சூரிய சக்தி

டாக்டர் கே. எஸ். கிருஷ்ணன்

இடைவிடாது எரிந்து வரும் தீபங்களை அக்ஷய தீபங்களென்றும், நந்தா விளக்குகளென்றும் சொல்லுவது வழக்கம். இச் சொற்கள் சூரியனுக்கும் சூரியனைப் போன்ற மற்ற நக்ஷத்திரங்களுக்குமே பொருந்தும். சென்ற இருநூறு கோடி வருஷங்களாக இடைவிடாது இவை பிரகாசித்து வருகின்றன. இன்னும் எத்தனையோ கோடி வருஷங்கள் பிரகாசித்து வருமென்பதில் சிறிதும் சந்தேகமில்லை. இவ்வளவு நீடித்த காலமாகப் பிரகாசித்து வருகின்றனவே: ஆகையால் நம் கோயில்களி லுள்ள நந்தா விளக்குகள் போல் பிரகாசம் குன்றியிருக்குமோ என்று எண்ணலாகாது. சூரியனிடமிருந்து வெளிப்பரவும் சக்தி எளிதில் அளவிட முடியாதது. இவ்வளவு ஏராளமாகவும், இத்தனை கோடி வருஷங்களாகவும் சூரியனிடமிருந்து வெளிப்பரவி வரும் இந்த அபார சக்திக்கு அடியென்ன? இந்தக் கேள்விக்குப் பதிலளிப்பதே இக் கட்டுரையின் முக்கிய நோக்கம்.

இந்தக் கேள்விக்கு நாம் அளிக்கும் பதிலைப் பொறுத்தது சூரியனைப் பற்றிய மற்றொரு முக்கியமான கேள்விக்குப் பதிலும். அக்கேள்வி யாவது, சூரியனுடைய உஷ்ண நிலை அதிகரித்து வருகிறதா அல்லது குறைந்து வருகிறதா? சூரியனுக்கு எரிந்து முடிவா அல்லது குளிர்ந்து முடிவா?

இக்கேள்வி காமன் பண்டிகையைப் பற்றிச் சில வருஷங்களுக்கு முன் மதுரையிலும் தென்னாட்டில் மற்ற இடங்களிலும் நடந்த ஒரு ஓயாத விவாதத்தை எனக்கு ஞாபகமூட்டுகிறது. காமனைச் சிவனார் எரித்தா ரென்று ஒரு சாரார்: காமனைத் தகனம் பண்ணிப் பண்டிகையை முடிப்பது இவர்களது வழக்கம். காமனைச் சிவனார் எரித்தாரென்று ஒப்புவதில்லை மற்றொரு கக்ஷியார்: இவர்கள் காமன் விக்ரஹத்தை நீரிலிட்டுப் பண்டிகையை முடிப்பார்கள். இவ்விரு கக்ஷிகளையும் மதுரையில் எரிந்த கக்ஷி, எரியாத கக்ஷி, என்று வழங்குவார்கள்.

இதே மாதிரி சூரியனுடைய அந்திம தசையைப் பற்றியும் பௌதிக விஞ்ஞானிகளுக்குள் இரண்டு கக்ஷிகளுண்டு. சூரியனுடைய உஷ்ணம் நாளுக்கு நாள் குறைவுபட்டு வருகிறதென்றும், நாளடைவில் சூரியன் குளிர்ந்து விடுமென்றும் ஒரு கக்ஷி. சென்ற நாலு வருஷங்களாக இக்கக்ஷி வலியிழந்து வருகிறது. சூரியனுடைய சக்திக்கு அடியென்ன என்று விசாரிக்கும்போது சூரியனுடைய உஷ்ணநிலையும் பிரகாசமும் குறை வின்றியே நாளுக்கு நாள் அதிகரித்துக்கொண்டே வருகின்றன வென்றும், சூரியனுக்கு எரிந்தே முடிவு என்றும், இம்முடிவு சுமார் ஆயிரம் கோடி வருஷங்களுக்கப்பால் ஏற்படுமென்றும் தெரிய வருகிறது. இந்த எரிந்த கக்ஷியே தற்காலம் பௌதிக விஞ்ஞானிகளில் அநேகர் ஒப்புக் கொள்வதும்.

சூரியனிட மிருந்து வெளிப்பரவி வரும் சக்தி அபாரமான தென்று சொன்னேன். நமக்குத் தெரிந்த சக்திகளை யெல்லாம் காட்டிலும் எத்தனையோ கோடி மடங்கு அதிகமானது என்று காட்டுவதற்காக அந்த சக்தியின் சில அம்சங்களை மதிப்பிட்டுச் சொல்லுகிறேன். இப்பொழுது நடந்து வரும் யுத்தத்திற்கு முன்பு, ஒரு வருஷத்தில் சுமார் 130 கோடி டன் நிலக்கரியும், 27 கோடி டன் பெட்ரோலியம் போன்ற மண் எண்ணெய்களும், $5\frac{1}{2}$ கோடி டன் எண்ணெய் வாயுக்களும் பூமியி லிருந்து எடுத்து உபயோகப்பட்டு வந்தன. இவைகளைத் தவிர, விறகு, மர எண்ணெய் முதலியவைகளும் உபயோகப்பட்டு வந்தன. இவைகளை எரிப்பதாலுண்டாகும் சக்தியை யெல்லாம் கூட்டிப் பார்த்தால் சூரியனிட மிருந்து பூமிக்கு ஒரு வருஷத்தில் கிடைக்கும் சக்தியில் லக்ஷத்தில் ஒரு பாகங் கூட ஆகாது. சூரியனிட மிருந்து வெளிப்பரவும் மொத்த சக்தியில் பூமிக்குக் கிடைப்பதோ இருநூறு கோடியில் ஒரு பாகந் தான்.

சூரியனுடைய அபாரமான சக்தியை இன்னொரு விதமாகவும் எடுத்துக் காட்டலாம். சூரியனிடமிருந்து வெளிப்பரவும் சக்தியில் பூமிக்குக் கிடைப்பது இரு நூறு கோடியில் ஒரு பாகந் தான் என்று சொன்னேன். பூமியின் மொத்தப் பரப்பு சுமார் இருபது கோடி சதுர மைல். இதில் ஒரு சதுர மைல் பரப்புள்ளதும், பூமியின் மத்திய ரேகைக்கு அருகிலுள்ளதுமான ஒரு பிரதேசத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். இச் சிறு பிரதேசத்தில் ஒரு பகலில் கிடைக்கும் சூரிய கிரணங்களின் சக்தி மூவாயிரம் டன் நிலக்கரியை எரிப்பதாலுண்டாகும் சக்திக்குச் சமமாகும். இதைக் கணக்கிட்டுப் பார்த்தால் இப் பிரதேசத்தில் நடுப் பகலில் கிடைக்கும் வெயிலின் சக்தி ஒரு சதுர கஜத்திற்கு ஒன்றரை ஹார்ஸ் பவர் (Horse power) வீதம் என்று தெரியவரும். அதாவது ஒரு மோட்டார் வண்டியின் கூட்டில் காயும் வெயிலின் சக்தி, பெட்ரோலியமோ, வேறு எவ்வகையான எரி பண்டமோ உபயோகப் படுத்தாமல் அவ்வண்டியை ஓட்டுவதற்குப் போதுமானதாக இருக்கும்.

பூமியில் காயும் வெயிலில் இவ்வளவு ஏராளமான சக்தி யிருந்தும், அதில் உபயோகப்பட்டு வருவது மிகச் சிறியதொரு பாகம்தான். இந்த உபயோகமுங் கூட மரஞ் செடிகளின் பிரயத்தனத்தால் நடந்து வருகிறதே யொழிய, மனிதப் பிரயத்தனத்தால் இல்லை. மனிதன் வெயிலை உபயோகப் படுத்துவ தெல்லாம் ஏதோ விளையாட்டுப் போல். அரிசோனாப் (Arizona) பாலை வனத்தில் சில இடங்களில் தங்கி யிருப்பதற்கு வசதியும், குளிர்ந்த பானங்கள் வழங்குவதற்காகக் குளிராக்கிகளும் (Refrigerators) அமைத்திருக்கிறார்களாம். நம் வீடுகளில் மின்சார சக்தியை உபயோகப்படுத்தியோ அல்லது எரி பண்டங்களை உபயோகப்படுத்தியோ குளிராக்கிகளை நடத்தி வருகிறோம். இதற்குப் பதிலாக அரிசோனா விடுதிகளில் அமைத்துள்ள குளிராக்கிகளை வெயிலின் சக்தியை உபயோகப்படுத்தி நடத்துகிறார்களாம். இது லாபகரமான வழியல்ல. சந்தனக் கட்டையையோ நெய்யையோ எரித்து முகம் கழுவ வெந்நீர் போடுவதை ஒக்கும் இது.

சூரியனிடமிருந்து நமக்குக் கிடைக்கும் ஏராளமான சக்தியில் சிறிது பாகந்தான் உபயோகப்பட்டு வருகிறதென்றும், அச் சிறு பாகமும் மரஞ் செடிகளின் உதவியால்தா னென்றும் சொன்னேன். மரஞ் செடிகள் சூரிய கிரணத்தி லிருக்கும் சக்தியைக் கிரகித்து, அதைச் சேமித்து வைக்கும் திறமை வாய்ந்தன. விறகையோ, விளக்கெண்ணெய் போன்ற எண்ணெய்களையோ, அல்லது பூமியிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட மண்ணெண்ணெய்களையோ, நிலக் கரிகளையோ எரித்து, நமக்குக் கிடைக்கும் சக்தி யெல்லாம் சூரியனுடைய வெயிலி லிருந்து செடி கொடிகள் சேமித்து வைத்த சக்திதான் என்று நாம் அறிந்துகொள்ள வேண்டும்.

மரஞ் செடிகள் வெயிலின் சக்தியைச் சேமித்து வைப்பது பின் வருமாறு. பச்சை இலைகளில் க்ளோரோபில் (Chlorophyll) அல்லது செடிப் பச்சை என்னும் பண்டம் ஏராளமாக இருக்கிறது. இதுவே இலைகளின் பச்சை நிறத்திற்குக் காரணம். மனிதனுடைய உயிர் நிலைக்கு இரத்தம் எப்படி இன்றியமையாததோ அதேமாதிரி செடிகளுக்கு இப்பச்சைப் பண்டம் இன்றியமையாதது. இப்பச்சையானது வெயிலின் சக்தியையும், ஆகாயத்திலிருக்கும் கரியமில வாயுவையும் கொண்டு விறகுக்கு உதவக்கூடிய மரக்கட்டையை உண்டுபண்ணுகிறது. இக் காரியத்தைச் செடிப் பச்சை எவ்விதமாக நடத்துகிறது என்பது ஒரு பெரிய ரகசியம். சென்ற இருபது முப்பது வருஷங்களாகச் செடிப் பச்சையின் மர்மத்தைப்பற்றி விஞ்ஞானிகள் வெகு மும்முரமாக ஆராய்ச்சி செய்து வருகிறார்கள். ஆராய்ச்சி பயனளித்த தென்று சொல்லுவதற் கில்லை. இதைப்பற்றி ஒரு கதை சொல்லுவதுண்டு. ஹார்வர்டு (Harvard) சர்வ கலாசாலையில் தற்காலம் அக்ராசனம் வகித்துவரும் கானன்ட் (Conant) என்பவர் முன் ரசாயன ஆராய்ச்சி செய்து வந்தநாளில் அந்த ஆராய்ச்சி சாலையைப் பார்ப்பதற்காக ஒரு கனவான் வந்திருந்தாராம். இங்கு என்ன வேலை நடக்கிறது என்று கேட்க, இலைப்பச்சையின் மர்மத்தைப்பற்றி விசாரித்து வருகிறோ மென்று கானன்ட் பதிலளித்தாராம். "அநேக வருஷங்களுக்குமுன் நான் இங்கு வந்திருந்தபோது இதே பதில்தான் சொன்னீர்கள்; செடிப் பச்சையின் மர்மத்தைப்பற்றி இத்தனை வருஷ விசாரணையுண்டோ?" என்று வியப்படைந்தாராம் அக்கனவான்.

இந்தக் கனவான், விஷயத்தின் பெருமையை அறிந்தாரில்லை. ஆழமான சுரங்கங்களில் கஷ்டப்பட்டு வெட்டி யெடுக்கும் நிலக்கரியிலும் மண்ணெண்ணெயிலுமுள்ள சக்தி யெல்லாம் வீட்டுக் கொல்லைப் புறத்தில் காயும் வெயிலில் இருக்கிறது, அதைப் பயன் படுத்தும் மர்மம் மனிதனுக்குத் தெரியாது, செடிப் பச்சைக்குத்தான் தெரியும் என்றால், செடிப் பச்சையை இவ்வளவு கனத்த ப்ரேமத்துடன் ஆராய்வதில் என்ன ஆச்சரியம்?

இது நிற்க. நமக்கு உபயோகப்படுத்தத் தெரியாமல் நாம் தெருவில் சிதறவிடும் ஏராளமான வெயிற் சக்தியானாலும் சரி, விறகு, மர எண்ணெய்களின் சக்தியானாலும் சரி, மரஞ் செடிகள் சேமித்து வைத்த நிலக்கரி மண்ணெண்ணெயின் சக்தியானாலும் சரி, காற்றின் சக்தியானாலும் சரி, ஆற்றுப் பிரவாகத்தின் சக்தியானாலும் சரி, எல்லாம் சூரியனிடமிருந்து கிடைத்த சக்திதான்.

இவ்வாறு சூரியன் கோடிக் கணக்கான வருஷங்களாக வெகு ஏராளமாய் நாலா பக்கங்களிலும் பரப்பி வரும் சக்திக்கு அடி என்ன வென்று இனி விசாரிப்போம். ஏராளமான சக்தியை உண்டுபண்ணுவதற்கு நமக்குத் தெரிந்த வழிகளில் ஒன்று நிலக்கரி போன்ற பண்டங்களை எரிப்பது. சூரியனுடைய சக்தியும் இம்மாதிரிப் பண்டங்கள் எரிவதனால் உண்டாகிறதோ என்னில், இல்லை. சூரியனை, எரிந்துவரும் ஒரு நிலக்கரிக் குவிய லென்று வைத்துக்கொள்வோம். சூரியனிடமிருந்து வெளிப் பரவும் சக்தியைக் கவனிக்கும்போது, இக் குவிய லெல்லாம் 5000 வருஷங்களுக்கு மேல் தாங்காது என்று தெரியவரும். அதாவது இவ்வளவு சக்தியைப் பரப்பும்படி எரிந்தால், அந்நிலக்கரிக் குவியலெல்லாம் 5000 வருஷத்தில் சாம்பலாய் விடும். நிலக்கரி யில்லாமல் வேறு எந்த எரிபண்டமாயிருந்தாலும் இதைக்காட்டிலும் மிக்க அதிக காலம் தாங்காது. ஆனால் சூரியனோ இருநூறு கோடி வருஷங்களாகப் பிரகாசித்து வந்திருக்கிறது. ஆகவே சூரியனை நமக்குத் தெரிந்த எந்த எரி பண்டங்களுடனும் ஒப்பிடலாகாது.

சூரியனிடமிருந்து ஏராளமாக வெளிப்பரவும் சக்திக்கு இன்னொரு காரணமிருக்கலா மென்று சுமார் நூறு வருஷங்களுக்கு முன் ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ் (Helmholtz) என்கிற பேரறிஞர் கருதினார். சூரியனுடைய பரிமாணம் ஆரம்பத்தில் இப்பொழுது இருப்பதைக் காட்டிலும் மிகப் பெரிதாகவும், அதற்குத் தக்கபடி அதன் செறிவு குறைவாகவு மிருந்திருக்கலாம். பண்டங்களுக்கு ஸ்வபாவமான ஆகர்ஷண சக்தியினால், (gravitational attraction) நாளடைவில் சூரியன் இப்பொழுது இருக்கும் பரிமாணத்திற்குச் சுருங்கி வந்திருக்க வேணும். இப்படிச் சுருங்குவது ஏராளமான சூடு உற்பத்திக்கும், அச்சூடு ஒளி ரூபமாக வெளிப் பரவுவதற்கும் காரணமாகிறது. நாம் இப்பொழுது காண்கிற அளவுக்குச் சக்தி

வெளிப் பரவி வரவேண்டுமானல் ஒரு வருஷத்தில் சூரியனுடைய விட்டம் பத்துக் கோடியில் மூன்று பாகம் சுருங்கினல் போதும்.

சூரியனுடைய சக்தி உற்பத்திக்கு ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ் கற்பித்த இக்காரணம் அழகியது. ஆனல், இதிலும் ஒரு முரண்பாடு உண்டு. சூரியனுடைய ஆதி பரிமாணத்தை எவ்வளவு பெரிதாக எடுத்துக் கொண்டாலும் சரி, அதனுடைய தற்காலத்திய பரிமாணத்திற்குச் சுருங்குவதால் உண்டாகும் மொத்த சக்தியைக் கணக்கிட்டுப் பார்த்தால், சென்ற இரு நூறு கோடி வருஷங்களாகச் சூரியனிட மிருந்து வெளி வந்திருக்கும் சக்தியில் ஆயிரத்திலொரு பாகம் கூட ஆகாது. ஆகவே சூரியனுடைய சக்திக்கு ஆகர்ஷணத்தால் பரிமாணம் சுருங்குவதும் காரணமாகாது.

சூரியனுடைய ஏராளமான சக்தி உற்பத்திக்குச் சரியான காரணம் நாம் தெரிந்து கொண்டது சென்ற நாலு வருஷங்களுக் குள்ளாகத்தான். இக் காரணத்தை நமக்குத் தெரிவித்தவர் ஜெர்மனி தேசத்திலிருந்து வெளியேறின விஞ்ஞானிகளில் ஒருவரான பேதே (Bethe) என்பவர். ஐன்ஸ்டைன் (Einstein) சித்தாந்தத்தைப்பற்றி அநேகர் கேட்டிருக்கலாம். அவருடைய சித்தாந்தத்தில் அடிப்படையாய் அமைந்துள்ள விஷயங்களில் ஒன்று, பிண்ட—சக்தி சமத்துவம். பிண்டத்திற்கோ, சக்திக்கோ, அழிவு கிடையாது என்பது வெகு நாளாக விஞ்ஞானிகள் ஒப்புக்கொண்ட விஷயம். ஆனல், பிண்டம் சக்தியாகவும் சக்தி பிண்டமாகவும் பரிணமிக்கலாம்; இவ்விரண்டுக்கும் சமத்துவமுண்டு: என்று தெரிந்துகொண்டது ஐன்ஸ்டைன் சித்தாந்தத்தின் மூலமாகத் தான். பிண்டம் சக்தியாகப் பரிணமிப்பதையும், சக்தி பிண்டமாகப் பரிணமிப்பதையும் ஆராய்ச்சி சாலையில் நிரூபிக்கலாம். பிண்ட-சக்தி சமத்துவத்தை ஆதரிக்கும் வேறு பிரமாணங்களு முண்டு.

Equivalence of mass and energy

ஏதேனுமொரு பண்டத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். அதன் பிண்டம் பூராவும் சக்தியாகப் பரிணமித்தால், இச்சக்தி அப்பிண்டத்தைப்போல் முன்னூறு கோடி மடங்கு இடையுள்ள நிலக்கரி பூராவையும் எரிப்பதால் உண்டாகும் சக்திக்கு ஒப்பாகும். ஆகவே சூரியனுடைய சக்திக்கு அதிலிருக்கும் பண்டங்கள் சக்தியாகப் பரிணமிப்பதுதான் காரணமென்று வைத்துக் கொண்டால், இப்பொழுது பிரகாசித்து வருவதுபோல் பதினைந்து லக்ஷம் கோடி வருஷம் பிரகாசிப்பதற்குப் போதுமான பண்டம் அதிலிருக்கிறது.

சூரியனில் நாம் மேலே சொன்னபடி பண்டங்கள் நசித்து வருவதாகத் தெரியவில்லை. ஆனல், சூரியனில் ஏராளமாக ஹைட்ரஜன் இருப்பதாகவும், அந்த ஹைட்ரஜன் நாளடைவில் ஹீலியமாக மாறி வருவதாக வும் எண்ணப் போதுமான சான்று உண்டு. நாலு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் சேர்ந்து ஒரு ஹீலிய அணுவாக மாறுகின்றன. ஆனல், ஒரு ஹீலிய அணுவின் கனம் நாலு ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் மொத்த கனத்துக்கு ஈடாக மாட்டாது. சற்று—அதாவது நானூறில் மூன்று பாகம்—குறைந்தது. ஆகவே நானூறு கிராம் ஹைட்ரஜன் ஹீலியமாக மாறும்போது சுமார் மூன்று கிராம் பிண்டம் நசித்து வருகிறது. இது சக்தியாகப் பரிணமித்திருக்க வேண்டும். சூரியனில் ஏராளமாக ஹைட்ரஜன் இருப்பதாலும், இப்படி சக்தியாகப் பரிணமித்துக் கொண்டிருப்பதாலும், சூரியனிடமிருந்து வெளிப் பரவும் சக்திக்கெல்லாம் இதுவே போதுமான காரணமாகும். இதுதான் பேதேயின் அபிப்பிராயம்.

சூரியனிலிருக்கும் வஸ்துக்களில் சுமார் மூன்றிலொரு பாகம் ஹைட்ரஜன் என்று மதிப்பிடலாம். இப்பொழுது பிரகாசிப்பது போலவே பிரகாசித்து வந்தால், சூரியனிடமிருக்கும் ஹைட்ரஜன் மூவாயிரம் அல்லது நாலாயிரம் கோடி வருஷங்களுக்குப் போதுமானதாக இருக்கும். ஆனல், சூரியனுடைய உஷ்ண நிலையும், அதிலிருக்கும் ஹைட்ரஜன் ஹீலியமாக மாறும் வேகமும், நாளுக்கு நாள் அதிகரித்துக் கொண்டே வருமாகையால்,* சூரியனிடமிருக்கும் ஹைட்ரஜன் ஆயிரம் கோடி வருஷங்களுக்குத் தான் போதுமானதாக இருக்கும். சூரியனுடைய உஷ்ண நிலை ~~யோ~~ (யும் பிரகாசமும்) இவ்வாயிரம் கோடி வருஷத்திற்குள் இப்பொழுது இருப்பதுபோல் எத்தனையோ மடங்கு அதிகமாக ஆகும். சூரியனிலிருக்கும் ஹைட்ரஜன் எல்லாம் ஹீலியமாக மாறிய பின் ~~[struck]~~ சிறிது கால ~~த்தில்~~ (த்திலிருந்தும் சூரியனுடைய பிரகாசமும் பரிமாணமும் குன்றி) ~~சூரியன் அளவிட முடியாத வெப்பத்துடனும், பிரகாசத்துடனுமிருந்து, பின்பு சிதறி~~ விடும். இதுவே சூரியனுடைய அந்திமதசை. ஆகவே, சூரியனுக்கு எரிந்து முடிவு என்றும், அது சுமார் ஆயிரம் கோடி வருஷங்களுக்கப்பால் ஏற்படுமென்றும் நான் இக்கட்டுரையின் ஆரம்பத்தில் சொன்னது பொருந்தும்.

* சூரியனுடைய உஷ்ணநிலை அதிகரிப்பதற்குக் காரணம் பின்வருமாறு. ஹைட்ரஜன் வாயுவிலோ, ஹீலிய வாயுவிலோ ஒளி புகுந்து செல்லும் போது அவ்வொளியின் சக்தி சற்று குறைவுபடுகிறது. இது அவ்வாயுவில் உஷ்ண உற்பத்திக்குக் காரணமாகிறது. இப்படி ஒளியின் சக்தி குறைவுபடுவது ஹைட்ரஜனில் காட்டிலும் ஹீலியத்தில் அதிகம். ஆகவே சூரியனிலிருக்கும் ஹைட்ரஜன் ஹீலியமாக மாற மாற அதற்குத் தகுந்தபடி அதன் உஷ்ணநிலையும் அதிகரித்துக் கொண்டே வரும்.