ்வளவு டேட்டா உருவாகுமோ அதற்கு நிகரானது இந்த ஒரு நொடி நிகழ்வு! விஞ்ஞானிகள்

தேடும் முக்கிய அணுத்துகள் விஷயங்கள் 20 மில்லியன் மோதல்களில் ஒன்று என்று கணிக்கப்பட்டுள்ளது. கணினிகள் மோதல் குப்பைகளை பிரிக்க உதவினாலும், இது மிக சிரம்மான விஞ்ஞான வேட்டை. எல்லா இடத்திலும் குப்பை கொட்டுவது என்ற ஒன்று இல்லாமலா போய்விடும்?



10. இங்குள்ள உணர்விகள் உலகின் மிகப் பெரிய உணர்விகளில் அடங்கும். இத்தனை மோதும்

சக்தியை தாங்கக் கூடிய திறம் கொண்டவை.

இவற்றைப் பற்றி வள வள என்று எழுதுவதை விட,

இதோ சில விடியோக்கள் உதவும்.

இதோ அட்லாஸ் உணர்வியைப் பற்றிய ஒரு அருமையான விடியோ. இந்த விடியோவில் இதன் அளவு சரியாகப் புரிய வரும். அத்துடன், CERN எடுக்கும் பாதுகாப்பு முறைகளும் விளங்கும்...

http://www.youtube.com/watch?v=sVYUqMRolaA&feature=relmfu-

சி.எம்.எஸ் என்ற CERN –ின் இன்னொரு ராட்ச்ச அணுத்துகள் உணர்வியைப் பற்றிய இன்னொரு விடியோ இங்கே...

http://www.youtube.com/watch?v=5r6vyZ2bykg&playnext=1&list=PLB28A4AB25B433D50&feature=results_main

விஞ்ஞான முட்டி மோதல் – பகுதி 9

பொதுவாக, ஹிக்ஸ் போஸான் அணுத்துகளைக் கண்டறிந்தவுடன் அணு பௌதிகம் முற்றுப் பெற்று விட்ட்து என்ற கருத்து பரவலாக உள்ள ஒன்று. இனி, புதிதாகத் தேட என்ன இருக்கிறது? ஆனால், இப்படிப்பட்ட விமர்சனங்கள் அணு பௌதிகத் துறைக்கு பல முறை முன்பே வந்துள்ளது. இக்கட்டுரைத் தொடரில் முன்னே சொன்னது போல, 1930 –களில், அண்டக்கதிர்களை (cosmic rays) ஆராயும் வரை, அணு பௌதிகத்துறை ஒரு முழுமை பெற்றத் துறையாகவே தோன்றியது. ஒன்று மட்டும் நிச்சயம் – *விஞ்ஞானத்தில் புதிய பதில்கள், புதிய கேள்விகளை உருவாக்கிய வண்ணம் இருந்து கொண்டே இருக்கும்; எதிர்காலத்தில் இது தொடரும் என்பதில் சந்தேகம் இல்லை.*

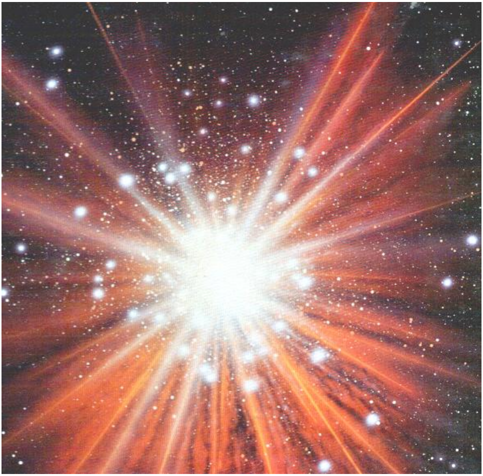
அப்படி என்ன புதிய கேள்விகள்? நியமான அணு அமைப்பு மாடலில் (Standard Atomic Model) உள்ள எல்லாவற்றையும் உறுதிப் படுத்தி விட்டோமா? *இந்த கேள்விக்கான பதில், சிக்கலானது.சுருக்கமாக சொல்வதானால், முழுவதும் இல்லை என்பதுதான் உண்மை.* ஹிக்ஸ் போஸான் பற்றிய ஆய்வு இன்னும் சில ஆண்டுகள் தொடரும். இந்த ஆய்வின் முடிவு நம் அணுக்கட்டுமானப் புரிதலை உறுதி செய்யலாம். இல்லையேல், புதிய அணுகுமுறைக்கான உந்துகோலாகவும் இருக்கலாம். விஞ்ஞானிகள் எதற்கும் தயாராக இருக்கிறார்கள். சரி, இந்த ஹிக்ஸ் விஷயத்தை விட்டால் வேறு எந்த விஷயமும் இல்லையா?

நிறைய இருக்கிறது. இதற்கு, நாம் சற்று அணு பெளதிகத்திலிருந்து விண்வெளி பெளதிகத்திற்கு (astrophysics) மாறி, அங்குள்ள சிந்தனையைச் சற்று ஆராயலாம். நாம் வசிக்கும் பிரபஞ்சம் சுமார் 15 பில்லியன் வருடங்கள் பழையது என்று கணக்கிட்டுள்ளார்கள் விண்வெளி பெளதிக விஞ்ஞானிகள். அத்துடன், இதன் ஆரம்பம் மிக பயங்கர சூட்டுடன் தொடங்கிய தருணம், அதிர்வெடி தருணம் (big bang theory) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்தப்

பிரபஞ்ச ஆரம்பத்தில் வெப்பநிலை மட்டும் ஏராளமாக இல்லை; ராசச அழுத்தமும் (compression) இருந்ததால், யாவும் ரத்தினச் சுருக்கமாக (தமிழில், இதைவிட சுறுக்கமான விஷயத்தை எப்படிச் சொல்வது?) இருந்ததாம். இவ்வாறு அதிர்வெடி தருணத்திற்கு பிறகு, மிக மிக அதிக வெப்பத்தில், அணுக்கள் இன்றைய LHC –ல் சிறிய அளவில் இருப்பதைப் போல மோதிக் கொண்டன என்கிறது இந்தத் தத்துவம். இதை வேறு வகையில் சொன்னால், அதிர்வெடி ஆரம்ப நிலையில் பிரபஞ்சத்தின் படைப்பில் பல விந்தைகள் சில மைக்ரோ நொடிகளில் நடந்து முடிந்து விட்டன. அவற்றின் காலப் பரிமாணமே இன்று நாம் வாழும் பிரபஞ்சம். அதிர்வெடியின் ஆரம்பத்தில் மாற்றங்கள் ராட்சச வேகத்தில் நிகழ்ந்தன. இன்று அணு அளவில் நடக்கும் ஆய்வுகளுக்கும், வான் பௌதிகத்திற்கும் ஒத்துவராமலும், ஏன் சில சமயங்களில் எதிர்மறையாகவும் இருக்கலாம். ஆனால், அந்த ஆரம்பக் கட்டங்களில், இரண்டும் ஒன்றாகத்தான் இருந்திருக்கிறது. அந்த ஒன்றான கட்டங்கள் விஞ்ஞானிகளுக்கு மிகவும் முக்கியமானது. இந்த ஒன்றான கட்டங்களைப் புரிந்து கொண்டால், இரு பரிமாணங்களில் நடை போடும் நமது விஞ்ஞானப்

புரிதலையும் (மிகப் பெரிய மற்றும் மிகச்சிறிய பொருட்களின் பௌதிகம்) எப்படியாவது இணைக்க முடியும் என்று விஞ்ஞானிகள் தெளிவாக இருக்கிறார்கள். ஐன்ஸ்டீனின் கடைசி கால உழைப்பு இந்த இணைந்த புரிதலுக்கான வெற்றியில்லாத் தேடல் என்பதை இன்று உலகம் அறியும். இதை ஏதோ உருவாக்கத்தை எதிர்த்து விஞ்ஞானிகள் நடத்தும் மோடி மஸ்தான் வித்தை என்று நினைப்பது தவறு. விஞ்ஞானிகளின் இந்தத் தணியாத தேடலுக்கு (பல நூறு வருடங்களாக) காரணம் இது:*பூத பௌதிகத்திற்கும், அணு பௌதிகத்திற்கும் எங்கோ ஒரு பாலம் இருந்திருக்கிறது. இதைப் புரிந்து கொண்டால், இவை ஏன் இன்று இரு வேறு புரிதல்களாக இருக்கின்றது என்று தெளிவாகிவிடும்.*

அத்தனை வெப்பத்துடன் தொடங்கிய பிரபஞ்சம், பதினைந்து பில்லியன் வருடங்களுக்கு பிறகு, படிப்படியாக குளிர்ந்து, இன்று, வெட்ட வெளியின் வெப்பநிலை -270 டிகிரி செல்சியஸாகிவிட்டது. இன்று விஞ்ஞானிகள், 15 பில்லியன் ஆண்டுகள் பின்நோக்கி அதிர்வெடி தருணத்திலிருந்து சில நொடிகளில் என்ன நடந்தது என்று ஒரு சின்ன ஃப்ளாஷ்பேக் தருகிறார்கள்:



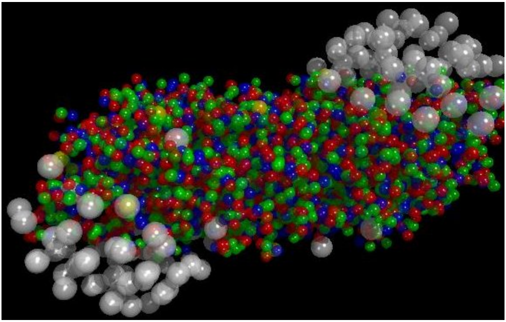
1. அதிர்வெடிக்கு 10^{-33} செகண்டுகளில், வெப்பநிலை 10^{32} டிகிரி செல்சியஸைவிட அதிகமாம். இந்த நிலையில் அணுத்துகள்களும், எதிர்மின்னூட்ட (anti-particles) துகள்களும் ஒன்றோடு ஒன்று பஸ்மமாகி (annihilate) இத்தனை வெப்பத்தை

உண்டாக்கியதாம். இன்றைய அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்களில் இந்த நிலையை உருவாக்க முடியாது. அதற்கு தேவையான தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியை நாம் இன்னும் அடையவில்லை. இந்தத் தருணங்களில், ஏராளமான அணுத்துகள்கள் ஒரு குழம்பாய் (plasma) இருந்திருக்க வேண்டும் என்று அனுமானிக்கப்படுகிறது. விஞ்ஞானிகளுக்கு என்னவென்ன அணுத்துகள்கள் இந்நிலையில் இருந்திருக்கலாம் என்று யூகிப்பது இன்றுவரை ஒரு கடினமான விஷயம். இன்றுவரை பௌதிகத்தில் பதிலில்லாத கேள்வி – என்னவாயிற்று அத்தனை எதிர்மின்னூட்ட அணுத்துகள்களுக்கு?

2. அடுத்தபடியாக, அதிர்வெடிக்கு 10^{-9} செகண்டுகளில், அதற்கு முந்தைய நிலையை விட

வெப்பநிலை குறைந்துவிட்டதால், மிகவும் திணிவு அதிகமுள்ள W மற்றும் Z அணுத்துகள்கள் உருவாகத் தொடங்கியதாம். இந்தத் தருணத்தில், திணிவற்ற ஃபோட்டான்களும் தோன்றியதாம். திணிவற்ற ஃபோட்டான்கள் மின்காந்தச் சக்தியைத் தாங்கிச் செல்லுகின்றன. ஆனால், திணிவுள்ள W மற்றும் Z அணுத்துகள்கள் வலுவில்லா (வீக்) அணுசக்தியைத் தாங்கிச் செல்கின்றன. இன்றும் இது ஏன் என்பது புரியாத ஒரு புதிர். அதாவது, வலுவில்லா அணுசக்திக்கும், பல கோடி கி.மீ. –ரை சர்வசாதாரணமாக பிரயாணம் செய்யும் மின்காந்த சக்திக்கும் என்ன தொடர்பு? இன்றும் நாம் பெறும் சூரிய ஒளிக்கு பின்னால், இந்த கேள்வி இளிந்துள்ளது? இந்த கட்டத்தை 1983-ல், CERN –ன் PAC என்ற எந்திரத்தில், செயற்கையாக W

மற்றும் Z அணுத்துகள்களை உருவாக்கி உணர்விகளால் விஞ்ஞானிகள் உறுதியும் செய்தனர். இவ்விரு சக்திகளின் தொடர்பு பற்றிய கேள்விகள் இன்றுவரை இருந்து கொண்டே இருக்கின்றன.குவார்க்–க்ளூவான் குழம்பு



3. அதிர்வெடிக்கு 10^{-2} செகண்டுகளில், குவார்க்குகளும் (quarks), க்ளூவான்களும் (Gluons) சுதந்திரமாக திரிந்த காலமாம். பிரபஞ்சம்

குளிரத் தொடங்கியதும், குவார்க்குகளும், க்ளூவான்களும் கட்சியமைத்து (இப்படித்தான் தொடங்கியது அரசியல் ^^) ப்ரோட்டான்களும், நியூட்ரான்களுமாக மாறின. 1970 –களில் ஸ்டான்ஃபோர்டில் உள்ள லினேக்கில் (LINAC) ஆரம்ப கட்ட ப்ரோட்டான் அமைப்பு குவார்க்குகளிலிருந்து எப்படி உருவானது என்பதை சோதனை மூலம் கண்டறிந்தார்கள். இன்றைய விஞ்ஞானத்தின் சவால், அந்த ஆரம்ப கட்ட பிரபஞ்சத்தில் உருவான குவார்க்- க்ளூவான் குழம்பை (Quark Gluon plasma) எந்திரங்களில் உருவாக்கி என்ன நடந்தது என்று ஆராய்வது. கதை போல, இதைச் சொல்லும் பொழுது எளிதாகப் பட்டாலும், இதில் பல பதில்லில்லாத கேள்விகள் அடங்கும்.

4. அதிர்வெடிக்கு 100 செகண்டுகளுக்கு பிறகு, பிரபஞ்சம் முந்தைய தருணங்களைவிட மிகவும் குளிரானதால், ப்ரோட்டானும், நியூட்ரானும் அணுக்கருவாக உருவெடுக்கத் தகுந்த சூழ்நிலை உருவானதாம். இந்த நிலை பிரபஞ்சத்தில், இன்று சூரியன் மத்தியில் இருக்கும் வெப்பநிலை பிரபஞ்சம் முழுவதும் இருந்ததாம்!
5. அடுத்த 300,000 ஆண்டுகள், பிரபஞ்சம் குளிர்ந்து கொண்டே வந்ததாம். இந்தக் காலகட்டத்தில், பிரபஞ்சத்தின் சராசரி வெப்பநிலை சில ஆயிரம் செல்சியசாகி விட்டதாம். இந்த நிலையில், எதிர் மின்னூட்டம் கொண்ட எலெக்ட்ரான்களின் அணுக்கரு கவர்ச்சியை எதிர்க்கும் சூழ்நிலையை பிரபஞ்சம் இழந்துவிட்டதாம். இந்த நிலையில், ஸ்திரமான அணுக்கள், மின்னூட்ட சமநிலை

அமைப்பில் (Neutrally charged atom) உருவாகத் தொடங்கினவாம். இன்றுவரை, நாம் சாதாரண நிலையில் (அதிக சக்தி மற்றும் வெப்ப உந்துதலற்ற நிலை) இப்படித்தான் மின்னூட்ட சமநிலை அணுக்களை காண்கிறோம்.

6. இப்படி ஸ்திரமான அணுக்கள் உருவானவுடன், அடுத்த கட்டங்களில், அணுக்கூட்டங்கள் ஏராளமாக விரிவடைந்து, விண்மீன் திரள்கள் (galaxies) உருவானதாம் (பால்வெளி மண்டலம் என்றத் தமிழ்ச்சொல் நமது விண்மீன் திரளை மட்டும் குறிக்கும் சொல்). இன்றும், விண்மீன் திரள்கள் ஒன்றை விட்டு ஒன்று விலகிச் சென்று கொண்டே இருக்கின்றன. விண்மீன் திரள்களில் உள்ள இயக்க சக்தி (kinetic energy), ஈர்ப்பு சக்தியை விட அதிகமாக இருப்பதாலே, இவ்வாறு

நிகழ்ந்து கொண்டே இருக்கின்றது என்கிறார்கள் விஞ்ஞானிகள். எத்தனை காலம் இது தொடரும் என்பது இன்னும் ஒரு பதிலில்லாத கேள்வி. பிரபஞ்சத்தில் உள்ள இயக்க சக்திக்கு அடிப்படை தேவை ஸ்திரமான ப்ரோட்டான்கள். அவை ஸ்திரமாக இருக்கும் வரை, எல்லாப் பொருள்களும் ஸ்திரமாக இருக்கும். ஆனால், ப்ரோட்டான்கள் தேயத் (decay) தொடங்கினால், எல்லாம் கதிரியக்கமாய் (gamma radiation) மாறி, பிரபஞ்சம் முடிவடையலாம். அப்படி, ப்ரோட்டான்கள் தேய்வடையாமல், விண்மீன் திரள்கள் விரிவாகிக் கொண்டே போனால், ஒரு அளவிற்கு மேல் பிரபஞ்சம் தன்னுடைய ஏராளமான எடையால் குலைந்து போகலாம். இவை எல்லாம் கோட்பாடுகளே, இவற்றை

உறுதிப்படுத்தச் சோதனை மூலம் முடிவெடுக்க ஏராளமான பௌதிக முன்னேற்றம் மற்றும் தேடல் தேவை.

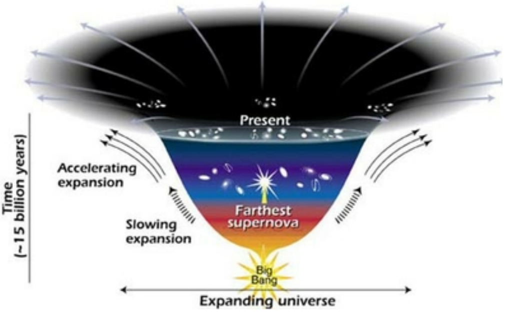
7. ஏன் பிரபஞ்சத்தின் அடுத்த கட்ட நிலையை இன்றைய பௌதிகத்தினால் உறுதியாகச் சொல்ல முடியவில்லை? மிகப் பெரிய அளவில் நம்முடைய பிரபஞ்சத்தைப் பற்றிய அறிவிற்கு (macro physics) காரணம் பல சக்தி வாய்ந்த தொலைநோக்கு மற்றும் கதிரியக்கத்தை உணர்விக்கும் கருவிகள். அதாவது, மின்காந்தச் சக்தி மூலம் நம் புரிதல்களை இன்றுவரை மெருகேற்றி வருகிறோம். ஆனால், இப்படிப்பட்ட மின்காந்த உணர்விகளால், பிரபஞ்சத்தின் 10 சதவீதம் மட்டுமே ஆராய இயலும் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. மீதமுள்ள 90 சதவீதப்

பொருள்கள் நமக்குத் தெரிந்த எந்தவித உணர்விகளிலிருந்துத் தப்பிச் செல்லும் இருள்-பொருள் (dark matter) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இன்றும் LHC – ல் இருள் பொருளை எப்படியாவது உணர வழிகளுக்காக சோதனை மற்றும் கோட்பாட்டு பௌதிக விஞ்ஞானிகள் கடும் முயற்சியில் இருக்கிறார்கள். புதிய வழிகள் தோன்றினால், நம் பழைய புரிதல்களை மாற்றலாம். இன்னும் புதிய அணுத்துகள் பற்றிய மாடல்கள் உருவாகலாம். இதைப் போன்ற சாத்தியங்கள் ஏராளம்.

8. இந்த இருள்-பொருள் (dark matter) என்பதில் என்னதான் இருக்கும்? இந்தக் கேள்விக்கு நம்முடைய இன்றைய புரிதலைச் சவால் விடும் நியூட்ரினோக்களாக இருக்கலாம் என்று சில

விஞ்ஞானிகள் நம்புகிறார்கள். பல பில்லியன் கி.மீ. –களை சாதரணமாகக் கடக்கும் வினோத அணுத்துகள்கள் இவை. பல திடப் பொருள்களையும் தாண்டி நம்முடைய பல உணர்விகளிலிருந்து தப்பிவிடக் கூடிய துகள்கள் நியூட்ரினோக்கள். ஆனால், இந்தக் கோட்பாடில் ஒரு முரண்பாடு உள்ளது. பிரபஞ்சத்தின் 90 சதவீத இருள்-பொருளின் திணிவிற்கு நியூட்ரினோக்கள் என்ன பதில் தர முடியும்? நியூட்ரினோக்கள் திணிவற்ற துகள்கள் என்றுதான் இன்றுவரை நம்பியுள்ளோம். இதுவரை யாரும் நியூட்ரினோக்களின் திணிவை அளவிட்டதில்லை. பூமிக்கு ஏராளமான ஆழத்திலும், மிகக் குளிரான இடங்களிலும் நியூட்ரினோ ஆராய்ச்சி, ஏதாவது புதிய தடயங்கள் கிடைக்குமா என்று விஞ்ஞானிகள்

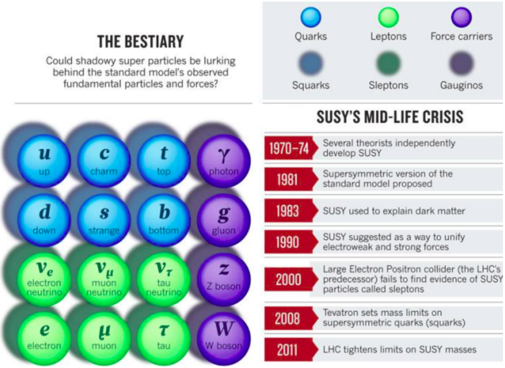
தேடுவதற்கு இப்படிப்பட்ட பல காரணங்கள் உள்ளன.



9. அப்படியானால், இருள்-பொருளில் (dark matter) நாம் இதுவரை கண்டறியாத அணுத்துகள்கள் இருக்குமோ? இது போன்ற அணுத்துகள்களைப் பற்றி சூப்பர் சமச்சீர் கோட்பாடு (SUSY – Super Symmetry theory) சொல்கிறது. முக்கியமாக, சூப்பர் சமச்சீர்

கோட்பாடு, சில அணுத்துகள்கள் மின்காந்த மற்றும் பலமான அணுசக்தியையும் பொருட்படுத்தாத, ஆனால், ப்ரோட்டானை விட பல நூறு மடங்கு திணிவு கொண்ட அணுத்துகள்கள் இருக்கலாம் என்று சொல்கிறது. ஒரு கோட்பாடாக மிகவும் சரியாகத் தோன்றினாலும், இதை சோதனை மூலம் நிரூபிக்க CERN மற்றும் Fermilab விஞ்ஞானிகள் பல முயற்சிகளில் ஈடுபட்டுள்ளார்கள். இன்று, உலகில் பல்வேறு ஆராய்ச்சி முயற்சிகள் இந்த இருள்-பொருளை எப்படியாவது கண்டறிய வேண்டுமென்று தொடருகின்றன.

10. மிகச் சில முயற்சிகளே மேற்கொள்ளப்பட்ட விஷயம் க்ராவிடான்கள் என்ற ஈர்ப்பு சக்தியை தாங்கிய அணுத்துகள்களைத் தேடும் விஷயம். இன்றுவரை, எப்படி இந்த மிக வலுவில்லா



(வீக்கான) சக்தி தாங்கும் துகளை கண்டறிவது என்பதில் அதிகம் கவனம் செலுத்தப்படவில்லை. நம்மிடம் இதற்கு தேவையான வழிகள், உணர்விகள் இல்லை என்று பரவலாக நம்பப்படுகிறது.

ஆக, அணுத்துகள் ஆராய்ச்சி ஒன்றும் முடிந்து விட்ட விஷயமல்ல. அடுத்த சில வருடங்கள் இந்த முயற்சிகள் அதிக முன்னேற்றமின்றி தவிக்கலாம்; இல்லையேல், புதிய

ஒரு பாதையில் வேகத்தில் முன்னேறலாம். இப்படிப்பட்ட விஞ்ஞானச் சவால்கள் மிகவும் சிக்கலானவை. அத்துடன், அடுத்த கட்ட முயற்சிகளுக்குத் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சி மற்றும் அதற்கான பட்ஜெட் தேவைகள் இன்றைய பொருளாதார சூழ்நிலையில் கடினமாகிக் கொண்டே வருகிறது. ஆனாலும், நல்ல ஒரு விஷயம் என்னவென்றால், அணுத்துகள் ஆராய்ச்சியின் பல்வேறு கட்டங்களில், கோட்பாட்டாளர்கள் அழகாக புதிய வழியைக் காட்டி விட்டுச் சோதனை விஞ்ஞானிகளுக்காக காத்திருப்பார்கள். சோதனை முயற்சிகளுக்கு ஏராளமான பட்ஜெட் தேவை இருந்தாலும், கோட்பாட்டு ஆராய்ச்சிக்கு அத்தனை தேவையில்லை. இப்படி இரு பாதைகள் நம் முன் இருப்பதால், இத்தகைய ஆராய்ச்சிகள் தொடரும் என்று நம்ப வாய்ப்புள்ளது.

விஞ்ஞான முட்டி மோதல் – பகுதி 10

இந்தக் கட்டுரைத் தொடரில், நம் சாதாரண புலன்களுக்கு எட்டாத நுண் பொருட்களை ஆராயும் ராட்சச எந்திரங்கள், அதற்குப் பின்னுள்ள ஆராய்ச்சி முறைகள் மற்றும் உந்துதல்கள் பற்றி ஓரளவிற்கு அலசினோம். இன்று, உலக விஞ்ஞானிகள் சேர்ந்து ஆராயும் அளவிற்கு இது ஒரு சிக்கலான ஆராய்ச்சியாக மாறிவிட்டது. இத்தகைய ஆராய்ச்சிகளுக்கு உடனே சமுதாயப் பயன் இல்லையெனினும், இவை மனிதனின் முன்னேற்றத்திற்கு மிகவும் முக்கியம். இன்றைய பெரிய விஞ்ஞானத்தில் (Big Science) இது ஒரு முக்கிய பங்கு வகிக்கும் ஆராய்ச்சி. இதில் நல்ல விஷயம் என்னவென்றால், மிகவும் திறந்தவழியில் நடக்கிறது. மேலும் மூடுமந்திரம் மற்றும் வியாபார நோக்கம் இல்லாமல் இருப்பது மிகச்சிறந்த அணுகுமுறை. இதுபோன்ற பல துறைகளிலும்

பெரிய விஞ்ஞானம் வளர்ந்தால், நம்முடைய எதிர்காலம் பிரகாசமாக இருக்கும் என்று நம்பலாம். இத்தகைய பெரிய விஞ்ஞான முயற்சிகளுக்கு உலக அரசாங்கங்கள் பலவித தடைகளையும் விதித்தாலும், இது போன்ற பன்னாட்டுக் கூட்டு முயற்சிகள் சமுதாயத்திற்கு நல்ல முன்னேற்றங்களைத் தரும் என்று நம்ப வாய்ப்புள்ளது.

இக்கட்டுரைத் தொடர் எழுத பலவித ஊடகங்கள், இணையதளங்கள் மற்றும் புத்தகங்கள் உதவியுள்ளன. இங்கு குறிப்பிட்டுள்ள புத்தகங்கள், இளைஞர்களுக்கு பரிசாக அளித்தால், எத்ரிகாலத்தில் இதுபோன்ற சிக்கலான விஞ்ஞானப் பிரச்னைகளை தீர்க்க அவர்கள் உதவலாம்.

புத்தகங்கள்

The Particle Odyssey மிக அருமையான புத்தகம். இந்த கட்டுரைத் தொடருக்காக மிக அதிகமாக உபயோகித்தது. இந்தத் துறைக்கு வரத் துடிக்கும் இளைஞர்கள் படிக்க வேண்டிய புத்தகம். அவசியம் துடியான இளைஞர்களுக்கு பரிசளிக்கலாம்.

Genius: The Life and Science of Richard

Feynman அணு பௌதிகம் பற்றிய மேல்வாரியான புத்தகம் – இது ஃபைன்மேனின் வாழ்க்கை வரலாறு. குவாண்டம் மின்னியக்கவியல் பற்றிய புரிதலுக்கு உதவலாம்

The Strangest Man அணு விஞ்ஞானி டிராக்கின் வாழ்க்கை வரலாறு. புதிய அணுத்துகள் தேடல் மற்றும் 1930 –களில் நடந்த பல சர்ச்சைகள் பற்றி அறிய உதவும்

The Universe in a Nutshell பிரபஞ்ச உருவாக்கம் மற்றும் அதன் இன்றைய நிலை பற்றிய புத்தகம். இதில் உள்ள சில கோட்பாடுகள் எனக்கு உடன்பாடில்லையானாலும், விண்வெளி பௌதிகம் பற்றிய எளிய புத்தகம்

Dreams of a final theory எல்லா வித இயற்கை சக்திகளையும் புரிந்து கொள்ளும் முயற்சி எவ்வளவு கடினமானது என்பதை மிக எளிமையாக விளக்கும் விஞ்ஞானி ஒருவர் எழுதிய அருமையான புத்தகம். பௌதிக மாணவர்கள் கட்டாயம் படிக்க வேண்டும்.

இணையதளங்கள்

http://www.lhc-closer.es/php/index.php?i=1&s=3&p=1&e=0 CERN – னின் முயற்சிகளை எளிமையாக விளக்கும் அருமையான இணையதளம்.

http://www.physicsforidiots.com/particlesandforces.html பல வித அணுத்துகள் சக்திகளை எளிமையாக விளக்கும் இணையதளம்.

http://www.wisegeek.com/what-is-an-atom-smasher.htm அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள் பற்றிய ஒரு எளிய முன்னோட்டம்

http://science.howstuffworks.com/atom-smasher3.htm படங்களுடன் அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்கள் பற்றிய விளக்கம்.

http://www.thegreatplanet.com/megastructures-atom-smasher-nat-geo-documentary/ LHC பற்றிய ஒரு விவரணப்படம்

http://public.web.cern.ch/public/en/lhc/lhc-en.html CERN – னின் எளிமையான LHC பற்றிய விளக்கம்

http://www.neatorama.com/2008/09/12/10-things-about-the-large-hadron-collider-you-wanted-to-know-but-were-afraid-to-ask/ LHC பற்றிய சுவாரசியமான விஷயங்கள்

http://omegataupodcast.net/2012/04/93-the-standard-model-of-particle-physics/ நியமான அணு அமைப்பு மாடல் பற்றிய விளக்கம்

http://www.particleadventure.org/index.html அழகாக இத்துறை பற்றிய குழந்தைகளுக்கான விளக்கங்கள்

http://www.uslhc.us/Images /Accelerator_Images ராட்சச அணுத்துகள் வேகப்படுத்தும் எந்திரங்களின் புகைப்படங்கள்

இன்னும் இதைப் போன்ற இணையதளங்கள் பல்லாயிரம் இருக்கின்றன. விக்கிபீடியாவும் ஒரு அருமையான தகவல் தளம்.

விடியோக்கள்

http://www.youtube.com/watch?v=6BxyqFK2KRI சைக்லோட்ரான் இயக்க முறையை விளக்கும் விடியோ

http://www.youtube.com/watch?v=R7OKPaKr5QM பழைய அணுத்துகள் மாடலை விளக்கும் விடியோ

http://www.youtube.com/watch?v=rgLdIly2Xtw&feature=player_embedded#! LHC பற்றிய நல்ல விடியோ

http://www.youtube.com/watch?v=1sldBwpvGFg LHC இயங்கு முறையை எளிமையாக விளக்கும் அனிமேஷன் விடியோ (இதை கட்டுரையில் பார்த்திருப்பீர்கள்)

http://www.youtube.com/watch?v=V0KjXsGRvoA நியமான அணு அமைப்பு மாடல் பற்றிய CERN – னின் விளக்கம். (இதை கட்டுரையில் பார்த்திருப்பீர்கள்)

http://www.youtube.com/watch?v=649iUqrOKuE ஹிக்ஸ் போஸான் பற்றிய CERN விடியோ

http://www.youtube.com/watch?v=Wk5mdMSvjvY CERN –னின் வரலாறு விடியோ

1

FreeTamilEbooks.com

- எங்களைப் பற்றி

மின்புத்தகங்களைப் படிக்க உதவும் கருவிகள்:

மின்புத்தகங்களைப் படிப்பதற்கென்றே கையிலேயே வைத்துக் கொள்ளக்கூடிய பல கருவிகள் தற்போது சந்தையில் வந்துவிட்டன. Kindle, Nook, Android Tablets போன்றவை இவற்றில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. இத்தகைய கருவிகளின் மதிப்பு தற்போது 4000 முதல் 6000 ரூபாய் வரை குறைந்துள்ளன. எனவே

பெரும்பான்மையான மக்கள் தற்போது இதனை வாங்கி வருகின்றனர்.

ஆங்கிலத்திலுள்ள மின்புத்தகங்கள்:

ஆங்கிலத்தில் லட்சக்கணக்கான மின்புத்தகங்கள் தற்போது கிடைக்கப் பெறுகின்றன. அவை PDF, EPUB, MOBI, AZW3. போன்ற வடிவங்களில் இருப்பதால், அவற்றை மேற்கூறிய கருவிகளைக் கொண்டு நாம் படித்துவிடலாம்.

தமிழிலுள்ள மின்புத்தகங்கள்:

தமிழில் சமீபத்திய புத்தகங்களெல்லாம் நமக்கு மின்புத்தகங்களாக கிடைக்கப்பெறுவதில்லை. ProjectMadurai.com எனும் குழு தமிழில் மின்புத்தகங்களை வெளியிடுவதற்கான ஓர் உன்னத சேவையில் ஈடுபட்டுள்ளது. இந்தக் குழு இதுவரை வழங்கியுள்ள தமிழ் மின்புத்தகங்கள் அனைத்தும் PublicDomain-ல் உள்ளன. ஆனால் இவை மிகவும் பழைய புத்தகங்கள்.

சமீபத்திய புத்தகங்கள் ஏதும் இங்கு கிடைக்கப்பெறுவதில்லை.

எனவே ஒரு தமிழ் வாசகர் மேற்கூறிய "மின்புத்தகங்களைப் படிக்க உதவும் கருவிகளை" வாங்கும்போது, அவரால் எந்த ஒரு தமிழ் புத்தகத்தையும் இலவசமாகப் பெற முடியாது.

சமீபத்திய புத்தகங்களை தமிழில் பெறுவது எப்படி?

சமீபகாலமாக பல்வேறு எழுத்தாளர்களும், பதிவர்களும், சமீபத்திய நிகழ்வுகளைப் பற்றிய விவரங்களைத் தமிழில் எழுதத் தொடங்கியுள்ளனர். அவை இலக்கியம், விளையாட்டு, கலாச்சாரம், உணவு, சினிமா, அரசியல், புகைப்படக்கலை, வணிகம் மற்றும் தகவல் தொழில்நுட்பம் போன்ற பல்வேறு தலைப்புகளின் கீழ் அமைகின்றன.

நாம் அவற்றையெல்லாம் ஒன்றாகச் சேர்த்து தமிழ் மின்புத்தகங்களை உருவாக்க உள்ளோம்.

அவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட மின்புத்தகங்கள் Creative Commons எனும் உரிமத்தின் கீழ் வெளியிடப்படும். இவ்வாறு வெளியிடுவதன் மூலம் அந்தப் புத்தகத்தை எழுதிய மூல ஆசிரியருக்கான உரிமைகள் சட்டரீதியாகப்

பாதுகாக்கப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் அந்த மின்புத்தகங்களை யார் வேண்டுமானாலும், யாருக்கு வேண்டுமானாலும், இலவசமாக வழங்கலாம்.

எனவே தமிழ் படிக்கும் வாசகர்கள் ஆயிரக்கணக்கில் சமீபத்திய தமிழ் மின்புத்தகங்களை இலவசமாகவே பெற்றுக் கொள்ள முடியும்.

தமிழிலிருக்கும் எந்த வலைப்பதிவிலிருந்து வேண்டுமானாலும் பதிவுகளை எடுக்கலாமா?

கூடாது.

ஒவ்வொரு வலைப்பதிவும் அதற்கென்றே ஒருசில அனுமதிகளைப் பெற்றிருக்கும். ஒரு வலைப்பதிவின் ஆசிரியர் அவரது பதிப்புகளை "யார் வேண்டுமானாலும் பயன்படுத்தலாம்" என்று குறிப்பிட்டிருந்தால் மட்டுமே அதனை நாம் பயன்படுத்த முடியும்.

அதாவது "Creative Commons" எனும் உரிமத்தின் கீழ் வரும் பதிப்புகளை மட்டுமே நாம் பயன்படுத்த முடியும்.

அப்படி இல்லாமல் "All Rights Reserved" எனும்

உரிமத்தின் கீழ் இருக்கும் பதிப்புகளை நம்மால் பயன்படுத்த முடியாது.

வேண்டுமானால் “All Rights Reserved” என்று விளங்கும் வலைப்பதிவுகளைக் கொண்டிருக்கும் ஆசிரியருக்கு அவரது பதிப்புகளை “Creative Commons” உரிமத்தின் கீழ் வெளியிடக்கோரி நாம் நமது வேண்டுகோளைத் தெரிவிக்கலாம். மேலும் அவரது படைப்புகள் அனைத்தும் அவருடைய பெயரின் கீழே தான் வெளியிடப்படும் எனும் உறுதியையும் நாம் அளிக்க வேண்டும்.

பொதுவாக புதுப்புது பதிவுகளை உருவாக்குவோருக்கு அவர்களது பதிவுகள் நிறைய வாசகர்களைச் சென்றடைய வேண்டும் என்ற எண்ணம் இருக்கும். நாம் அவர்களது படைப்புகளை எடுத்து இலவச மின்புத்தகங்களாக வழங்குவதற்கு நமக்கு
அவர்கள் அனுமதியளித்தால், உண்மையாகவே அவர்களது படைப்புகள் பெரும்பான்மையான மக்களைச் சென்றடையும். வாசகர்களுக்கும் நிறைய புத்தகங்கள் படிப்பதற்குக் கிடைக்கும்

வாசகர்கள் ஆசிரியர்களின் வலைப்பதிவு முகவரிகளில் கூட அவர்களுடைய படைப்புகளை தேடிக் கண்டுபிடித்து படிக்கலாம். ஆனால் நாங்கள் வாசகர்களின் சிரமத்தைக் குறைக்கும் வண்ணம் ஆசிரியர்களின் சிதறிய வலைப்பதிவுகளை ஒன்றாக இணைத்து ஒரு முழு மின்புத்தகங்களாக உருவாக்கும் வேலையைச் செய்கிறோம். மேலும் அவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட புத்தகங்களை "மின்புத்தகங்களைப் படிக்க உதவும் கருவிகள்"-க்கு ஏற்ற வண்ணம் வடிவமைக்கும் வேலையையும் செய்கிறோம்.

FreeTamilEbooks.com

இந்த வலைத்தளத்தில்தான் பின்வரும் வடிவமைப்பில் மின்புத்தகங்கள் காணப்படும்.

PDF for desktop, PDF for 6" devices, EPUB, AZW3, ODT

இந்த வலைதளத்திலிருந்து யார் வேண்டுமானாலும் மின்புத்தகங்களை இலவசமாகப் பதிவிறக்கம்(download) செய்து கொள்ளலாம்.

அவ்வாறு பதிவிறக்கம்(download) செய்யப்பட்ட புத்தகங்களை யாருக்கு வேண்டுமானாலும் இலவசமாக வழங்கலாம்.

இதில் நீங்கள் பங்களிக்க விரும்புகிறீர்களா?

நீங்கள் செய்யவேண்டியதெல்லாம் தமிழில் எழுதப்பட்டிருக்கும் வலைப்பதிவுகளிலிருந்து பதிவுகளை எடுத்து, அவற்றை LibreOffice/MS Office போன்ற wordprocessor-ல் போட்டு ஓர் எளிய மின்புத்தகமாக மாற்றி எங்களுக்கு அனுப்பவும்.

அவ்வளவுதான்!

மேலும் சில பங்களிப்புகள் பின்வருமாறு:

1. ஒருசில பதிவர்கள்/எழுத்தாளர்களுக்கு அவர்களது படைப்புகளை “Creative Commons” உரிமத்தின்கீழ் வெளியிடக்கோரி மின்னஞ்சல் அனுப்புதல்
2. தன்னார்வலர்களால் அனுப்பப்பட்ட

மின்புத்தகங்களின் உரிமைகளையும் தரத்தையும் பரிசோதித்தல்

3. சோதனைகள் முடிந்து அனுமதி வழங்கப்பட்ட தரமான மின்புத்தகங்களை நமது வலைதளத்தில் பதிவேற்றம் செய்தல்

விருப்பமுள்ளவர்கள் **freetamilebooksteam@gmail** முகவரிக்கு மின்னஞ்சல் அனுப்பவும்.

இந்தத் திட்டத்தின் மூலம் பணம் சம்பாதிப்பவர்கள் யார்?

யாருமில்லை.

இந்த வலைத்தளம் முழுக்க முழுக்க தன்னார்வலர்களால் செயல்படுகின்ற ஒரு வலைத்தளம் ஆகும். இதன் ஒரே நோக்கம் என்னவெனில் தமிழில் நிறைய மின்புத்தகங்களை உருவாக்குவதும், அவற்றை இலவசமாக பயனர்களுக்கு வழங்குவதுமே ஆகும்.

மேலும் இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட மின்புத்தகங்கள், ebook reader ஏற்றுக்கொள்ளும் வடிவமைப்பில்

அமையும்.

இத்திட்டத்தால் பதிப்புகளை எழுதிக்கொடுக்கும் ஆசிரியர்/பதிவருக்கு என்ன லாபம்?

ஆசிரியர்/பதிவர்கள் இத்திட்டத்தின் மூலம் எந்தவிதமான தொகையும் பெறப்போவதில்லை. ஏனெனில், அவர்கள் புதிதாக இதற்கென்று எந்தஒரு பதிவையும் எழுதித்தரப்போவதில்லை.

ஏற்கனவே அவர்கள் எழுதி வெளியிட்டிருக்கும் பதிவுகளை எடுத்துத்தான் நாம் மின்புத்தகமாக வெளியிடப்போகிறோம்.

அதாவது அவரவர்களின் வலைதளத்தில் இந்தப் பதிவுகள் அனைத்தும் இலவசமாகவே கிடைக்கப்பெற்றாலும், அவற்றையெல்லாம் ஒன்றாகத் தொகுத்து ebook reader போன்ற கருவிகளில் படிக்கும் விதத்தில் மாற்றித் தரும் வேலையை இந்தத் திட்டம் செய்கிறது.

தற்போது மக்கள் பெரிய அளவில் tablets மற்றும் ebook readers போன்ற கருவிகளை நாடிச் செல்வதால் அவர்களை நெருங்குவதற்கு இது ஒரு நல்ல வாய்ப்பாக

அமையும்.

நகல் எடுப்பதை அனுமதிக்கும் வலைதளங்கள் ஏதேனும் தமிழில் உள்ளதா?

உள்ளது.

பின்வரும் தமிழில் உள்ள வலைதளங்கள் நகல் எடுப்பதினை அனுமதிக்கின்றன.

1. **www.vinavu.com**

2. **www.badriseshadri.in**

3. **http://maattru.com**

4. **kaniyam.com**

5. **blog.ravidreams.net**

எவ்வாறு ஒர் எழுத்தாளரிடம் **Creative Commons** உரிமத்தின் கீழ் அவரது படைப்புகளை வெளியிடுமாறு கூறுவது?

இதற்கு பின்வருமாறு ஒரு மின்னஞ்சலை அனுப்ப வேண்டும்.

<துவக்கம்>

உங்களது வலைத்தளம் அருமை [வலைதளத்தின் பெயர்].

தற்போது படிப்பதற்கு உபயோகப்படும் கருவிகளாக Mobiles மற்றும் பல்வேறு கையிருப்புக் கருவிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரித்து வந்துள்ளது.

இந்நிலையில் நாங்கள் **http://www.FreeTamilEbooks.com** எனும் வலைதளத்தில், பல்வேறு தமிழ் மின்புத்தகங்களை வெவ்வேறு துறைகளின் கீழ் சேகரிப்பதற்கான ஒரு புதிய திட்டத்தில் ஈடுபட்டுள்ளோம்.

இங்கு சேகரிக்கப்படும் மின்புத்தகங்கள் பல்வேறு கணிணிக் கருவிகளான Desktop,ebook readers like kindl, nook, mobiles, tablets with android, iOS போன்றவற்றில் படிக்கும் வண்ணம் அமையும். அதாவது இத்தகைய கருவிகள் support செய்யும் odt, pdf, ebub, azw போன்ற வடிவமைப்பில் புத்தகங்கள்

அமையும்.

இதற்காக நாங்கள் உங்களது வலைதளத்திலிருந்து பதிவுகளை
பெற விரும்புகிறோம். இதன் மூலம் உங்களது பதிவுகள் உலகளவில் இருக்கும் வாசகர்களின் கருவிகளை நேரடியாகச் சென்றடையும்.

எனவே உங்களது வலைதளத்திலிருந்து பதிவுகளை பிரதியெடுப்பதற்கும் அவற்றை மின்புத்தகங்களாக மாற்றுவதற்கும் உங்களது அனுமதியை வேண்டுகிறோம்.

இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட மின்புத்தகங்களில் கண்டிப்பாக ஆசிரியராக உங்களின் பெயரும் மற்றும் உங்களது வலைதள முகவரியும் இடம்பெறும். மேலும் இவை "Creative Commons" உரிமத்தின் கீழ் மட்டும்தான் வெளியிடப்படும் எனும் உறுதியையும் அளிக்கிறோம்.

http://creativecommons.org/licenses/

நீங்கள் எங்களை பின்வரும் முகவரிகளில் தொடர்பு கொள்ளலாம்.

e-mail : **freetamilebooksteam@gmail.com**
FB : **https://www.facebook.com/FreeTamilEbooks**

G +: **https://plus.google.com/communities/108817760492177970948**

நன்றி.

</முடிவு>

மேற்கூறியவாறு ஒரு மின்னஞ்சலை உங்களுக்குத் தெரிந்த அனைத்து எழுத்தாளர்களுக்கும் அனுப்பி அவர்களிடமிருந்து அனுமதியைப் பெறுங்கள்.

முடிந்தால் அவர்களையும் "Creative Commons License"-ஐ அவர்களுடைய வலைதளத்தில் பயன்படுத்தச் சொல்லுங்கள்.

கடைசியாக அவர்கள் உங்களுக்கு அனுமதி அளித்து அனுப்பியிருக்கும்

மின்னஞ்சலைfreetamilebooksteam@gmail.com எ முகவரிக்கு அனுப்பி வையுங்கள்.

ஓர் எழுத்தாளர் உங்களது உங்களது வேண்டுகோளை மறுக்கும் பட்சத்தில் என்ன செய்வது?

அவர்களையும் அவர்களது படைப்புகளையும் அப்படியே விட்டுவிட வேண்டும்.

ஒருசிலருக்கு அவர்களுடைய சொந்த முயற்சியில் மின்புத்தகம் தயாரிக்கும் எண்ணம்கூட இருக்கும். ஆகவே அவர்களை நாம் மீண்டும் மீண்டும் தொந்தரவு செய்யக் கூடாது.

அவர்களை அப்படியே விட்டுவிட்டு அடுத்தடுத்த எழுத்தாளர்களை நோக்கி நமது முயற்சியைத் தொடர வேண்டும்.

மின்புத்தகங்கள் எவ்வாறு அமைய வேண்டும்?

ஒவ்வொருவரது வலைத்தளத்திலும் குறைந்தபட்சம் நூற்றுக்கணக்கில் பதிவுகள் காணப்படும். அவை வகைப்படுத்தப்பட்டோ அல்லது வகைப்படுத்தப்

படாமலோ இருக்கும்.

நாம் அவற்றையெல்லாம் ஒன்றாகத் திரட்டி ஒரு பொதுவான தலைப்பின்கீழ் வகைப்படுத்தி மின்புத்தகங்களாகத் தயாரிக்கலாம். அவ்வாறு வகைப்படுத்தப்படும் மின்புத்தகங்களை பகுதி-**I** பகுதி-**II** என்றும் கூட தனித்தனியே பிரித்துக் கொடுக்கலாம்.

தவிர்க்க வேண்டியவைகள் யாவை?

இனம், பாலியல் மற்றும் வன்முறை போன்றவற்றைத் தூண்டும் வகையான பதிவுகள் தவிர்க்கப்பட வேண்டும்.

எங்களைத் தொடர்பு கொள்வது எப்படி?

நீங்கள் பின்வரும் முகவரிகளில் எங்களைத் தொடர்பு கொள்ளலாம்.

- **email**

  : **freetamilebooksteam@gmail.com**
- Facebook: **https://www.facebook.com**

/FreeTamilEbooks

- Google Plus: https://plus.google.com/communities/108817760492177970948

இத்திட்டத்தில் ஈடுபட்டுள்ளவர்கள் யார்?

குழு – http://freetamilebooks.com/meet-the-team/

Supported by

- Free Software Foundation TamilNadu, www.fsftn.org
- Yavarukkum Software Foundation http://www.yavarkkum.org/

உங்கள் படைப்புகளை வெளியிடலாமே

உங்கள் படைப்புகளை மின்னூலாக இங்கு வெளியிடலாம்.

1. எங்கள் திட்டம் பற்றி – **http://freetamilebooks.com/about-the-project/**

தமிழில் காணொளி – **http://www.youtube.com**

/watch?v=Mu_OVA4qY8I

2. படைப்புகளை யாவரும் பகிரும் உரிமை தரும் கிரியேட்டிவ் காமன்ஸ் உரிமம் பற்றி –

கிரியேட்டிவ் காமன்ஸ் உரிமை – ஒரு அறிமுகம்
http://www.kaniyam.com/introduction-to-creative-commons-licenses/

http://www.wired.co.uk/news/archive/2011-12/13/creative-commons-101
https://learn.canvas.net/courses/4/wiki/creative-commons-licenses

உங்கள் விருப்பான கிரியேட்டிவ் காமன்ஸ் உரிமத்தை இங்கே தேர்ந்தெடுக்கலாம்.
http://creativecommons.org/choose/

3.

மேற்கண்டவற்றை பார்த்த / படித்த பின், உங்கள் படைப்புகளை மின்னூலாக மாற்ற பின்வரும் தகவல்களை எங்களுக்கு அனுப்பவும்.

1. நூலின் பெயர்
2. நூல் அறிமுக உரை
3. நூல் ஆசிரியர் அறிமுக உரை
4. உங்கள் விருப்பான கிரியேட்டிவ் காமன்ஸ் உரிமம்
5. நூல் – text / html / LibreOffice odt/ MS office doc வடிவங்களில். அல்லது வலைப்பதிவு / இணைய தளங்களில் உள்ள கட்டுரைகளில் தொடுப்புகள் (url)

இவற்றை **freetamilebooksteam@gmail.com** க்கு மின்னஞ்சல் அனுப்பவும்.

விரைவில் மின்னூல் உருவாக்கி வெளியிடுவோம்.

நீங்களும் மின்னூல் உருவாக்கிட உதவலாம்.

மின்னூல் எப்படி உருவாக்குகிறோம்? –

தமிழில் காணொளி – **https://www.youtube.com/watch?v=bXNBwGUDhRs**

இதன் உரை வடிவம் ஆங்கிலத்தில் – **http://bit.ly/create-ebook**

எங்கள் மின்னஞ்சல் குழுவில் இணைந்து உதவலாம்.
https://groups.google.com/forum/#!forum/freetamilebooks

நன்றி !