

கண்டென் ஆற்றலை



உத்ரா துரைராஜன்

கண்டேன் ஆற்றலை

முனைவர் **உத்ரா துரைராஜன்**

இயற்பியல் துறைத் தலைவர்
துவாரகதாஸ் கோவர்தன்தாஸ் வைணவக் கல்லூரி
அரும்பாக்கம், சென்னை - 600 106.

ஜோதி பதிப்பகம்

நெ. 2/1067, 11 ஆவது தெரு, 2 ஆவது குறுக்குத் தெரு
முகப்பேர் மேற்கு, சென்னை - 600 037.

நூல் விவரம்

- தலைப்பு : **கண்டேன் ஆற்றலை**
ஆசிரியர் : **முனைவர் உத்ரா துரைராஜன்**
உரிமை : © ஆசிரியருக்கு
பொருண்மை : அறிவியல்
முதற்பதிப்பு : பிப்ரவரி 2023
அளவு : 1/8 டெம்மி
பக்கங்கள் : 56
விலை : ரூ. 150/-
வெளியீடு : **ஜோதி பதிப்பகம், 2/1067, 11 ஆவது தெரு**
2 ஆவது குறுக்குத் தெரு
முகப்பேர் மேற்கு, சென்னை - 600 037.
கைபேசி : 9940190616
ISBN No : 978-81-958085-6-4
முன் அட்டைப்பட ஒலியம் : வருண் ஸ்ரீவத்ஸன்

- Title : **KANDEN AATRALAI**
Author : **Dr. UTHRA DORAIRAJAN**
Copy Right : © Author
Subject : Science
First Edition : February 2023
Book Size : 1/8 Dummy Size
Pages : 56
Price : Rs. 150/-
Published by : **JOTHI PUBLICATIONS**
2/1067, 11th Street, 2nd Cross Street
Mugappair West, Chennai - 600 037.
Mobile : 9940190616
ISBN No : 978-81-958085-6-4
Cover Design : Varun Srivathsan



Dwaraka Doss Goverdhan Doss Vaishnav College

(Autonomous - Affiliated to the University of Madras)

Gokul Bagh, 833 Periyar E.V.R. High Road, Arumbakkam, Chennai - 600 106

Phone : 044 - 23635101, 23635102 Fax : 044 - 23635103

E-mail : dgvooffice@gmail website : dgvaishnavcollege.edu.in

மதிப்பறு முனைவர் **அசோக்குமார் முந்தரா**
கல்லூரிச் செயலர்

வாழ்த்துரை

நம்நாடு முழுவதிலும் நவீன அறிவியலை ஆச்சார்ய ஜெகதீஷ் சந்திரபோஸ், ஆச்சார்ய பிரபுலால் சந்திர ரே, குசிராம் சஹாணி எனப் பலரும் அவரவர் தாய்மொழிகளில் நவீன அறிவியலைக் கட்டுரைகளாக, கதைகளாக பொதுமக்களிடையே பரப்பினார்கள். இவர்கள் எல்லோருமே மிகப்பெரும் விஞ்ஞானிகள். அதேசமயம் பேராசிரியர்களாகவும் விளங்கியவர்கள். அவ்வப்போது வரும் அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளை, புதிய கோட்பாடுகளைப் பொதுமக்களுக்குப் புரியும் வகையில் ஒவ்வொரு அறிவியல் பேராசிரியரும் எழுத வேண்டும் எனும் பாதை வகுத்தவர்கள். அந்தப் பாதையில் எங்கள் கல்லூரியின் ஜியூர்வியல்துறை ஆரம்பநாள் முதல் கொண்டே, அறிவியல் கருத்துக்களைப் பரப்புவதில் முக்கியப் பங்கு ஆற்றி வருகிறது. இத்துறையின் முதல் தலைவரும், கல்லூரி முதல்வராகவும் விளங்கிய பேராசிரியர் S.R.கோவிந்தராஜன் இப்பாதையில் பல புத்தகங்கள் எழுதியவர். அடுத்து வந்த பேராசிரியர் அனந்தன், பேராசிரியர் ஸ்ரீனிவாசன் போன்றோரும் இப்பயணத்தை மேற்கொண்டார்கள். தற்போதைய துறைத் தலைவி **பேராசிரியர் உத்ரா துரைராஜன்** அவர்களும் இத்தடம் பற்றிப் பயணிப்பவர். இத்துறையில் இருந்து பட்டம் பெற்றுச் சென்ற ஒவ்வொரு மாணவரும் ஜியூர்வியலைத்தாண்டி, அதன்வின் உள்ள வரலாறு, அதனால் பொதுமக்களுக்கும் சமூகத்துக்கும் ஏற்படும் பயன்பாடு எனப் பலவற்றைத் தெரிந்து கொண்டுள்ளனர். ஜியூர்வியல்துறையில் பயின்ற முன்னாள் மாணவன் என்ற விதத்தில் இதை என்னால் நிச்சயமாக சொல்ல முடியும்.

கண்டேன் ஆற்றலை எனும் இந்தத் தமிழாக்க நூலை எழுதிய ஜியூர்வியல் துறைத்தலைவிக்கு மணமார்ந்த பாராட்டுகள். மேலும் மேலும் இத்தகைய முயற்சிகளை அவர் செய்ய வாழ்த்துகிறேன்.

வாழ்த்துக்களுடன்
அசோக்குமார் முந்தரா



Dwaraka Doss Goverdhan Doss Vaishnav College

(Autonomous - Affiliated to the University of Madras)

Gokul Bagh, 833 Periyar E.V.R. High Road, Arumbakkam, Chennai - 600 106

Phone : 044 - 23635101, 23635102 Fax : 044 - 23635103

E-mail : dgvooffice@gmail website : dgvaishnavcollege.edu.in

முனைவர் சேது. சந்தோஷ்பாபு

கல்லூரி முதல்வர்

பாராட்டுரை

எங்கள் கல்லூரியின் இயற்றியல்துறை பொதுமக்களை அறிவியலோடு இணைக்கும் பணியைப் பலகாலமாகச் செய்து வருகின்றது. முனைவர் உத்ரா துரைராஜன் அவர்கள் அறிவியல் அறிஞர்களின் வரலாறு, அறிவியல் கண்டுவிடப்புகளின் வரலாறு ஆகியவற்றோடு பல அறிவியல் கோட்பாடுகளையும் அணைவருக்கும் கடந்த 15 ஆண்டுகளாகத் தமிழில் எழுதி வருபவர். இப்போது தமிழ்நாடு பாடநூல் மற்றும் கல்வியியல் பணிகள் கழகத்தின் முன்னெடுப்பான முத்தமிழ் அறிஞர் மொழிபெயர்ப்பு திட்டத்தின் கீழ் அறிவியல் புத்தகங்களைத் தமிழில் மொழிபெயர்த்து எங்கள் கல்லூரிக்குப் பெருமை சேர்த்து வருகிறார். இது வருங்கால சந்ததியினரானத் தற்கால மாணவர்களிடம் இத்தகைய தமிழ் ஆக்கங்கள் மிகப்பெரிய தாக்கத்தை உண்டு செய்யும் என்பதில் மாற்றுக் கருத்தில்லை.

கண்டேன் ஆற்றலை எனும் இந்தப் படக்கதை உயர்நிலைப்பள்ளி, மேல்தலைப்பள்ளி வகுப்புகளில் நாம் பவிலும் ஆற்றல் பற்றியது. முக்கியமாக அணு ஆற்றல் தொடர்பான கருத்துகளை மிக அழகாக எல்லோருக்கும் புரியும் வகையில் சொல்கிறது. தமிழ்மொழியாக்கம் செய்துள்ள விதம் இரசிக்கும்படியாக உள்ளது. ஏழாம், எட்டாம் வகுப்புப் பாடக்கும் குழந்தைகளைக் கூடப் பாடக்கத் தூண்டும் விதத்தில் இதில் படங்கள் அமைந்துள்ளமை மிகச்சிறப்பு. இந்தக் கதையைக் குறிப்பாகத் தேர்ந்தெடுத்துத் தமிழாக்கம் செய்துள்ள பேராசிரியை உத்ராவிிற்கு என்னுடைய மனமார்ந்த வாழ்த்துக்கள். பாராட்டுக்கள்.

அன்புடன்

சேது. சந்தோஷ்பாபு

திரு. ஞா. பெர்ஜீன்

இயற்பியல் முதுகலை ஆசிரியர்

அரசு ஆண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி

சாயல்குடி, இராமநாதபுரம் மாவட்டம்.

அணிந்துரை

எந்தப் பாடத்தை நடத்தினாலும் அடுத்தநாள் அந்தப் பாடத்தில் தேர்வு வைப்பது எனது வழக்கம். அது அந்தப் பாடத்தைப் பற்றி அவர்கள் எவ்வளவு புரிந்து கொண்டுள்ளார்கள் என்பதை அறிவதே தவிர. அணுகக்கூடிய இயற்பியல் பாடத்தினை நடத்திவிட்டு, அடுத்தநாள் வகுப்பறைக்குச் செல்லும்போது ஆல்பா, பீட்டா, காமா கதிர்களைப் பற்றியும் அவற்றின் பண்புகளையும் மண்பாடம் செய்து கொண்டிருப்பதைப் பார்த்திருக்கிறேன். மண்பாடம் செய்யாதீர்கள் என்று எவ்வளவுதான் சொன்னாலும் அதனைத்தான் தொடர்ந்து செய்து கொண்டிருந்தனர். இனி அவ்வாறு செய்யமாட்டார்கள். எப்படி இந்த மாற்றம் நிகழ்ந்தது என்று கேட்கிறீர்களா? எனக்குத்தான் “கண்டேன் ஆற்றலை” புத்தகம் கிடைத்துவிட்டதே!

“ஆற்றல் பழகங்களாகக் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் ஒவ்வொரு வகையில் மனிதர்களுக்கு உதவியாக இருக்கிறது. அந்த ஆற்றலைச் சேமித்து வைத்தால் நமக்குத் தேவைப்படும்போது பயன்படுத்தலாம்” என்ற முகவுரையோடு இந்தக் கதை ஆரம்பிக்கிறது. ஆற்றலைச் சேமித்து வைத்துப் பயன்படுத்த பல்வகிகளில் சிந்திக்கின்றனர். இந்தச் சிந்தனை படிப்பவர் மனங்களிலும் உருமாற்றம் அடையும். எந்தச் செயலைச் செய்யும்போதும் பல்வகிகளில் சிந்திக்க வேண்டும் என்ற உணர்வு அவர்களுக்குள் மறைச்செய்யும். இது அவர்களின் சிந்தனைத் திறனையும், கற்பனைத் திறனையும் அதிகரிக்கச் செய்யும்.

ஆற்றல்களைப் பூதங்களாக உருவகப்படுத்தியிருப்பது மிகவும் அருமையான சிந்தனை. பூதம் குழந்தைகளைப் பயப்படுத்தினாலும், அவர்கள் விரும்பும் ஒரு கதாபாத்திரம். பழைய கதைகளிலும் காப்பியங்களிலும் பூதம் ஒரு பெரிய உருவமுடைய பயமுறுத்தும் கதாபாத்திரமாக உருவாக்கப் பட்டிருந்தாலும் அவைகள் குழந்தைகளுக்கும் நெருங்கியவைகளாவே இருந்து வந்தன.

பெட்டியிலிருந்து கதிர்வீச்சுகள் வெளிவருவதை, பூதங்கள் வெளிவருவதாகச் சொல்வது மிகவும் பொருத்தமாக இருக்கிறது. பூதங்கள் நல்லதைவும் செய்யும். கேட்கின்றன விரைவிக்கும். அதுபோல இந்தக்

கதிரவீச்சினை ஆக்கவும் பயன்படுத்தலாம். அழிக்கவும் பயன்படுத்தலாம். தானாகத் திறந்து கொண்டு பெட்டியையவிட்டு வெளியேறும் பூதங்களைப் பயன்படுத்தி அரை ஆயுட்காலத்தினை விளக்கியிருப்பது சிறப்பு. கதை வழியாக அறிவியல் கருத்து இங்கே புகுத்தப்பட்டுள்ளது.

கதிரவியக்க தனிமத்தின்மீது நியூட்ரான் மோதும்போது அணுக்கரு விளவை ஏற்படுகிறது. இங்கு மோதும் நியூட்ரானையும், மோதலின்போது வெளிவரும் நியூட்ரானையும் பூதங்களாகவே உருவகப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. தொடர்விளையினால் நிகழும் அணுகூண்டு வெடிப்பினைப் பற்றிக் குறிப்பிடும்போது அதனால் நிகழ்ந்த பாதிப்பினையும் கதைக்குள் கொண்டு வந்திருக்கிறார்கள். அணுக்கரு உலை, நியூட்ரான் உலைகள் என அணுவின் அண்பு முகத்தினையும் அணுகூண்டு, அணுக்கதிர் வீச்சுகள் போன்ற கொடு முகத்தினையும் எளிய கார்டுள் கதாபாத்திரத்தைப் பயன்படுத்தி அழகாக விளக்கியிருக்கிறார்கள்.

அதிகமான வெப்பநிலையில் மிகவும் சிறிய அணுக்கருக்கள் எவ்வாறு இணைந்து ஆற்றலை வெளிவிடுகின்றன என்பு பூதப்பிரசாககளின் கும்பாளத்தின் மூலம் அணுக்கரு இணைவு கதை சொல்லப்பட்டிருக்கிறது. அணுக்கரு இணைவு மற்றும் அணுக்கரு விளவு இரண்டிலும் சாதகபாதக கருத்துக்களை விவாதித்து, அணுக்கரு ஆற்றலை நல்ல விஷயத்திற்குப் பயன்படுத்துவோம் என்று முடித்திருப்பது அருமை.

பிரெஞ்சு மொழியில் எழுதப்பட்ட இந்த நூலை இயற்பியல் பேராசிரியர் உத்ரா துரைராஜன் அவர்கள் மொழி பெயர்த்துள்ளார். தமிழில் அறிவியலை எளியவருக்கும் கொண்டு சேர்க்க வேண்டும் என்ற நிலையிலிருந்து பயணிக்கிறார். இதுபோன்ற ஏராளமான நூல்களை, அறிவியல் கதைகளைத் தமிழில் மொழிபெயர்த்திருக்கிறார். சாதாரண மக்களுக்கு அறிவியலைக் கொண்டு செல்ல அறிவியல் வரலாறுகளை வலையொளி மூலம் கதைவழியாகச் சொல்கிறார். இந்தப் புத்தகமும் அணுக்கரு இயற்பியலைக் குழந்தைகளிடம் கொண்டு செல்லும் ஒரு முயற்சிதான். அதில் அவர் வெற்றியும் பெற்றிருக்கிறார். இந்தப் புத்தகத்தைப் படிக்கும் குழந்தைகள் அணுக்கருவிலிருந்து கிடைக்கும் பலவகையான ஆற்றல்களைக் கதைகளின் மூலம் எளிதாகப் புரிந்துகொள்வார்கள் என்று நம்புகிறேன்.

வாழ்த்துக்களுடன்
ஓ. வர்ஷிள்

முன்னுரை

நமது பிரம்மாண்டமான அண்டத்தை ஆய்வு செய்யும் ஒரு இயற்பியல் ஆராய்ச்சியாளர் (காஸ்மாலஜிஸ்ட்) ஜீன் ரியரி பெடிட் பல அறிவியல் கட்டுரைகளையும் புத்தகங்களையும் தொடர்ந்து பொது மக்களுக்காக பிரெஞ்சு மொழியில் எழுதிவருபவர். பல மொழிகளிலும் இப்புத்தகங்களை இணையத்தில் அனைவரும் இலவசமாகத் தரவிறக்கம் செய்து கொள்ளும் வகையில், 'எல்லை தாண்டுவது அறிவு' (<http://www.savoir-sans-frontieres.com>) எனும் பொருள்படும் ஒரு வலைதளத்தைத் தன் நண்பர் கில்லிஸ் அகன்டினியோடு சேர்ந்து 2005ஆம் ஆண்டு முதல் நடத்திவருகிறார்.

அறிவியல் சார்ந்த பல படக்கதைகளை நாம் இதில் வாசிக்க முடியும். கிட்டத்தட்ட நூற்புத்தகம் மோனை உலக மொழிகளில் இந்தப் புத்தகங்கள் பல மொழிபெயர்க்கப்பட்டு, 565 புத்தகங்கள் இந்த வலைதளத்தில் உள்ளன. இவை ஐந்து இலட்சத்திற்கும் மேலாக தரவிறக்கம் செய்யப்பட்டுள்ளன. இதில் உள்ள சிறப்பு அம்சம் என்னவென்றால், இதற்கான மொழி பெயர்ப்பைச் செய்யும் பலரும் தன்னார்வலர்கள். இதை நிர்வகிப்பவர்கள் இவர்கள் இரண்டு பேர் மட்டுமே! இது முழுக்க முழுக்க உலகின் பல்வேறு மக்கள் செய்யும் நிதியுதவியின் மூலம் இந்த வலைதளம் உயிர்ப்பிழைள்ளது.

அண்டம், கருந்துளை, பெருவெடிப்பு, சார்வியல், கணிதத்தின் பல பரிமாணங்கள் எனப் பல சிக்கலான அறிவியல் கோட்பாடுகளை, சவாலான கண்டுபிடிப்புகளின் பின் உள்ள அறிவியல் உண்மைகளை எல்லா மக்களும் எல்லா வயதினரும் இந்த வலைதளத்தில் படிக்கலாம். அறிவியல் எனும்போது அதனால் ஏற்படும் சங்கடங்களும் உண்டு எனும் உண்மையையும் வெளிப்படையாகக் கதை, கட்டுரைகளின் மூலம் மக்களுக்கு எடுத்துச் சொல்லி, தர்க்கரீதியாக அவர்களை எது நல்லது, எது கெட்டது என்று யோசிக்கும்படி தன் கருத்துக்களை வடித்திருக்கிறார். அதுவும் சவாலான அறிவியல் கோட்பாடுகளை அழகாக எடுத்துச் சொல்லி, படக்கதை எனும் உத்தியைக் கையாண்டுள்ளார். அறிவியலையும் நுண்கலையையும், எழுத்தையும் சரியான விதத்தில் கலந்து ஒரு விருந்து சமைத்திருக்கிறார். அப்படிப்பட்ட ஒன்றுதான் பிரெஞ்சு மொழியில் அவர் எழுதிய *Energetiquement votre* என்ற நூலாகும். அணு ஆற்றல், அணு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வரலாறு, அதனால் ஏற்படும் பயன்கள், சூடவே

அதூசார்ந்த அபாயம் எனப் பலவற்றையும் இந்தப் படக்கதையில் அவர் எழுதியிருக்கிறார். இதில் உள்ள பாத்திரங்களின் உரையாடல்கள் பள்ளிக் குழந்தைகள் மட்டுமின்றி, அறிவியலைவிட்டு வெகுதூரம் சென்ற பொது மக்களும் கூடப் புரிந்து கொள்ளும் வகையில் எளிமையாக இருக்கும் என்பதே என்னை இப்புத்தகத்தை மொழிபெயர்க்கத் தூண்டியது.

ஜான் மர்ஃபி அவர்கள் இந்நூலை ஆங்கிலத்தில் மொழிபெயர்க்கும் போது மிகச்சிறப்பாக ஆழமான கருத்துக்கள், சிறுசிறு வாக்சியங்கள், எளிய வார்த்தைகள் என்பதான உத்திகளைக் கையாண்டுள்ளார். தமிழில் நான் மொழிபெயர்க்கும்போது என்னால் இயன்ற அளவு முடிக்கத்தில் உள்ள சொற்களைப் பயன்படுத்தி உள்ளேன். மிக அழகிய வண்ணப் படங்கள் வாசிப்பவர் ஒவ்வொருவரையும், முக்கியமாகப் பள்ளிக் குழந்தைகளை அறிவியல் நோக்கி ஈர்க்கும் என்பதில் ஐயமில்லை.

இந்த வலைதளத்தை எனக்கு அறிமுகப்படுத்தி, இதில் உள்ள புத்தகங்களைத் தமிழில் மொழிபெயர்க்கும்படி அறிவுறுத்திய பேரறிஞர் **பத்மபுரி அறிவித்த குப்தா** அவர்களுக்கு நான் பெரிதும் கடன்பட்டிருக்கிறேன். தன்னார்வ மூலம் ஒவ்வொருவரும் தன்னால் இயன்றதைச் சமூகத்திற்குத் தரும்போது அறிவுப் புரட்சியைக் கொண்டுவர முடியும் என்பதைத் தன் வாழ்க்கையின் மூலம் உணர்ந்துபவர் இவர். அதுவும் தாய்மொழிக் கல்வி, தாய்மொழியில் அறிவியல் என்பது நிகழ citizen science movements அவசியம். அத்தகு ஒரு முயற்சியே இந்தக் **'கண்டென் ஆற்றலை'** எனும் புத்தகம்.

பல ஆசிரியர்களும் மாணவர்களும் இப்புத்தகத்தை ஒரு துணைப் பாடமாகப் படிக்க வசதியாக இருக்கும்படி, பாடநூல்களில் பயன்படுத்தப்படும் அருஞ்சொற்களை நான் இந்த மொழிபெயர்ப்பில் பயன்படுத்தியுள்ளேன். வகுப்பறையில் நாம் கேள்வி கேட்கப் பயந்து தெளிவு பெறாத தகவல்களுக்கும், மனதில் மலரும் கேள்விகளுக்கும் இப்புத்தகத்தைப் படிப்பதன் மூலம் விடை கிடைக்கும் என்பது என் நம்பிக்கை.

இப்புத்தகம் மேல்நிலை, உயர்நிலைப் பள்ளியில் படிப்போரைச் சென்று சேருமேயானால், இந்தப் படக்கதைப் புத்தகம் அவர்கள் பாடப்புத்தகத்தில் உள்ளவற்றை மனதில் பதியவைக்குமேயானால், உளமார இப்புத்தகத்தின் துணையோடு பள்ளிப் பாடத்தைக் கற்க முடியும் என்று நினைத்தார்களானால் அதுவே இந்த மொழிபெயர்ப்பின் வெற்றி என்று நான் கருதுகிறேன்.

ஒரு பன்வீக்துமுற்றை தானாக முன்வந்து இத்தகைய புத்தகங்களை எடுத்து, அவற்றைப் படித்து அறிவியலை உள்வாங்கிக் கொள்ளமுடியும் என்றால்தான், நாம் கனவு காணும் பாட்புத்தகத்தைத் தாண்டி, கற்கும் திறன் பெறும் இணைய சமுதாயம் மலரும்.

இந்நூலைப் படித்து மிக அழகாகத் தங்கள் கருத்துகளை மணிமணியாக வடிவங்கிபுள்ள **பன்வீ மாணவியருக்கும் மாணவர்களுக்கும்** என் பாராட்டுக்கள்; ஒரு ஆசிரியையாய் இது தரும் நிறைவும் நம்பிக்கையும் மிகப்பெரிது. அவர்கள் பின்நாட்களில் அறிவியலோடு ஒத்தேனும் ஒருவகையில் என்முற்றும் தொடர்புள்ளவர்களாக இருக்க என்னுடைய மனமார்ந்த வாழ்த்துக்கள்.

இந்தப் புத்தகத்திற்கு அணிந்துரை அளித்துள்ள மதுரை சாயல்குடி மேல்நிலைப்பள்ளி இயற்பியல் ஆசிரியரும் என் நண்பருமான **திரு. பெர்ஜின்** அவர்களுக்கு நன்றிகள் பல.

இப்புத்தகத்தை அச்சிட எனக்கு அனுமதி அளித்த பெடி அவர்களுக்கு நன்றிகள் பல. இப்புத்தக அட்டையை வடிவமைத்துத் தந்த என்மகன் **வருண் ஸ்ரீவத்சனுக்கு** நன்றி.

இதனை அச்சேற்றிய புத்தக வடிவில் நன்முறையில் மிக அழகாகப் பதிப்பித்துத் தந்துள்ள **ஜோதி பதிப்பகத்தார்க்கும்** என் மனமார்ந்த நன்றி.

அன்புடன்

உத்ரா துரைராஜன்

Les aventures
d'ANSELME
LANTURLU 

கண்டேன் ஆற்றலை

ஃப்ரெஞ்ச் மூலம் : ஜீன் பியரி பெடிட்

ஆங்கிலத்தில் : ஜான் மர்ஃபி
தமிழில் : உத்ரா துரைராஜன்



முன்னோட்டம்

ரொம்ப காலத்துக்கு முன்னாடி, ஒரு உலகம் இருந்தது. அங்கே, மக்களுக்கு நெருப்பைப் பற்றியே தெரியாது. சூரிய வெயிலில் உணவை உலர்த்திதான் சமைத்தார்கள்.



ஏதாவது மாத்து வழி கண்டுபிடிச்சா நல்லா இருக்குமே...



பகல் நேரத்தில் நன்றாகச் சூடேறிய பாராங்குகளை, இரவு நேரத்தில் தங்கள் குகைக்குள் எடுத்துச் சென்றார்கள். அதிலிருந்து வரும் கதகதப்பை பயன்படுத்திக்கொள்வதற்காக.

... முடியல...



தூங்கிட்டியா?

தூங்கமுடியல. கதகதப்பே இல்ல. கல்லைமேல் குளித்து போக.

நாம் உணவடையிறும்

குளிர்காலம் வந்தா நிலைமை இன்னும் மோசமாகிடும். பாதிபேர் ஏற்கனவே குளிர்சாலை அலதிபடறாங்க.



என்ன செய்யற?

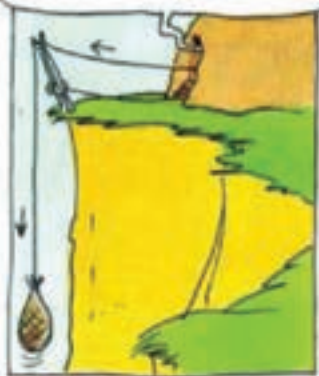
ஆற்றலை சேமிக்க ஒரு வழி கண்டுபிடிக்கறேன்



கூகை
கற்கள்
தாழி
பாராங்கல்

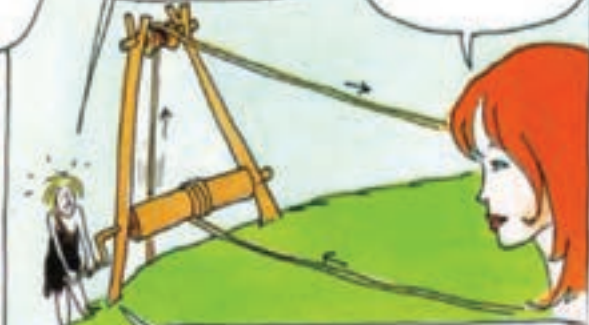
ஒவ்வொரு இரவும் பாராங்குகளை ஒடிஒடி கொண்டு வர சிரமமா இருக்கு.

அதனால் சூடான பாறைகளை
மேலே தூக்கும் ஒரு அமைப்பை
செஞ்சிருக்கேன்



கற்கள் பகல்ல வெயில்ல
காயும்படி, கயிற்றை
கட்டிவிடுவேன்

அப்படிள்ளா,
திலைஆற்றலை
தீ தேக்கி வைக்கிறாய்



அது ரொம்ப உதவும். ஆனா ஏன் நாமேதான்
வேலையைச் செய்யவேண்டியதா இருக்கு?

இப்ப என்ன செய்யற
அகத்தியா?



வத்துட்டோம்!

அந்தப் பெட்டிக்கு
உள்ளே ஆற்றலை
சேமித்திருக்கேன்னு
சொல்ல வந்தியா நீ?

என்னோட ஆற்றல் சேமிப்பு
வழிமுறையை துல்லியமாக்கறேன்



அக ஆற்றலை சேமிப்பதை
உணர்த்தும் அமைப்பை
வடிவமைத்திருக்கிறேன்.



என் தேவைக்கேற்றபடி இடம்
பெயர்த்து மீன்- பயன்கொள்ளக்
கூடிய ஆற்றல் இது.



சக்தி!
அது அக ஆற்றல்
சேமிக்கும் முறை,
அவ்வளவே!



வேதியாற்றல்

குகையை சுத்தம் செய்யப்போகிறேன்.
இந்த வெடியுப்பையும், சுத்தகத்தையும் பாரேன் ...

மின்னல் தாக்கியதால்
கருகிய மரத்தின் கரி



இதை நான் சுத்தம்
செய்யாவிட்டால்
சக்தி என்னை உடைப்பாள்.



அப்பாடி! இந்த ஒரு
கல் மட்டும்தான் மிச்சம்.



டமால் !

சக்தி! நான் எதையோ கண்டுபிடித்துவிட்டேன்.
இந்த கருப்புத் துகளில் ஆற்றல் உள்ளது.
கண்டேன் ஆற்றலை!



இதனை பயன்படுத்தி சமைக்கவும்
வெம்மையாய் வைக்கவும் முடியும்!

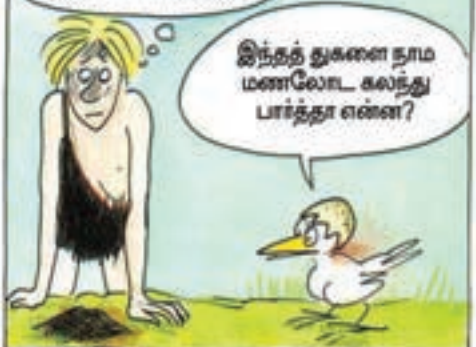


தீயே பார்...

சரிதான், ஆனால் இதை
பயன்படுத்துவது எளிது கிடையாது.
இதுதான் என் அபிப்பிராயம்.



அப்போ, நான் இதை
மறந்துட்டேன் வேண்டியதுதான்?



இந்தத் துகளை நாம்
மணலோட கலந்து
பார்த்தா என்ன?

இது வேலை செய்யுது!!
இந்தக் கலவை கொஞ்சம் கொஞ்சமா
ஆற்றலை வெளியிட மணல்
துணை செய்யுது. பார்!



வரப்போற பனிக்காலத்துல
நாம் உறைஞ்சிடமாட்டோம்.

ஆற்றலை கூட நம்மால்
கட்டுப்படுத்த முடியுது.



இது நிறைய வெப்பத்தைத் தருது.
ஆனா மூச்சுவிட முடியலையே.



நம்மால சுவாசிக்க முடியல.



இந்த பாக்குள்ள புகையை
அடைப்பது நல்ல பலன் தருது.

புகை குளிர்ந்து
புகைக்கரியா மாறுது.
கரியைத் தூா வீசிடலாம்.



இது எளிதான வழி இல்லைன்னு
நான் ஒத்துக்கத்தான் வேணும்.



ஐயோ, இங்க சேந்திருக்கும்
இவ்வளவு புகைக்கரியையும்
எங்கேயும் வீசமுடியாதே.
நான் ளி தீரை
விஷமாக்கிடுவதாய் ஆகிடுமே!

அணுக்கரு ஆற்றல்



விநோதமா இருக்கே.
அந்தச் சனையின் தீர் கொதிக்குதே.

அதற்கான ஆற்றல்
எங்கிருந்து வருது?



ஒருவேளை பூமிக் குக்
கீழே பூதங்கள் ஏதாவது
இருக்குமோ?

பூதங்கள் மறைத்திருக்கும்
பெட்டிகள் இருக்கா?



புரேனியம் போன்ற குறிப்பிட்ட ஒருசில
அணுக்களின் உருவிற்குள் ஆற்றல்
புதைக்கப்பட்டுள்ளது என பழங்கதை
ஒன்றில் உள்ளது. ரூரியனில் உருவானவை
இந்த அணுக்கள். ரூரியனின் உள் உலையில்
உருவானவை. அப்புறம் வெளித்தள்ளப்பட்டு,

ஆனால் இந்த அணுக்கள் திடமான
பெட்டிகள் இல்லை! சமயத்தில்
இப்பெட்டிகளின் மேல்படி
பட்டென பரப்பதும் உண்டு.



ஆற்றல்
பூதங்கள்
கட்டவிழ்த்து
விடப்படுகின்றன.

பழங்கதைப்படி, காலத்தின் இறுதியில், எல்லா
பூதங்களும் அதனதன் பெட்டிகளிலிருந்து
வெளியேறிவிடும். இதுபோன்ற ஆற்றல் எதுவும்
அண்டத்தில் மிச்சம் இருக்காது.
பூமி உருவானபோது,
பூமிக்குள் புதைந்து போயின.



காத்துபோன பத்தைப்போல
பூமிப்பந்து சப்பிப்போயிருக்கும்.

ஆனால் அதற்கு ரொம்...ப
ரொம்...ப காலம் ஆகும்.



அம்மாடி!
தப்பிச்சோம்!

இவ்வளவு ஆற்றலை நமக்காக
சேமித்துள்ள ஆண்டவனின்
முன்போசனைக்கு தன்றி
சொல்லித்தான்
ஆகவேண்டும்.

சரி, பூதங்கள் அதனதன் பெட்டிக்குள்
எவ்வளவு காலம் கட்டுண்டு இருக்கும்?
அணுக்கருக்கள் எவ்வளவு காலம்
தங்குளிடம் உள்ள ஆற்றலை வைத்திருக்கும்.



மகனே, அது பெட்டிகளைப் பொறுத்தது,
அதாவது அணுக்கருக்களைப் பொறுத்தது.

ஒரு தனிமத்தின் கதிரியக்க காலம்.

பூதங்கள் உள்ளிருக்கும் பெட்டிகளின் அமைப்பு ஒன்றை எடுத்துக்கொள்ளலாம். அதன் அரை ஆயுட் காலத்திற்குப் (half life period) பிறகு, பாதி பூதங்கள் தப்பித்துவிட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு அரை ஆயுட் காலத்துக்குப் பின்பும், இருப்பதில் சரிபாதி பூதங்கள் ஓடியுப்போயிக்கும். இந்தக் காலம் ஒவ்வொரு தனிமத்துக்கும் மிகவும் வேறுவேறாக இருக்கும். ஒரு சில நூறாயிரம் ஆண்டுகளாகவும் இருக்கலாம். அல்லது ஒரு விநாடியின் சிறு பகுதியாகவும் கூட இருக்கலாம்.



பூதங்கள் நிரம்பிய இந்தப் பெட்டிகள் மட்டும் இல்லையென்றால், பூமிக்குள் ஆற்றல் செறிந்த இந்த கருக்கள் இல்லாமல் போயிருந்தால் இந்த நேரம் நம் மூடைய சூளிக்காலம் மேலும் கடுமையாக இருந்திருக்கும்.

ஆற்றல் புகைந்த இந்த எல்லா அணுக்களையும் நான் கண்டுபிடித்துவிட்டால் சொம்பு நல்லா இருக்கும். இல்லா?



நேவைக்கு ஏற அளவு ஒரு குடுவையில் இவற்றை அடைத்துவிட்டால், பனிக்காலம் முழுதும் எனக்கு வெப்பம் கிடைத்துவிடுமே.

பார்த்து அகத்தியா! வேதியியல் ஆற்றல் கருக்களையிட அணுக்கரு ஆற்றல் கருக்கள் மிக அதிக ஆற்றல் கொண்டவை, நூறாயிரம் மடங்குகள் ஆற்றலுடையவை.



ஓ! அதனால்தான் அணுக்கருக்கள் மிகமிகக் கொடுமான பூதங்களை ஏவுகின்றன.

ஆல்பர்ட் ஐயா சொல்வது உண்மையா என பார்க்கலாம். இந்துப்பெட்டிகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக தானாகத் திறந்துகொள்ளக்கூடியவை.

இவற்றை அடுக்கி வைக்கலாம், வா.



ஆமாம்! அவற்றின் அரைவாழ்வு காலத்துக்குப்பின், பாதி பெட்டிகள் காலியாகியுள்ளன.

ஆல்பர்ட் ஐயா சொன்னது சரிதான்.



அடுத்த அரைவாழ்வு காலத்துக்குப் பின், மிச்சம் மூடியிருந்தவற்றில் பாதி, பூதத்தை ஏவியபின் காலியாகியுள்ளதே...

எனவே, பெட்டிகளில் மூக்கால் பகுதி காலி...

சரிதான்.



ஆக, நோம் ஆக ஆக, திறக்கும் பெட்டிகளின் எண்ணிக்கை குறைந்து கொண்டே வரும் என்பது புரிகிறது.

ஆரம்பத்தில் பூமிப்பந்து ரொம்ப ரொம்ப கதிரியக்க உடையதாய் இருந்திருக்க வேண்டும்.

அப்பறம் அது அடங்கி அமைதியாக ஆகியுள்ளது.

ஆற்றல் மாற்றம்

அட, இதிலிருந்து குடு எங்கே போச்சு?

சமைக்கும் பாத்திரத்தில் இதை போட்டால்தான் என்ன?

பார்க்கலாம்...

வெற்றி! வெற்றி! கதிரியக்க அணுக்கள் வெளியிடும் ஆற்றலை தீர் எடுத்துக்கொண்டு வெப்ப ஆற்றலாய் மாற்றுகிறது.

ஆனால் இந்த இயற்கை கதிரியக்கம் ரொம்ப ஒன்றும் ஆற்றலை வெளியிடவில்லையே.

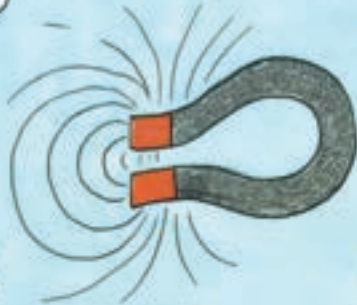
எனவே, நம்மை கதகதப்பாய் வைத்துக்கொள்ள நமக்கு ரொம்ப திறைய கதிரியக்கப் பொருள் தேவைப்படும்.

புதங்களின் பல வகைகள்

அடிப்படையில் ஒரே ஒருவகை பூதம்தான் உள்ளது. கரு வெளியிடும் கதிர்மீசை X அல்லது γ இவை கண்ணால் பார்க்க முடியாத ஒருவகை ஒளி

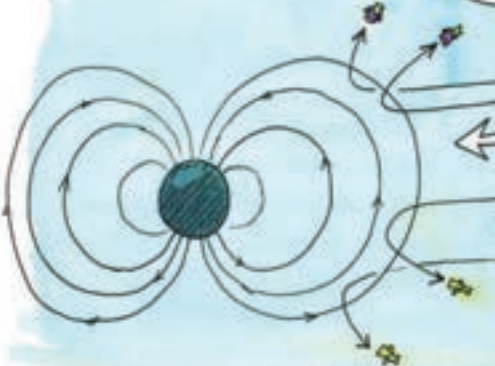


அந்த கதையில் அவை நேராய் எதனுள்ளும்
சரேலென்று புகுந்து வெளிவரமுடியும்
இல்லையா...



இல்லை, காந்தப் புலனால் அவை
துரத்தியடிக்கப்படுகின்றன

சூரியனிலிருந்து வெளிவரும் மின்னூட்டத்
துகள்கள் (சூரியக் காற்று solar wind)
பூமியின் காந்தப் புலனால்
பிரதிபலிக்கப்படுவது போலவே. (*)



அப்படி என்றால் தன்னுடைய காந்தப்
புலனால் பூமி பாதுகாக்கப்படுகிறது.
சரிதானே?



மிகவும் சரி. பூமிக்கு இயற்கையாக
அமைந்த காந்தப் புலன் எனும் கவசம்
இல்லாதிருந்தால், சூரியனிலிருந்து வரும்
மின்னூட்டத் துகள்கள் உயிர் திசுக்களை
மிகவும் பாதித்திருக்கும்.

(*) பூமியின் பூகோள துருவங்கள் அதன் காந்தத் துருவங்களுக்கு எதிரானவை

இந்தப் பிரச்சனையின் மூன்றாவது வகை ரொம்ப ரொம்ப
மோசம் : நியூட்ரான்கள். அவை 20,000 கி.மீ./தொடிக்
வேகத்தில் பறக்கும். அவற்றுக்கு யின்னூட்டம் இல்லாததால்
காந்தப்புலம் அவற்றைத் தடுக்காது.



நியூட்ரான்களுக்கும், யின்னூட்டத் துகள்களுக்கும் திறை
உண்டு. அவற்றின் இயக்க ஆற்றல் $\frac{1}{2} m v^2$. திண்மம், பாய்மம்,
வளிமம் எல்லாமே இவற்றை உள்வாங்கிக் கொண்டு,
வெப்பமாய் மாற்றிவிடும். அணுக்கருவைப் பற்றி திறைய
தெரிந்துகொள்ள ஆர்வமாய் இருக்கிறேன்.



அணுக்கரு நிலைத்தன்மை

அணுக்கருவை செய்ய உங்களுக்குத் தேவையானவை :
தீயூட்டான்கள், ப்ரோட்டான்கள் மற்றும் மேஸான்கள்

அணுக்கரு



புரோதியம் 235
92 ப்ரோட்டான்கள்
+ 143 தீயூட்டான்கள்
= 235 அணுக்கருத் துகள்கள்

பளுடேனியம் 239
94 ப்ரோட்டான்கள்
+ 145 தீயூட்டான்கள்
= 239 தீயூட்டான்கள்



மூலக்கூறுகளில் எலக்ட்ரான்கள் போல ஓரளவுக்கு (அணுக்கருவில்) இந்த மேஸான்கள் செயல்படுகின்றன-பிணைவுக்கு ஏது செய்கின்றன.

அணுக்கருக்கள்
மூலக்கூறுகள்
போன்றவையா?



நீலியம் அணுக்கரு

அமோனியா அணுக்கரு

அணுக்கருத் துகள்களின் சீரிய திரளே அணுக்கருக்கள். அணுக்கருக்களின் சீரிய திரளே மூலக்கூறுகள். சொல்லப்போனால், மூலக்கூறுகளின் சீரிய திரளே நாம் எல்லாம்!



மூலக்கூற்றில், இணைப்பை உறுதி செய்யும் எலக்ட்ரான்கள்.

மூலக்கூறுகளின் அமைப்பை விவரிப்பது வேதியியல்

மூலக்கூறுகள்
ஆக்ஸிஜன் கூட்டல் எறும்பு



அணுக்கருக்களின் அமைப்பை விவரிப்பது அணுக்கரு இயற்பியல்

மிகக் குறைந்த அரை ஆயுட்காலம் உள்ள அணுக்கருக்கள் (unstable) நிலையற்றவையாக கருதப்படுகின்றன.



ஆனால் மிக நீள அரை ஆயுட்காலம் உடைய குறிப்பிட்ட சில அணுக்கருக்களின் மீது நியூட்ரான்கள் பாயும்போது, அவற்றை ஒரேயடியாக நிலைகுலைய வைத்து விடுகின்றன. அவற்றை பிளக்கின்றன. இதுவே அணுக்கரு பிளவை!

யுரேனியம் 235 மற்றும் ப்ளூடோனியம் 239ஐ கதை இதுவே!

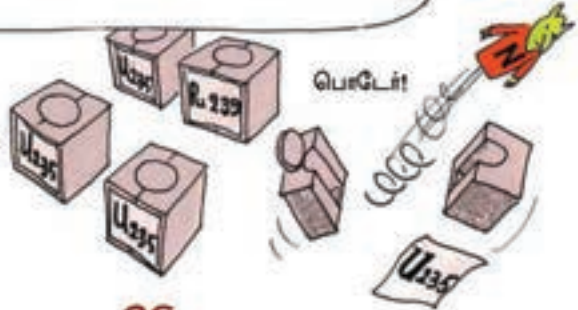


அணுக்கரு பிளவை

ஒரு நியூட்ரானும் வெவ்வேறு நிறையுள்ள இரு அணுக்கருக்களும் சேர்ந்த ஒரு திரள் என்றே இந்த அணுக்கருக்களைக் கருதலாம்.



யுரேனியம் 235 மற்றும் ப்ளூடோனியம் 239 அணுக்கருக்கள் ஒரு வகை இயற்கை கதிரியக்கத் தன்மை கொண்டவை, மிக நீள காலம் கொண்டவை.



இதோ ஒரு அணுக்கருப் பிளவை. ப்ளூடோனியம் அணுக்கருவானது ஒரு நியூட்ரானை எதிர்கொள்ளும்போது, நிலைகுலைகிறது. இந்தச் செயல்பாட்டின் விளைவாக இரு நியூட்ரான்கள் வெளித்தள்ளப்படுகின்றன



இதனை மிக நுணுக்கமாக ஆராயப் போகிறேன்.



R விட்டம் உடைய ஒரு வட்டத்தின் உள்ளே ஏகப்பட்ட பூதப்பெட்டிகளை அடுக்கி வைத்தான் அகத்தியா.

யுரேனியம் 235 அல்லது ப்ளூடோனியம் 239



ஆற்றல் பூதங்கள் அதனைத் தொடையிலிருந்து வெளிவருகின்றன



ஆ அதோ அது!



அந்தப் பூதம் அருகில் இருந்த பெட்டியின் மீது மோதிய போது, அந்தப் பெட்டியின் பிளவைத் தன்மையைத் தூண்டியது. அதுதான் பதங்கியிருந்த நியூட்ரான் பூதத்தையும் வெளிப்பே வரவைத்தது.

இந்தப் படம் செயல்பாட்டை விவரிக்கவே, உண்மையில் தாக்கும் நியூட்ரானை உள்வாங்கிக் கொள்கிறது அணுக்கரு (U235 க்கு U236ஆகவும், Pu239 க்கு Pu240யாகவும் மாறுகின்றன). உள்வாங்கிய அணுக்கருக்கள் யிசுமிக நிலையற்றவை; சட்டென்று உடனே பிளந்து விடுகின்றன

தொடர் விளைகள்

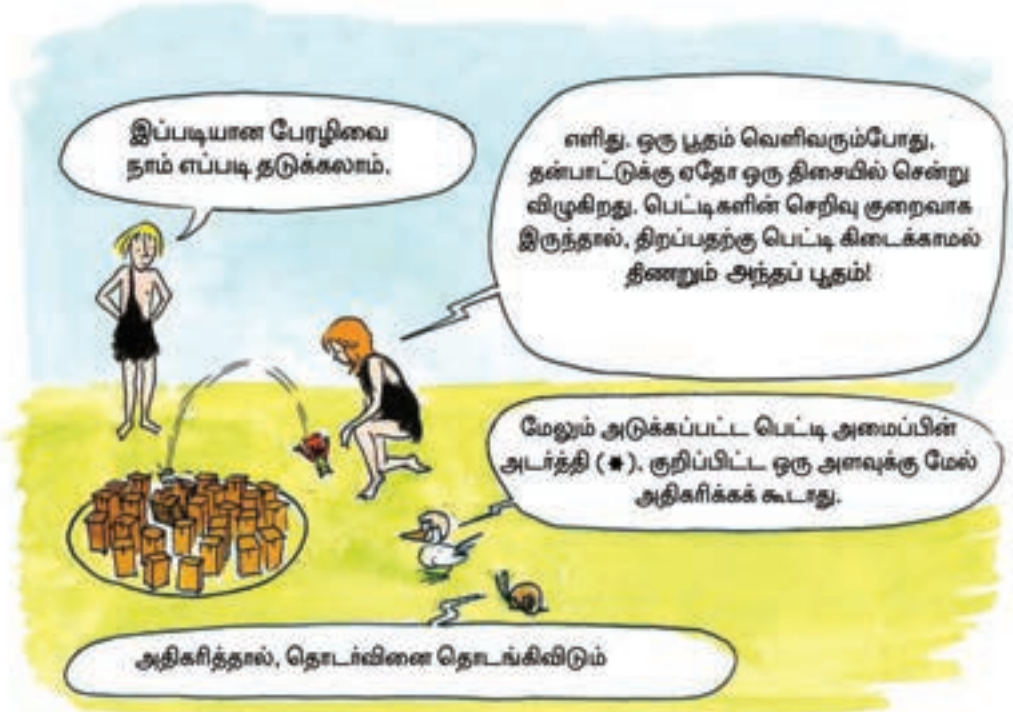


இந்த இரண்டு பூதங்களும் மேலும் இரண்டு பெட்டிகளைத் திறக்கின்றன.





மாறுநிலைப் பருமன்



வலுவற்ற இயற்கை கதிரியக்க வெளிப்பாட்டு அளவிற்கும் தொடர்வினைக்கும் இடைப்பட்ட ஒரு சராசரியைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இதைப் பொருத்து, அடர்த்தி அளவை சீ செய்து, ஒரு வினாடியில் வெளியிடப்படும் பூதங்களின் எண்ணிக்கையை கட்டுப்படுத்தலாம். அதாவது ஆற்றல் வெளிப்பாட்டைக் கட்டுப்படுத்த முடியும், கொஞ்சம் சவாலானதும் சிரமமானதும் என்றாலும்...



அணுக்கரு உலை

இந்த செயல்பாட்டைக் கட்டுப்படுத்த வேறு ஏதாவது சிறந்த வழி கிடையாதா?

பூதங்களை, அதாவது ஆற்றலை உட்கவரக் கூடிய எதையானும் நாம் இதனுள் செருகலாம்.

விட்டில் பூச்சியை பிடிக்கும் எண்ணெய்க் காகிதம் போல்

பாந்து விடலாம்...

பிக் பிக் காகிதத்தில் ஒட்டிக்கொண்டன பிசாக்கள். அட, உலையின் இயக்கத்தை எனக்குத் தேவையான அளவு கட்டுக்குள் கொண்டு வர முடியும்.

பிக்பிக திரையை மேலும்,
கீழும் இறக்குவதன் மூலம்
உலை தன் வேலையை
கிட்டத்தட்ட நிறுத்தி
விடமுடியும்.

தொடர்வினைமுறித்தே போதும் அளவுக்கு
நிறைய பூதங்கள் திரையால் தடுக்கப்படுகின்றன.

இப்போது
மிற்குவதெல்லாம், சாதாரண
ஆற்றல் வெளிப்பீடுதான்.
கதிரியக்கப் பொருளின் இயற்கை
ஆற்றல் மட்டுமே. அது மிக மிக
வலுவற்றது.

எனவே, ஒரு அணுக்கரு உலையை உருவாக்க, தேவையான அளவு U235 அல்லது Pu239
அணுக்கருக்களை நீ சேகரிக்க வேண்டும். அடுத்து உலையின் செயல்பாட்டை கட்டுப்படுத்தும்
பொருளின் துணையோடு கட்டுக்குள் கொண்டு வர வேண்டும். அது நியூட்ரான்களை உட்கவர
வேண்டும்.

இயற்கை யுரேனியத்தில் 0.7% மட்டுமே U235 உள்ளது. இதவே
பிளவுபடக்கூடியது. மிச்சம் எல்லாம் பிளவைக்கு உட்படாத
U238தான் உள்ளது.

அப்பறம், நியூட்ரான்களை உட்கவ்வ
கேம்பியம் தண்டுகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

ஆமாம் Pu239தான் இயற்கையில்
கிடைக்கவில்லையே. நாம் ஏன் அதைப்பற்றி
யோசிக்க வேண்டும்.

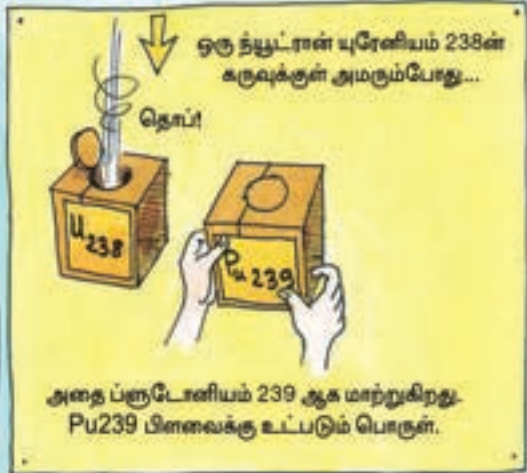
ம்... ஆமாம்... சரிதான்.

பிளவைக்கு உட்படாத பொருட்கள்



யுரேனியம் 238ஐ இரண்டு தனிமங்களின் திரளாகக் கொள்ளலாம். ஒரு த்யூட்டானுக்கு அங்கே இடமுள்ளது.

வேறு விதமாய் சொல்கிறேன். ஒரு யுரேனிய உலை வேலை செய்யும்போது, அதில் உள்ள கலவை பிளவைக்கு உட்படும் பொருளும், உட்படாத பொருளும் சேர்ந்தது. உலையானது பிளவைக்கு உட்படாத பொருளை, உட்படு பொருளாக மாற்றுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுதான் மாற்ற முடியும்.



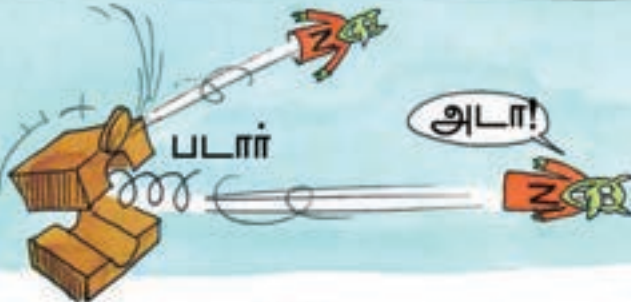
ஒரு த்யூட்டான் யுரேனியம் 238ன் கருவுக்குள் அமரும்போது...

அதை ப்ரூடோனியம் 239 ஆக மாற்றுகிறது. Pu239 பிளவைக்கு உட்படும் பொருள்.



'குறிப்பிட்ட அளவா?' எவ்வளவு அது?

உலையை எப்படி இயக்குகிறோம் என்பதைப் பொருத்து அது அமையும். முதலில், எல்லா திசையிலும் 20000 கி.மீ/ விநாடி எனும் வேகத்தில் (பிளக்கும் த்யூட்டான்கள்) வெளிவரும்.



வேக ந்யூட்ரான் உலைகள்

பிளவைக்கு உட்படாத U238 டோடு இந்த அதிவேக ந்யூட்ரான்கள் உறவாய் Pu239ஐ வினாவாய் உற்பத்தி செய்கின்றன.

என்ன செய்கிறாய்?



என்னுடைய உலைக்குள் U235 அதிகமாகக் கலக்கப்பட்ட தாதுவை நிரப்புகிறேன்.

பின்பு, பிளவைக்கு உட்படும் U238ஐ அதன் மேல் இடுகிறேன்.



வேக ந்யூட்ரான்கள் 20000 கி.மீ./ விநாடி எனும் வேகத்தில் உலையின் மையப்பகுதியில் உலவுகின்றன. அவை பதினாறாவாம் மில்லியன் டிகிரி வெப்பத்தில் இருக்கும்.

ழுன்று வருடங்களுக்குப் பின்னர்...

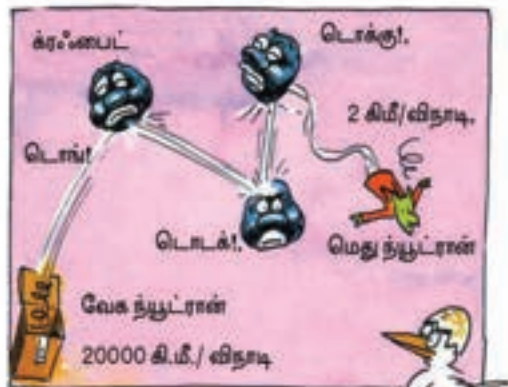
அட! நீ பயன்படுத்திய U235ஐ விட அதிகமாக Pu239 பெற்றிருக்கிறாய் அகத்தியா!! இது நல்லதொரு உற்பத்தி உலைய!!



இயல்புதானே இது! யோசித்துப் பார்! ஒவ்வொரு பிளவையும் இரண்டு வேக ந்யூட்ரான்களைத் தருகிறது. இவை இரண்டும் தனித்தனியே இரண்டு U235 உடன சேர்ந்து, இரண்டு Pu239ஐ உருவாக்குகின்றன.

மெது ந்யூட்ரான் உலைகள்

கேட்பியம் கொண்டு நான் ந்யூட்ரான்களை உட்கவருவேன். இதன் மூலம் வினையை கட்டுப்படுத்த (முழுவதுமாய் நிறுத்தக் கூட) முடியும். ஆனால், க்ரஃபைட் மற்றும் கன தீர் துணையால் ந்யூட்ரான்களை உட்கவராமல், வெறுமனே மட்டுப்படுத்த முடியும். இதனால் இவற்றை தனிப்பாளர்கள் எங்கிறோம்.



இந்த வழியில், ந்யூட்ரான்களின் வேகத்தை 2 கி.மீ./விநாடி அளவிற்குக் குறைக்கலாம். இதனால் அவற்றின் வெப்பநிலை மிகவும் குறைகிறது. இத்தகைய குளிர்ந்த ந்யூட்ரான் தொகுதி அணு உலையின் வெப்பநிலையில் இருப்பதாகவே தாம் கொள்ளலாம்.



சிறிதளவே Pu239 இதன் மூலம் உற்பத்தியாகிறது. இதன் மூலம் அதிவேக ந்யூட்ரான்கள் உலைகள் மூலம் கிடைப்பதைவிட ரொம்ப... குறைச்சல்.

இரண்டு உலைகளுக்கும் இடையே மிகத் தெள்ளிய பிரிவு ஒன்றும் கிடையாது. இவை இரண்டுக்கும் இடையில், 'மித வெப்ப' உலைகள் என்ற மூன்றாவது வகையும் உண்டு.



கதிரியக்கக் கழிவுகளால் தூண்டப்படும் கதிரியக்கம்



U235 மற்றும் Pu239 அணுக்கருக்கள் (பலவகைகளில்) இரு துண்டங்களாக பிளக்கின்றன. இதோ ஒரு எடுத்துக்காட்டு! ஸ்ட்ராண்ட்ஷியம் 94 (கதிரியக்கத் தன்மை உடையது) மற்றும் ஸெனான் 140. $94+140+1=235$ என்று பிளக்கும் U235.

இவை எல்லாம் வம்புதான். அணுப்பிளவையால் உருவாகும் விளைபொருட்கள் பலவும் மிக நீண்ட ஆயுட்காலம் பெற்றவை. அவை பன்னெடுங்காலம் கதிரியக்கத் தன்மை கொண்டே இருக்கும். ஸ்ட்ராண்ட்ஷியம் எலும்பில் ஒட்டிக்கொள்ளும் தன்மை உடையது. ஐயோஉன் தைராய்டில் ஐக்கியமாலும் வரம் பெற்றது. பன்னூடாண்டுகளாக அதிபயங்கரமானது - இரத்தம் புற்று, பிற புற்று நோய்களை விளைவிக்கக் கூடியது.



உலையின் கட்டமைப்பில் உள்ள பிற சாத்தமான அணுக்களும் கூட இந்தப் பிளக்கும் தீயூடான்களை உள்வாங்கிக் கொள்ளக்கூடும். இதன் மூலம் இந்த அணுக்களும் நிலையான தன்மை பறிபோய் கதிரியக்கப் பண்பு பெறக்கூடும். ஆபத்தான அணுக்களாய் மாறிவிடும் அபாயம் இதனால் அதிகமாகிறது.



கதிரியக்கத் தனிமங்களை அளக்கும் வழிகள்



அட்டர்! ஒரு உலை வெவ்வேறு ஆயுட்காலம் கொண்ட, நிலையற்ற பல கதிரியக்கக் கழிவுகளை உண்டு பண்ணுகிறது எனலாம்.


இல்லையில்லை. ஹீலியம் அணுக்கள், எலக்ட்ரான்கள் அல்லது எதிர்-எலக்ட்ரான்கள் போன்றவற்றை இந்தக் கருக்கள் வெளியிட்டு தங்கள் நிறையை குறைத்துக் கொள்ளும் சாத்தியம்தான் அதிகம்.

அப்படியென்றால், இந்தக் கருக்களும் தத்தம் போக்கில் பிளந்து கொள்ளும் என்கிறாயா?

அங்கே பார்! அகத்தியா அந்தக் கழிவுகளை வண்டியில் ஏற்றிப் போகிறான்.

பொடர்!

குறிப்பிட்ட தனிமங்களை உலைக்குள் செருகி, தயூடர்களின் தாக்குதல்களுக்கு உட்படுத்தி, அவற்றை கதிரியக்கத் தனிமங்களாக மாற்ற முடியும். இதுவே செயற்கை அல்லது தூண்டப்பட்ட கதிரியக்கம்.

தனியே தன்னத்தனியே,
தான் (தனிமங்களேடு) 
காத்து காத்து நின்றேன்

1930களில் ஃபிரெட்ரிக், ஐரீன் ஜூலியட் க்யூரி ஆகியோர் செயற்கை கதிரியக்கத் தனிமங்களைக் கண்டுபிடித்தார்கள். பின்னர் சில ஆண்டுகள் கழித்து அணுப்பிணைவுக்கு இது வழிகோலியது.

அங்கே பாள், அகத்தியாவே தெரியல, ஆனால் அவனோட கழிவு கூளத்துலேத்து. பூதங்கள் வந்துகிட்டே இருக்கு. பூதங்கள் எங்கிருந்து வருதோ, அங்கதான் அகத்தியாவும் இருக்கணும்!!

பொடேர்!

இணையம் 113 ;
ஆயுட்காலம் 4 மூ. கள்

ஒரு உத்தி! செயற்கை கதிரியக்கத்தால் வெளிவரும் துகள்களைத் தொடர்வதன் மூலம், அணுக்கருக்களின் பாணையைப் பின்தொடர முடியும்.

உயிரியல் மூலக்கூறுகளுக்குள் கதிரியக்க ஐசோடோப் கருக்களை உட்செலுத்தி (குறியிடல்), உயிர் திசுக்களின் இடப்பெயர்ச்சியைக் கண்காணித்துத் தொடர முடியும்.

அடக்கடவுளே! ஆயத்தான முறையிலே இங்கே யாரோ நிலைப்பாடற்றுக் கிடக்கிறார்களே!!

பொடேர்!

செயற்கை கதிரியக்கம் மூலம் பற்பல அமைதிவழிப் பயன்பாடுகளைப் பெறலாம். எடுத்துக்காட்டாக, கதிரியக்க பாஸ்பரஸ் ஐசோடோப்பை, பாஸ்பேட் உரத்தில் கலந்துவிட்டால் வயலில் இட்ட உரத்தின் போக்கைப் பின்தொடர முடியும்.

அணு-குண்டுகள்



வெடிமருத்து விஞ்ஞானம் அணுக்கரு இயற்பியல் மூலம் பலமடங்கு வளர்த்துவிட்டது. பிளவுதக்கூடிய (U235மற்றும் U239) இரண்டு பிண்டங்களை சட்டென ஒருங்கே கொண்டுவந்து, மாறுநிலை திறையை உருவாக்கி வெடிக்கும்போது, மிகத் தீவிரமான தொடர்வினை ஒன்றைத் தூண்டுகிறோம்.

இதோ இந்த இரண்டு சிறிய பிண்டங்களையும் தான் ஒன்று கூட்டுவதன் மூலம் மாறுநிலை திறையை பெறமுடிகிறது.



பலவகையான எண்ணிலடங்கா பூதப் பிசாசுகள் இதனால் வெளிவரும். கதிரியக்கக் கழிவுகள் வளிமண்டலத்தின் மேற்பரப்புவரை எழும்பும். மிக அதிக வெப்பம் வெளிப்படும்.



வெடிபொருள் வல்லுணாய் மாற உனக்குத் தேவை கொஞ்சம் பிளவுறு பொருட்கள். U235அல்லது Pu239. 100% கந்தமாய் இருந்தால் தேவல. இரண்டு வகையில் இதைச் செய்யலாம் - இயற்கை யுரேனியத்தை கத்திகரிப்பது அல்லது அருகாமையில் உள்ள உலையில்லுந்து அதன் ஒவ்வொரு கழற்சிக்குப் பின்னும் Pu239ஐ சேகாரம் செய்வது.

வருது, வருது, அட வருது வருது!



அணுக்கரு இணைவு



அப்போ எக்கச்சக்க வெப்பம் உடைய சூரியனுக்குள்ள ஏகப்பட்ட யுரேனியம் இருக்கணும், இல்லையா?

அப்படி இல்லை அகத்தியா. ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகளை ஒரு குடுவைக்குள் எடுத்துக்கொண்டு, அது விளைபுரிவிறதா என்று பார்.



மற்றும்! ஒன்றும் நடக்கல!

அதற்கான காரணம், விளைபுரியுத தேவையான அதிக வெப்பம் கிடைக்கவில்லை

கொஞ்சம் குடு பண்ணலாம்



என்ன ஆச்சு?



H₂O, நீர்



அப்படினா, நச்சுப் பொருட்களை உருவாக்காமலே கூட அதிக ஆற்றலை வெளியிடும் பற்பல வினைகள் உண்டு.

ஹைட்ரஜன்-ஆக்ஸிஜன் கலவையை (பாய்ம நிலையில்) பயன்படுத்திப் பறக்கும் வானூர்திகளைப் பயன்படுத்தினால் அவை மேகத் தடத்தை மட்டுமே விட்டுச் சென்றிருக்கும்.

அணுக்கரு கலவையை
எரிக்க முடியுமா?

அவற்றின் வெப்பநிலையைத்
தேவையான அளவு அதிகரித்தால்,
முடியுணும்.



ஹைட்ரஜன் கரு வேசானது. அதில் ஒரே ஒரு ப்ரோட்டான் மட்டுமே உள்ளது. ட்யூட்ரியம் மற்றும் டிரியம் இரண்டும் ஹைட்ரஜனின் இருவகை ஐசோடோப்புகள். கருவில் உள்ள நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கையால் இவை வேறுபடுகின்றன. இவை இரண்டும் சேர்ந்து ஹீலியத்தை தருகிறது.



ட்யூட்ரியம் மற்றும் டிரியம் ஜோடிகள் இதோ. கன ஹைட்ரஜன் வாயுத் தனிமங்களின் கருக்கள் இவற்றால் ஆனவை. சாதாரண வெப்பநிலையில் எலெக்ட்ரான்கள் இந்த ஜோடிகளை சுற்றிவந்து அவற்றின் இணைப்புக்கு வழி செய்யும். எனவே இந்த ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் இரு அணுக்களால் ஆனவை.



ட்யூட்ரியம் மூலக்கூறு



டிரியம் மூலக்கூறு

இவற்றின் கலியாட்டம் போயட்டமாக மாறும்போது, ஒவ்வொரு ஜோடியும் பிரிந்து விடும். மூலக்கூறு உடைத்துவிடும். தேனீக்கள் போல் வட்டமிடும் எலக்ட்ரான்கள் இப்போது தனித்தனி கருவை சுற்றிவரும்.



மூவாயிரம் டிகிரி வெப்பத்தில்..

நம்மால் முடியாதபடி சூரிய, இந்த கருக்களைச் சுற்றிச்சுற்றி வர, ஒரேயடியாய் குதிக்கிறார்கள்.

ஓப்பா..



ஆமாமாம், நான் ஓடிப்போறேன். ஆள விடுங்க.

வெப்பவாயு கொஞ்சத்தில் கருக்களும் சுட்டற்ற எலக்ட்ரான்களும் மிதக்கும் கூழ் போல் மாறுகிறது. ஒரு கொதிக்கும் கருக்குழம்பு.

குதி குதி, நல்லா குதி

150 மில்லியன் டிகிரியில் (எரி வெப்பநிலை) ஏதோ ஒன்று நிகழ்கிறது.

நாம நல்லவரா இருந்தா நல்லா இருக்கும்னு தோணுது.

குதியாட்டம்

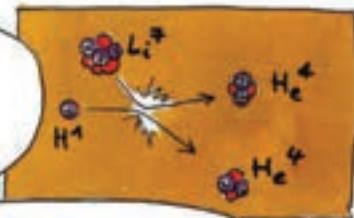
அப்படியா, சரி.

ஏதோ சதித்திட்டம்னு தோணுது.

சரிதான். இந்த வெப்பத்துல நிலைப்பாடு கிடைக்க அதுதான் வழி.

ஓம், இருக்க $2+3=5$, ஆனா ஹீலியத்துக்கு 4 நியூக்லியான போதுமே, அப்போ என்னைச் சேத்துக்க மாட்டீங்களை!

என்றாலும், நான் பலவித இணைவு வினைகள் இருப்பதைப் பார்க்கிறேன். நியூட்ரான்களை வெளியிடாத பல உள்ளன.



லித்தியம் 7 + ஹைட்ரஜன் 1 (லேக) தருவது

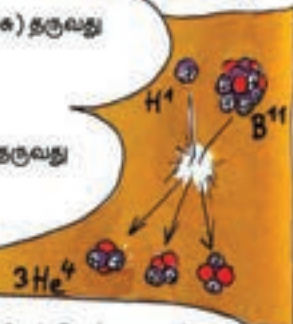
2 ஹீலியம் 4

$7 + 1 = 2 \times 4$

போரான் 11 + ஹைட்ரஜன் 1 தருவது

3 ஹீலியம் 4

$11 + 1 = 3 \times 4$



முதல் வினைக்கு 500 மில்லியன் டிகிரியும் இரண்டாவதற்கு கிட்டத்தட்ட ஆயிரம் மில்லியன் டிகிரி வெப்பமும் எரியூட்டத் தேவை!

ம்ம்... புரிகிறது. ஆனால் கருக்களை நாம் எப்படி சேர்ப்பது?



சூரியனின் மையப் பகுதியில் 15 மில்லியன் டிகிரி வெப்பமே உள்ளது. அங்கே மெதுமெதுவாய் கரு இணைவு திகழ்கிறது.

அட... சூரியனை கடைசியில் வெந்தழலுக்கு சமமாக்கி விட்டாயே!

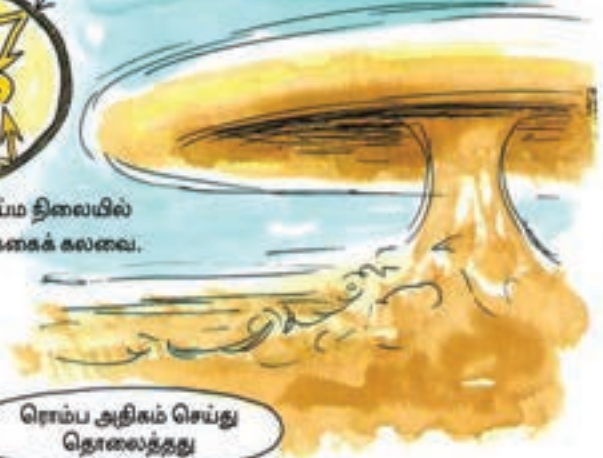
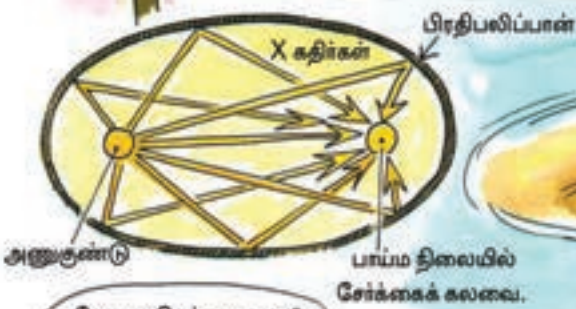


சரிதான் ஒரு தொடி நேரத்தில் வினைகள் ஏற்படுத்தக்கூடிய அணுக்கருத் 'தீ' வேண்டாமானால் 150 மில்லியன் டிகிரி வேண்டும்.





ம்ம்... புதிதாய் அணுசுண்டைத் தயாரிக்கும்போது, எட்வார்ட் டெல்லர், இணைவைச் சாதித்தார். எங்களுக்கு அதில் உடன்பாடு இல்லை என்றாலும், வேறுவழி இல்லை. அவருக்கு ஒரு யோசனை இருந்தது (*). எப்போதுமே நல்ல நல்ல யோசனைகள் உண்டு அவரிடம். ஒரு அணுசுண்டு வெடிக்கும்போது, முதல் விநாடியின் பத்து லட்சத்தில் ஒரு சில பங்கில் X-கதிர்களை மிக அதிக அளவில் உமிழும். பிரதிபலிப்பான்கள் போன்ற அமைப்புகளின் துணையோடு, டீப்டீரியம்-டீரியம் கலவையால் செய்யப்பட்ட இலக்கின்மேல், இந்த X கதிர்களைக் குவிக்கவேண்டும் என மொழிந்தார் டெல்லர்.



வேலை செய்ததா அது?



சொம்ப அதிகம் செய்து தொலைத்தது

(*) போலின்போது, லாஸ் அலமோஸின் ஆராய்ச்சியாளரான எட்வார்ட் டெல்லர், 'How I stopped worrying and learned to love the bomb' எனும் திரைப்படத்தில் வரும் டாக்டர். எட்ரேஸ்லவ் எனும் பாத்திரத்துக்கான மாதிரியும் கூட.

U238 ஐ வைத்து ஒரு பிரதிபலிப்பான் கூட வடிவமைத்தாள் டெல்லர்.

அது என் U238?

அட, யோசி! ஊறடாஜன் குண்டு வெடிக்கும். தீபூட்டரான்கள் வேகவேகமாய் வெளிவந்து ஈணுபொருள் U238 ஐ தூக்கும். அதை பிளவுறு பொருளான Pu239 ஆக மாற்றி, உடனே அதை பிளக்கச் செய்யும்.

அட அட அட! என்ன ஒரு பிளவை - இணைவு - பிளவை குண்டு

தீசை ஆற்றுப்படுத்தப்பட்ட ஆற்றல் மூலம் சேர்க்கை



(பாய்ம நிலையில் இருத்த) டீபூட்டீரியம்-டீசீடியம் கலவை கொண்டு அணுக்கரு இணைவு முயற்சி செய்யப்பட்டது. பலவித கதிர்கள், வலுவான லேசர்கள், எலக்ட்ரான்கள், கருக்கள் என முடுக்கிகள் வெளியிடும் பல்வேறு துகள்கள் பலவித ஆற்றல்களோடு கலவைமேல் பாய்ந்தன. தேவைப்பட்ட சக்தியோ அபாரமானது. இந்த வெப்ப அணுக்கரு வினையை பற்றவைக்க, தேவைவான ஆற்றல் எவ்வளவு தெரியுமா? ஃப்ரான்ஸ் நாடு அளவிலான ஒரு சூரிய பிரதிபலிப்பான் ஒரு மி.மீ. கோளத்தின் மேல் குவிக்கும் அளவானது. அதுவும் ஒரு விதாடியின் மில்லியனில் ஒருசில ஆயிரம் பகுதிகள் மட்டுமே!

இந்தக் கணதேர ஆற்றல் அளப்பரியது. ஒப்பீட்டில் உலகின் மொத்த ஆற்றலே இதன்முன் சிறியதுதான். எவ்வளவு தெரியுமா?

முடிவுரை



அணுக்கரு ஆற்றல் நமக்குத் தேவை. இருத்தாலும் பிளவை, இணைவு இரண்டாலும் பாதகம் உள்ளது.

எடுத்துக்காட்டிற்கு கொடுக்க சூழிவு.

என்ன செய்ய?

பல விபத்துக்களுக்கான ஆபத்துகள். ஒரு உலை தேவைக்கு அதிகமாக குடேறிவிட்டால், அதிலுள்ள இரும்பும் கொள்கலக் கட்டுமானமும், அதன் அடித்தளமும் கூட உருகிவிடும். (சைனீஸ் என்ட்ரோம்*). பிளவைக்கு உட்படுத்தப்படும் முழுத்திரளும் உருகி பூயிக்குள் புகுத்துவிடும். நம்முடைய கட்டுப்பாட்டில் இது தைபும் நிறுத்தமுடியாது.



40 வருடங்கள் என்பது ரொம்ப அதிகம் கிடையாது. அணுக்கரு காலகட்டத்தின் துவக்கத்தில்தான் நாம் இருக்கிறோம்.



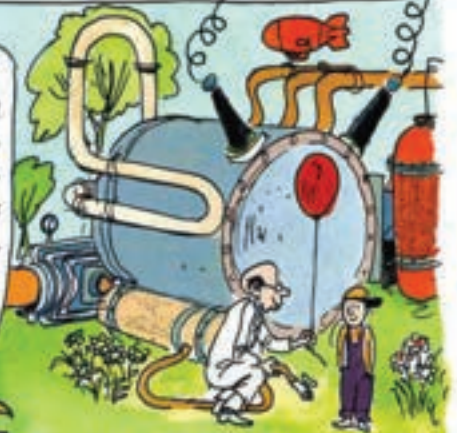
எனக்கென்னவோ, வருங்காலத்தில் புரட்சிகரமான வளர்ச்சி ஏற்படும். அது அடிப்படை சிக்கல்களைத் தகர்த்துவிடும்- அதுவும் பிளவைச் சார்ந்தில்லாமல் இணைவு சார்ந்தவையாக இருக்கும் என்றே தோன்றுகிறது.

* அணு ஆராய்ச்சியாளர்களின் கற்பனைப்படி, அணுக்கரு உலை ஒன்று உருகி உலகின் ஒருபுறம் புகுத்து, சீனா வழியாய் மறுபுறம் வெளிவந்து வழித்தோடுவது.

கோபாட்டளவில், இளைவு விளைகளில், கட்டற்ற தியூட்ரான்களின் தலைமீடு இல்லாத பட்சத்தில், இளைவு கருக்குழம்பை எல்லைக்குள் அடைத்துவிட முடியும். அதற்கு சக்திவாய்ந்த காந்தப்புலன் கருவிகள் தேவை. (பெரும் காந்தப் புலங்களின் விளைவாக மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்கள் விலகி ஓடிவிடும்.)

அழகிய வொற்காவம்!

அணுக்கரு நிலையம் அதோ! மாகபடுத்தாத வித்தியம் - ஹைட்ரஜன் அல்லது போரான் - ஹைட்ரஜன் எரிபொருள், விளைவின் விளைபொருள் ஹீலியம் மட்டுமே, அதையும் பறான்களை ஊதிப்பெருக்க பயன்படுத்தலாம்.



இத்தக் களைவை கேட்கும்போதே சிரிப்பு வருகிறது.

வெப்ப ஆற்றல் இங்கே உருவாக்கப்படுகிறது பார். அட, சாரணங்கள் மூடியிருக்கின்றன. புகைபோக்கியும் காணோம்.

உண்மைதான் தீராவியும், கரியமிலவாயுவும் உருவாகின்றன. இவற்றை அதிகம் கவாசிக்கக் கூடாது.



இதை குறைந்த வெப்பநிலையில் செய்து முடிக்க விளைணக்கி ஏதேனும் இருக்குமா?



ஏற்கனவே ஒன்றை அறிவோம்: காப்பன்.

சூரியனின் மையத்தில் உள்ள கொதிக்கலனின் வெப்பநிலை 15 மில்லியன் டிகிரிசென்ஸு எனும் போது, அதுமட்டும் எப்படி இணைவுமூலம் வேலை செய்கிறது- எரியூட்டத் தேவையான 150 மில்லியன் டிகிரியைவிடப் பத்து மடங்கு குறைச்சலாக உள்ளபோது எப்படி கீது நடக்கிறது?

அவ்வா! காம்பன் இதற்கு வினை ஊக்கியாகச் செயல்படுகிறது. சிக்கலான வழிமுறைதான்! தேவையான போதெல்லாம் நடுநடுவே அது தலையை நுழைக்கிறது. கிறந்தாலும் கடைசியில் மீள் உருவாக்கம் அடைகிறது.

முதலில் ஹைட்ரஜன் 1ம் காம்பன் 12ம் சேர்த்து எத்ட்ரஜன் 13ஐத் தருகின்றன. இது கடைசியில் எத்ட்ரஜன் 15 ஆக உருப்பெற்றுகிறது. எத்ட்ரஜன் 15 + ஹைட்ரஜன் 1 = காம்பன் 12 + ஹீலியம் 4 (பெத்தே கற்று).

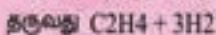
இது ரொம்ப ரொம்ப திரானமானது. சூரியனுக்கு வேற ஜோலி ஒன்றும் கிடையாது. அதுக்கு பரவாயில்லை.

ம்யூஆன்கள்

சூரியந்த வாயுக் கலவையில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் மேல் மின்னணுக்களை மின்னிறக்கம் மூலம் மோத வைப்பதால் சிக்கலான வேதியியல் வினைகளை உருவாக்க முடியும்.



எடுத்துக்காட்டு



எலக்ட்ரான்களை ஒத்திருப்பதும், பல கருக்களை ஒருங்கே சேர்ப்பதுமான துகள்கள் ம்யூஆன்கள். மூலக்கூறுகளில் எலக்ட்ரான்களுக்கு பதில் ம்யூஆன்களை பொறுத்தலாம்.

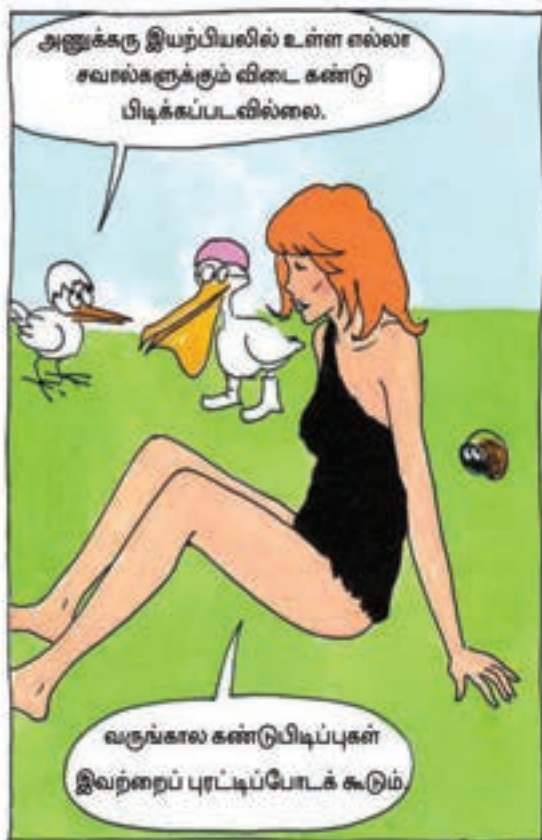
வெதுவெதுப்பான கலவையை ம்யூஆன்கள் கொண்டு, ஏன் தாக்ககூடாது?

அது வேலை
செய்கிறதா?

சிக்கல் ஏதுமில்லை. முடுக்கியில் ம்பூஆள்களை உருவாக்க
நமக்குத் தெரியும். ட்யூட்டியம் டீட்டியம் கலவையை அவை
மோதும்போது, ஹீலியம் உருவாகும். அங்கே இணைவு
நடக்கிறது. ஆய்வுக்கூடத்தில் நாம் சில துகள்களைக்
கொண்டு செய்யும் இந்த துண் இயற்பியல் சோதனைக்கும்,
தொழிற்கூடத்தில் செய்யப்படும் மிகப் பெரிய அளவு
செயல்பாட்டிற்கும் மிகப்பெரும் தொலைவு உள்ளது. நாம்
கடக்க வேண்டிய தூரம் அதிகம்.

கருக்களின் கழற்சியோடு கொஞ்சம் வினையடலாம். வாங்க! அவர்களை ஜோடிகளாக
ஆட விடுவதற்குப் பதில் மூவராய் ஆட விடலாம். இதனால் மோதலின் பலன்
அதிகரிக்கிறது.









வாசித்தோர் கருத்து

1. கண்டேன் ஆற்றலைப் புத்தகத்தின் எளிமையான தமிழும், சித்திரங்களும், அகத்தியா மற்றும் சக்தி கதாபாத்திரங்களும் என்னை ஈர்த்தன. இதன் மூலம் கற்றல் கலையாக இன்னமும், கலையாக இருந்தது. வேதியாற்றல், அணுக்கரு ஆற்றல், அதன் நிலைத்தன்மை, மிளவை, உலைகள், இணைவு, தனிமத்தின் கதிரியக்க காலம், ஆற்றல் மாற்றம் மற்றும் தொடர் வினைகள் பற்றி அறிந்து கொள்வது எளிதாகவும் வேடிக்கையாகவும் இருந்தது. ஸ்கிரிப்ட் உருவாக்கப்பட்ட விதம் மிகவும் சுவாரஸ்யம்.

பேச்சுவழக்கு மொழியில் படித்ததால், மனதில் பதியும்படி இருந்தது. என் நண்பர்களிடம் இந்த அருமையான புத்தகத்தைப் பற்றிப் பகிர்வேன்.

இதன் தொடர்ச்சி நூல் வழியாக அடுத்த அறிவியல் பாடத்தை வாசிக்க விரும்புகிறேன். மேலும் இவை கார்ட்டூன் வீடியோக்களாக வந்தால், அறிவியல் பாடம் கொண்டாட்டம்தான்!!!

ச. ஐஸ்வர்யா

வகுப்பு 8

செட்டிநாடு ஹரிஸ்ரீ வித்யாலயம், சென்னை.

2. எட்டு, ஒன்பது, பத்து வகுப்புகளில் உள்ளவர்களின் அடிப்படை அறிவை வளர்க்கும் புத்தகம் கண்டேன் ஆற்றலை. இப்புத்தகத்தின் மூலம் நிலை ஆற்றல், இயக்க ஆற்றல், அணுக்கரு ஆற்றல் பற்றிய கடினமான கருத்துகளை எளிதில் புரிந்து கொள்ளலாம். இவற்றை விளக்கும் கார்ட்டூன் படங்கள், படப்பலகை அதில் மூலக்கச் செய்தின்றன. படங்களும், கதைபடிவம் வாசிக்கும் ஆர்வத்தைத் தூண்டுகிறது. இவை மிகத் தெளிவாய் இயற்பியல் கருத்துகளை விளக்குகின்றன.

- மிருனா, வகுப்பு 10C,

DAV Girls Senior Secondary School,

முகம்பேர், சென்னை.

3. அறிவியலைக் கதைவடிவில் படிக்க வித்தியாசமாக இருந்தது.
பாடப் புத்தகத்தையும் இப்படி மாற்ற வேண்டும்.

கோபி, வகுப்பு 10

அரசு ஆண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
கண்ணமங்கலம், திருவண்ணாமலை மாவட்டம்.

4. பூதங்கள் சூப்பர். இனி என்ன பாடங்களையும் பூதங்களாகக் கற்பனை
செய்து படிப்பேன்.

ஹெபர், வகுப்பு 11

SH பண்ணாட்டுப் பள்ளி
மார்த்தாண்டம், கன்னியாகுமரி மாவட்டம்.

5. அணுக்கருவியல் பாடத்தை ஆசிரியர் நடத்தும்போது இந்தப் பூதங்கள்தான்
என் மனதுக்குள் வந்தன. இந்தக் கதையை வைத்துத் தேர்வில் கேட்கும்
கேள்விகளுக்கு என்னால் பதில் எழுத முடியும்.

அ. ஹானஸ், வகுப்பு 12

அரசு ஆண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
சாயல்குடி ராமநாதபுரம் மாவட்டம்

6. ஆறாம் வகுப்பு முதல் ஆற்றல் பற்றிப் படித்து வருகிறேன். கதை வடிவில்
ஆற்றலைப் பற்றி இதுவரை படித்ததில்லை. எளிதாகப் புரிந்தது.

புஷ்பராஜ், வகுப்பு 12

அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி
கொட்டாரம்
கன்னியாகுமரி மாவட்டம்

7. இந்த உலகம் முழுவதும் ஆற்றலால் நிறைந்துள்ளது என்பதைத்
தெரிந்து கொண்டேன். நன்றி.

பவதாரினி, வகுப்பு 12

அரசு மேல்நிலைப்பள்ளி
மாங்குடி, சிவகங்கை மாவட்டம்.

விளையாட்டாய் அறிவியல் கற்க சில வலைத்தளங்கள் இதோ!

அறிவியல் தகவல்களை எங்கே பெறலாம், இது தொடர்பானப் புத்தகங்கள் எங்கே கிடைக்கும் என சில குழந்தைகள் தேடிக்கொண்டே இருப்பார்கள். அவர்களுக்கான சில தகவல்கள் இதோ! இது ஒரு தொடக்கப் புள்ளியே!

1. <https://www.arvindguptatoys.com> - ஆசிரியர்களுக்கும், பெற்றோர்களுக்குமான மிகப்பெரிய புத்தகக் களஞ்சியம் இது. பல நாட்டினரின் கல்வி, அறிவியல் சார்ந்த புத்தகங்கள் இங்கே கொட்டிக் கிடக்கின்றன, தேவைக்கு ஏற்றபடி, தேட வேண்டியது மட்டுமே நம் வேலை. மிகச் சிறுகுழந்தைகள் முதல் ஆராய்ச்சி மாணவர் வரை பலருக்கும் தேவையானப் புத்தகங்கள், ஆவணக் கட்டுரைகள், படக்கதைகள், பன்மொழிப் புத்தகங்கள் இத்தளத்தில் உண்டு.

2. <https://www.arvindguptatoys.com/toys-from-trash.php> - இரண்டாம் வகுப்பு முதல் பத்தாம் வகுப்பு வரை உள்ள யாருக்கும் உதவும் தளம் இது. துறுதுறு குழந்தையின் பெற்றோர் ஒவ்வொருவரும் கேட்கும் கேள்வி, “என்ன வேலை நந்து அவர்களை ஒருமுகப்படுத்தலாம்?” இக்கேள்விக்கான விடை இவ்வலைத்தளத்தில் உள்ளது. கையில் உள்ள கைபேசியைத் தூர வைத்துவிட்டு, வயதுக்கு ஏற்ற வாழ்க்கைக்குப் பயனுள்ள பல செய்முறைகளை இதன் மூலம் கற்கலாம். பெற்றோர் தங்கள் குழந்தைகளோடு பிணைப்பை வளர்க்க, விளையாட்டாய் ஏன்? எப்படி? என யோசிக்கச் செய்ய, செலவில்லாமல் நம்மைச் சுற்றி உள்ளனவற்றை வைத்து அறிவியலைப் புரிந்து கொள்ள இவ்வலைத்தளம் பயன்படுகிறது. விடுமுறை நாட்களை அழகாய் கழிக்கலாம். மேலும் குழந்தைகள் தாங்களே படித்துப் புரிந்து கொள்ளும் திறனை வளர்த்துக் கொள்ளமுடியும். இது போதாதா!

3. <https://www.arvindguptatoys.com/math-magic.php> - கணக்கை விளையாட்டாகக் கற்க முடியும் இங்கே. குழந்தைப் பருவத்தில் கணக்குக் கசப்பாகிப் போனால் என்ன? அதை மாற்ற இது பெரியவர்களுக்கும் உதவும் என்றால், பள்ளிச் சிறுவர்களுக்குச் சொல்லவா வேண்டும்! அதுவும் குறும்புக்கார குழந்தைகளுக்கு இதில் உள்ள புதிர் எல்லாமே ரொம்பப் பிடிக்கும்.

4. <https://www.arvindguptatoys.com/films.html> - ஒவ்வொரு பெற்றோரும் ஆசிரியரும் அவ்வப்போது பார்க்க வேண்டிய மிகச்சிறந்த அறிவியல் காணொளிப் பெட்டகம் இது. பல மொழிகளிலும் இந்த அறிவியல் காணொளிகள் மொழிபெயர்ப்புச் செய்யப்பட்டுள்ளன. பேசக் கற்றுக் கொள்ளும் மழலைக்கும் கூட இதில் வினையாடக் கொண்டே கற்றுக் கொள்ள செயல்பாடுகள் உண்டு. புத்தகமும் வகுப்பறையும் தான் கற்கும் வழி என்பது அல்ல. மனனம் செய்வதும், தேர்விற்காக மட்டுமே படிப்பதும் வாழ்க்கைக்கு உதவாது என நம்பும் ஒவ்வொருவரும் கற்க இங்கே எந்தணையோ உண்டு. ஒரு வாழ்க்கை போதாது, இங்குள்ளதைப் புரிந்து கொள்ள!

5. <https://vignyanpratibha.in/index.php/learning-units> - தோறமி பாபா அறிவியல் கல்வி மையம், எட்டாம் ஒன்பதாம் வகுப்புப் படிப்போரின் (பிற வகுப்பினரும் இதனால் பயன் பெறலாம்) தேவையை மனதில் கொண்டு தயாரித்துள்ள பல செயல்பாடுகள் இங்குண்டு. தமிழ், மராத்தி, ஆங்கிலம், மலையாள மொழிகளில் படிக்கலாம். தங்களிடம் உள்ள பொருட்களைக் கொண்டே அறிவியல் கற்கமுடியும், வசதி தடையாக இருக்கக் கூடாது என்பதை மனதில் கொண்டு இந்த வகைதளம் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. உன்னிப்பாய் கவனிப்பது எப்படி?, அளவிடுதல் எப்படி?, இவற்றை வைத்து ஒன்றை மதிப்பிடுவது எப்படி?, கணக்கிடுவது எப்படி? என்பதை பெயர்லாம் மிக அழகாக சொல்லித்தரும் செயல்பாடுகள் இதில் உண்டு. அந்த வகுப்பில் படிக்கும் பல அறிவியல் கோட்பாடுகளை ஆழமாய் புரிந்து கொள்ள உதவும் இத்தளம். இதன் மூலம் அறிவியலை, கணிதத்தைப் புரிந்து கொண்டுவிட்டால், மனதைவிட்டு வாழ்நாள் முழுதும் நீங்காது.

6. <https://smallscience.hbcse.tifr.res.in> - நம்மைச் சுற்றியுள்ளவை என்னென்ன, அவற்றின் பண்புகள் என்ன, செடியும் பூவும் ஈயும் குரங்கும் என்ன சொல்லித் தருகின்றன, காற்றும் கதிரும் மண்ணும் நமக்கு ஏன் முக்கியம்? என அனைத்தையும் மிக எளிதாய் குழந்தைகள் மொழியில் பேசும் புத்தகங்கள் இதில் உண்டு. ஒவ்வொரு பெற்றோரும் வைத்திருக்க வேண்டியவை இவை.

7. <https://vignyanprasar.gov.in/publications/online-sale-books> - நம் நாட்டின் மிக முக்கிய முன்னெடுப்பு இது. அறிவியல் கண்டுவிடிப்புகள், விஞ்ஞானிகள் வரலாறு, அறிவியல் கோட்பாடுகள் பற்றிய விளக்கம், தற்கால தொழில்நுட்பம் எனப் பலவற்றையும் இத்தளத்தில் தெரிந்து கொள்ள முடியும்.



முனைவர் **உத்ரா துரைராஜன்** அவர்கள் சென்னை, அரும்பாக்கம், துவாரகநாள் கோவந்தன்தாள் வைணவக் கல்லூரியில் 26 வருடங்களாக ஜெயர்வியல் துறையில் பணிபுரிந்து வருகிறார். துறைத் தலைவியாக கடந்த பதினைந்து வருடங்களாக இத்துறையை வழிநடத்தி வருகிறார். இவர் தலைமையின் பல் அறிவியல் மாநாடுகள், கருத்தரங்குகள், ஆசிரியர் பணிமனைகள், பள்ளி மாணவர்களுக்கான செய்முறை அறிவியல் பரிகாரங்களுள் பல நடத்தப்பட்டுள்ளன.

அன்றாட வாழ்க்கையில் அறிவியல், விஞ்ஞானிகளும் அவர்தம் கண்டுபிடிப்புகளின் வரலாறும் மற்றும் அறிவியலால் நம்நாட்டை உயர்த்திய பல அறிவியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கை முகாண்டவை பொதுமக்களுக்குச் சென்றடையே இவர் தமிழில் பல கட்டுரைகள் எழுதியுள்ளார். இவை பல அறிவியல் இதழ்களில் வெளிவந்துள்ளன. நிறமாதலையலிதும் அறிவியல் கல்வி சார்ந்தும் இவர் பல ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைகள் வெளியீட்டுள்ளார்.

இந்திய அறிவியலில் சாதனைபுரிந்துவரும் பெண் விஞ்ஞானிகள் நால்வரின் வரலாற்றை மத்திய அரசின் 'ஸிக்யான் விஜயி' திட்டத்தின் கீழ் ஆங்கிலத்தில் வரைந்துள்ளார். ஜெனாமிப்பா அறிவியல் கல்வி மையத்தில் 'ஸிக்யான் பரீட்சா அறிவியல் கையேடுகள்' இவருடைய தமிழ் மொழிபெயர்ப்பில் அணு ஆற்றல்துறையின் உதவியோடு வெளிவந்துள்ளன. உயர்கல்வி மாணியக் குழுவின் உதவியுடன் 'கரிமக் காலடித்தடம்' பற்றிய செயல்திட்டம் (Project) ஒன்றை முடித்துள்ளார். இந்திய அரசின் உயிர்வெழில்நட்பத் துறையின் நிதிவகுதியுடன் மடிப்பு நுண்ணொக்கிகளைப் பள்ளிகளுக்கு எடுத்துச் சென்றுள்ளார்.

தமிழ்நாடு பாடநூல் மற்றும் கல்வியியல் பணிகள் கழகத்தின் முன்னெடுப்பான முத்தமிழ் அறிஞர் மொழிபெயர்ப்பு திட்டத்தின் கீழ் அறிவியல் புத்தகங்களைத் தமிழில் மொழிபெயர்த்திருக்கிறார். பள்ளி ஆசிரியர்களுக்கு அறிவியல் பணிமனைகள் மூலம் வழிகாட்டி வருபவர்.

பேரறிஞர் அறிந்த குந்தா அவர்களின் அடியொற்றி, பல அறிவியல் கண்ணாடிகளை இவர் தமிழில் மொழிபெயர்த்துள்ளார். இவை தமிழ்நாடு முழுமையும் உள்ள பல பள்ளி மாணாக்கருக்கு அறிவியல் கற்க உக்கமளிக்கிறது.

அறிவியலைப் பொதுமக்களுக்குப் பயன்படும் வகையில் எடுத்துச் செல்வது கல்வியாளர் கடமை என நினைத்துப் பயணிப்பவர். கற்றல் குறைபாடு உடைய குழந்தைகளுக்கும், அவர்களின் பெற்றோர்களுக்கும் வழிகாட்டியாய் இருப்பவர். பல்துறை அறிவு, பன்னாட்டின் கற்றல், இலக்கல்வி முறை போன்றவற்றின் முக்கியத்துவத்தைப் புரியவைக்கும் அறிவும் அடுத்த தலைமுறைக்கு எடுத்துச் சொல்பவர். இவரின் பரிகார மாணவ மாணவியர் மண்பயணுற பல்வேறு பணிகளில் நிறைவாக வாழ்கின்றனர்.

ஜோதி பதிப்பகம்

நெ. 2/1067, 11 ஆவது தெரு. 2 ஆவது குறுக்கத் தெரு
 முகப்பெர் மேற்கு, சென்னை - 600 037.
 கைமொ. : 9940190616

