

வெப்பநிலை ஆதாரங்கள்

ஐசக் அஸிமோவ்



தமிழில்

இ.ஹேமபிரபா
பூ.கொ.சரவணன்
நா.இரா.கௌதம்
சூ.அருண்குமார்
வ.விஷ்ணு

1. வெப்பநிலையை அளவிடுதல்

விஞ்ஞானிகள் கேள்வி கேட்பதற்கென்றே பிறந்தவர்கள். கேட்ட கேள்விகளுக்கு பதிலையும் தேடுபவர்கள். தண்ணீர் குளிர்ந்தால் ஏன் பனிக்கட்டியாகிவிடுகிறது? குறைந்த வெப்பநிலை என்பது எவ்வளவு குறைவு?

இப்படி குறை வெப்பநிலையைப் பற்றிய ஆய்வு தொடர்ந்து கொண்டே இருந்தது. எதைத் தேடிச் செல்கிறோமோ அதுவே கிடைக்க வேண்டும் என்று நியதியில்லையே. அப்படி கிடைத்ததுதான் “மீக்கடத்துத்திறன்” (Super Conductivity).

மீக்கடத்துத்திறன் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சுவைமிக்க வரலாற்றை இந்த தொகுப்பில் பார்ப்போம்.

இரும்பை சிவந்த நிலைக்கு காய்ச்சியிருக்கும் நிலையில், அது எவ்வளவு சூடாக இருக்கிறதென்றும், உலர்பனிக்கட்டி எவ்வளவு குளிர்ச்சியாக இருக்கிறதென்றும் தொட்டுப்பார்த்து சொல்வோமா? அப்படி செய்தால் நம் கைகள்தான் பாழ்படும். மேலும் தொட்டுப்பார்த்து சொன்னாலும் ஒவ்வொருவர் தோலின் தன்மைக்கேற்ப வெப்பநிலை உணர்ச்சி மாறுபடும்தானே?

இதற்கு பதிலாக ஒரு கருவியை கண்டுபிடிக்கத் தொடங்கினார்கள் ஆராய்ச்சியாளர்கள். வெப்பநிலை மாறும்போது உலோகங்கள் லேசாக விரியவும் குறுகவும் செய்யும். ஆனால், சொற்ப அளவே ஏற்படும் இந்த மாற்றங்களை நாம் கவனிக்கத் தவறிவிடுகிறோம். ஆனால், பாதரசத்தை பயன்படுத்தினால் இந்த மாற்றங்களை கவனிப்பது சாத்தியப்படும்.

ஒரு கண்ணாடிக் குழாயில் காற்று கூட இல்லாத வெற்றிடத்தை (Vacuum) பெறச்செய்து அதில் குறிப்பிட்ட

அளவு பாதரசத்தை வைக்க வேண்டும். பாதரசம் சூடாகும்போது விரிவடைந்து அந்த குழாயின் குறிப்பிடத்தகுந்த அளவை நிரப்பும். கண்ணாடி குழாயின் குறியீட்டைக் கொண்டு வெப்பநிலையை அளக்கலாம். வெப்பநிலை அளவுகோலான இந்தக் கருவிதான் “வெப்பமானி” (Thermometer) ஆனது.

கேப்ரியல் டேனியல் ஃபாரன்ஹீட் என்னும் டச்சு விஞ்ஞானி முதல் வெப்பமானியை 1714-ஆம் ஆண்டு வடிவமைத்தார். குறிப்பிடுவதற்கு எளிதாக இருக்கும் வகையில் கண்ணாடிக் குழாயின் வெளிப்புறம் எண்களை எழுதி, பாதரசத்தின் விரிவாக்கத்திற்கு ஏற்ப டிகிரிகளை அளந்து கொள்ள முடியும்.

1, 2, 3... என்று எண்களை எழுதுகிறோம். ஆனால், ஒன்றில் இருந்துதான் தொடங்க வேண்டும் என்னும் அவசியம் என்ன? எங்கிருந்து ஆரம்பித்து எங்கு முடிக்க வேண்டும்?

வெப்பமானியின் குமிழை பனிக்கட்டியில் வைத்தால் அது “பூஜ்ஜியத்தில்” நிற்கும். அதிலிருந்து தொடங்குவதானால், பனிக்கட்டியின் வெப்பநிலையே மிக குறைந்த வெப்பநிலையாக இருக்க வேண்டும். அப்படியிருக்க வாய்ப்பில்லை என்று ஃபாரன்ஹீட் நினைத்தார்.

தண்ணீரில் முடிந்த அளவு உப்பை கலந்து பின்பு அந்த உவர்ப்பு நீரை பனிக்கட்டியாக்கினார். அதனுடைய வெப்பநிலை நல்ல தண்ணீரால் உருவான பனிக்கட்டியை விட குறைவாக இருந்தது. எனவே, உவர்ப்பு நீரின் உறைநிலையை தொடக்கமாக (பூஜ்ஜியமாக) கொண்டு அதற்கு மேல் தண்ணீரின் உறைநிலையையும் கொதிநிலையையும் குறித்துக்கொண்டார்.

தண்ணீரின் உறைநிலைக்கும் கொதிநிலைக்கும் இடைப்பட்ட நீளத்தை 180 பகுதிகளாக பிரித்துக்கொண்டார்.

இதன்படி, தண்ணீரின் உறைநிலை 32-ஆவது குறியீட்டிலும், கொதிநிலை 212-ஆவது குறியீட்டிலும் இருந்தது. இதையே சுருக்கமாக நாம் 32° F என்றும் 212° F என்றும் கூறுகிறோம். மனித உடலின் சராசரி வெப்பநிலை 98.6° F. அதுவே, 1000 F என்றால் காய்ச்சல் என்று சொல்கிறோம்.

தண்ணீரின் உறைநிலை பூஜ்ஜியமாக இல்லாததால், ஃபாரன்ஹீட் வெப்பமானியைப் பயன்படுத்துவது மிகுந்த சிரமத்தை அளித்தது. இந்த கஷ்டத்தைப் போக்க



ஆண்டர்ஸ் செல்சியஸ்

1742-ஆம் ஆண்டு ஸ்வீடன் நாட்டு விஞ்ஞானியான ஆண்டர்ஸ் செல்சியஸ் (1701-1744) புதிய அளவீட்டைத் தந்தார்.

இப்போது அமெரிக்காவைத் தவிர மற்ற எல்லா நாடுகளிலும் செல்சியஸ் அளவுகோலையே பயன்படுத்தி வருகிறோம். அமெரிக்காவிலும் கூட விஞ்ஞானிகள் மட்டும்

இந்த அளவுகோலையே உபயோகிக்கின்றனர்.

பாதரச வெப்பமானியை மட்டுமே நாம் பார்த்தோம். பாதரசத்தின் கொதிநிலைக்கு மேலும் வெப்பநிலையை குறிப்பிடுவதற்கு பல வெப்பமானிகள் இருந்தாலும் அதைப்பற்றி நாம் இங்கு பார்க்கப் போவதில்லை.

சரி, எவ்வளவு அதிகம் வெப்பநிலை செல்லும்? 100° C, 200° C, 1000° C, 1,00,000° C இதற்கு மேலும் செல்லலாம் என்று விஞ்ஞானிகள் கண்டுபிடித்தனர்.

பூமியில் இதுவரை அளந்ததில் காற்றின் அதிகப்படியான வெப்பநிலை லிபியாவில் செப்டம்பர் 13, 1922 அன்று 58°C (136°F) அளவிடப்பட்டது. சூரியனின் மையப்பகுதியில் வெப்பநிலையானது $-15,000,000^{\circ}\text{C}$ ($27,000,000^{\circ}\text{F}$). சூரியனை விட மற்ற பெரிய நட்சத்திரங்களில் வெப்பநிலை இன்னும் அதிகமா இருக்கும். இதையெல்லாம் விட பிரபஞ்சம் உருவாவதற்கு முன்பு எல்லாமும் ஒரே புள்ளியாக (அணுவாக) இருந்தபோது அதன் வெப்பநிலை கோடிடிகிரி செல்சியஸாகவும் இருந்திருக்கலாம்.

அப்படியென்றால் உயர் வெப்பநிலைக்கு எல்லையே இல்லை. அப்படியே இருந்தாலும் அதை அளவிடுவதற்கேற்ற கருவியை நம்மால் உருவாக்கவும் முடியாது. சரி, இப்போது குறைந்த வெப்பநிலையைப் பற்றி பார்ப்போம்.

பூமியில் தென் துருவத்தில் உள்ள அண்டார்டிகாதான் மிக குளிர்ந்த பகுதி. சோவியத் விஞ்ஞானிகள் அண்டார்டிகாவில் அமைத்துள்ள ஆய்வு தளத்தில் வெப்பநிலையானது ஜூலை 22, 1983 அன்று -89.2°C (-128.6°F) என கணக்கிடப்பட்டது. இதுவே பூமியின் மேற்பரப்பில் கணக்கிடப்பட்ட மிக குறைந்த வெப்பநிலையாகும்.

நிலவில் இரவானது இரண்டு வாரங்களுக்கு தொடரும். அப்போது வெப்பநிலையானது -127°C யை எட்டும். புளூட்டோவில் -218°C (-360°F) வரைக்கும் கூட வெப்பநிலை குறையும்.

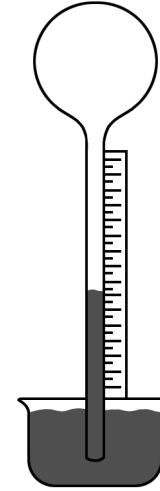
விஞ்ஞானிகள் இதற்குமேலும் சிறந்த கண்டுபிடிப்பை நிகழ்த்தினர். அதாவது, நாம் பார்த்தோமே புளூட்டோவின் வெப்பநிலை, அதைவிட குறைவாக கூட வெப்பநிலை இருக்கும் என்பதை கண்டறிந்தனர். எப்படி என்பதை பின்வரும் பகுதிகளில் பார்ப்போம்.

2. குறைந்த வெப்பநிலையைக் கண்டறிதல்

தனிச் சுழி வெப்பநிலை என்று ஒரு வெப்பநிலை இருக்கலாம் என்பதை முதலில் யோசித்தவர் குல்லியம் அமண்டான்ஸ் (1665 - 1705) என்னும் ஃபிரான்ஸ் நாட்டு விஞ்ஞானி.

ஆனால், இவர் ஃபாரன்ஹீட் வாழ்ந்த காலத்திற்கு முன்பு வாழ்ந்ததால் வெப்பமானிகளைப் பற்றி அறிந்திருக்கவில்லை. ஆனால், வெப்பநிலைக்கு ஏற்ப காற்றின் விரிவாக்கத்தையும் சுருக்கத்தையும் பற்றி ஆய்வு செய்தார். கிட்டத்தட்ட “காற்று வெப்பமானி” ஒன்றை கண்டுபிடித்தார்.

வெப்பநிலை குறைய குறைய காற்று சுருக்கமடைந்ததை கண்ட அமண்டான்ஸ் அதைப்பற்றி அறிந்துகொள்ள பெருந்த ஆர்வத்துடன் இருந்தார். காற்று மட்டுமில்லாமல் வாயுக்களும் சீரான அளவில் சுருக்கமடைந்ததை அறிந்தார். சரி, காற்று இப்படி சுருக்கமடைந்து கொண்டே போனால் ஒரு கட்டத்தில் அதன் கொள்ளளவு பூஜ்ஜியத்தை அடைய வேண்டுமல்லவா?



கலிலியோவின் காற்று வெப்பமானி

காற்றின் கொள்ளளவு பூஜ்ஜியத்தை அடையும் என்பதை எதிர்பார்க்க முடிவில்லைதானே? அப்படியென்றால் வெப்பநிலை மட்டும் குறைந்து கொண்டே போவது மட்டும் உறுதி. எப்போது கொள்ளளவு பூஜ்ஜியத்தை அடைகிறதோ அப்போது வெப்பநிலை “தனிச்சுழி வெப்பநிலையை” அடையும்.

1699-ஆம் ஆண்டிலேயே அமாண்டன்ஸ் இந்த கண்டுபிடிப்பை நிகழ்த்தி இருந்தாலும், அவை பெருத்த வரவேற்பைப் பெறவில்லை.

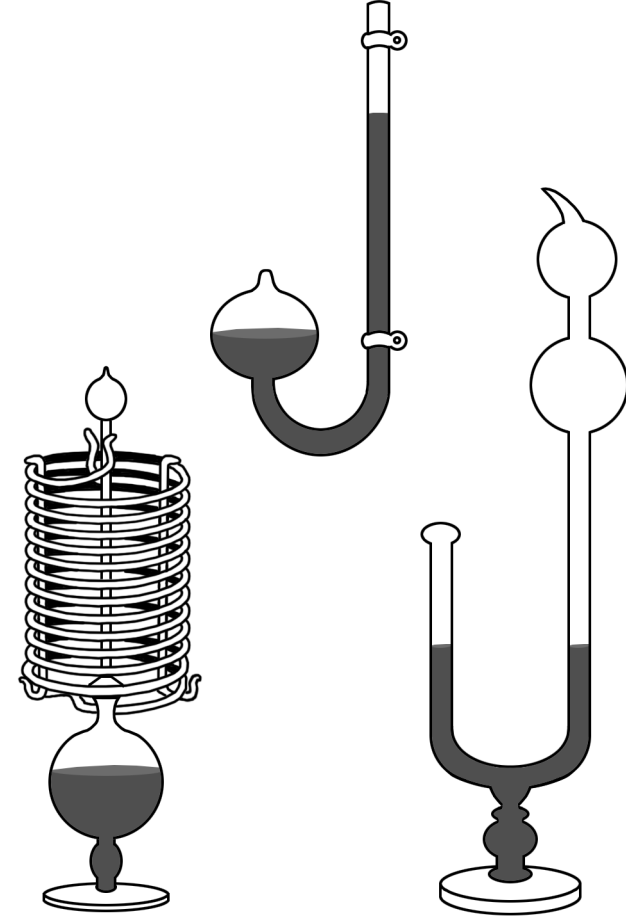
நீண்ட இடைவெளிக்கு பின் 1787-ஆம் ஆண்டு அலெக்சாண்டர் சார்லஸ் (1746-1823) என்பவர் காற்றின் கொள்ளளவுகளை பற்றி சோதனை செய்தார். அமாண்டன்ஸை விட இந்த விஷயத்தில் இவர் அதிர்ஷ்டக்காரர். ஏனெனில், இவர் வாழ்ந்த காலத்தில் வெப்பமானி இருந்தது.

சார்லஸ் $0^{\circ}C$ வெப்பநிலையில் உள்ள காற்றை $-1^{\circ}C$ அளவிற்கு குளிர்விப்பார். அப்போது காற்றின் கொள்ளளவை அளந்து பார்த்தால் முன்பிருந்ததை விட $1/270$ அளவு குறைந்திருக்கும். எல்லா வாயுக்களுமே இதே விதியைத்தான் பின்பற்றின.

உதாரணத்திற்கு, $0^{\circ}C$ வெப்பநிலையில் 270 cm^3 கொள்ளளவு கொண்ட காற்றை $-1^{\circ}C$ வரை குளிர்விக்கிறீர்கள் என்று வைத்துக்கொள்ளுங்கள். அப்போது அதன் கொள்ளளவு 269 cm^3 . $-3^{\circ}C$ என்றால் 267 cm^3 . இப்படியே குளிர்வித்துக் கொண்டே இருந்தால் வெப்பநிலை $-270^{\circ}C$ யை அடையும்போது கொள்ளளவு பூஜ்ஜியத்தை அடைந்திருக்கும். அந்த வெப்பநிலையே “தனிச்சூழி வெப்பநிலையாகும்”.

சார்லஸ் தன்னுடைய கண்டுபிடிப்புகளை எந்த மாநாட்டிலும் பேசாததால், அது பயனற்று போனது. அவருடைய தனிப்பட்ட குறிப்புகளில் இருந்தே இந்த செய்திகளை நம்மால் பெற முடிகிறது.

1802-ஆம் ஆண்டு, ஃபிரான்ஸ் விஞ்ஞானியான ஜோசப் லூயிஸ் கே-லூசாக் (1778-1850) இப்போது பார்த்தோமே, அதே மாதிரியான சோதனைகளை செய்து, சார்லஸுக்கு



17 ஆம் நூற்றாண்டு வெப்பமானி

கிடைத்த அதே தகவல்களை பெற்றார். ஆனால், இவர் தன்னுடைய முடிவுகளைப் பிரசுரித்தார். பின்பு பலரும் இதைப்பற்றி சிந்தித்தனர்.

இப்போது தனிச்சூழி வெப்பநிலை என்பது $-273.15^{\circ}C$ என்பதை விஞ்ஞானிகள் துல்லியமாக கண்டுபிடித்து இருக்கின்றனர்.

வாயுக்களின் கொள்ளளவை வைத்து வெப்பநிலையை யூகித்தது சரியாக இருந்தாலும், அவை சுருங்கி பூஜ்ஜிய கொள்ளளவை அடையும் என்பது எப்போது? ஒரு சில வாயுக்கள், குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு கீழ் கவனிக்கத்தக்க அளவு சுருக்கமே அடையாது. இந்த சிரமங்களால், ஒரு வேளை தனிச்சுழி வெப்பநிலை எண்ணமே தவறாக இருக்கலாமோ என்றெல்லாம் விஞ்ஞானிகள் குழம்பினர்.



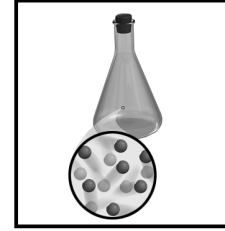
ஜோசப் லூயிஸ் கே-லூசாக்

பிரச்சனை என்னவென்றால், வாயுக்கள் குளிரடையும்போது, திரவமாக மாறிவிடும். இதன் பின்னர், சுருக்கமடைவது அப்படியே தேங்கிவிடும்.

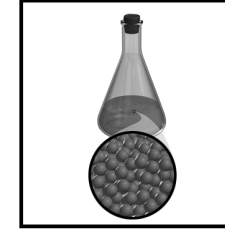
1848-ஆம் ஆண்டு வில்லியம் தாம்சன் (1824-1907) என்னும் பிரித்தானிய விஞ்ஞானி இந்த பிரச்சனைக்கான தீர்விற்காக ஆழ்ந்த ஆராய்ச்சி மேற்கொண்டார். (பின்னாளில் பிரித்தானிய அரசாங்கம் இவருக்கு பரோன் கெல்வின் என்னும் சிறப்புப் பெயர் வழங்கியது. நாம் இப்போது லார்ட் கெல்வின் என்று அழைக்கிறோம்). இவருடைய கருத்துக்களை இங்கே காண்போம்.

எல்லா பொருட்களிலும் “அணுக்களே” பிரதானமான பொருள். வாயுக்கள் அணுக்களால் உருப்பெற்ற மூலக்கூறுகளால் ஆனவை. வாயு மூலக்கூறுகள் சுதந்திரமாக பறக்கக்கூடியவை. திரவங்களிலும், திடப்பொருட்களிலும் அணுக்களின் இயக்கம் கட்டுக்குட்பட்டதாக இருக்கும். ஆனால், நிலையான இடத்தில் இருப்பினும் அவை இயக்கமற்று இல்லாமல் அதிர்வுடையதாக இருக்கும்.

இயக்கம் இருக்கிறதென்றால் அங்கே ஆற்றல் இருக்கிறதென்று அர்த்தம். அதிக வெப்பநிலை என்றால், அதிக ஆற்றல், அதிக அதிர்வு. வெப்பநிலை குறைந்தால், இயக்கமும் அதிர்வும் குறைந்துவிடும்.



வாயு



திரவம்



திடப்பொருள்

ஆற்றல் தான் இங்கு முக்கியமே தவிர, முன்பு நினைத்ததைப்போல கொள்ளளவு முக்கியமில்லை என்பதை முதலில் கூறியவர் கெல்வின் தான். அதாவது, தனிச்சுழி வெப்பநிலையில் வாயுக்களின் ஆற்றல் பூஜ்ஜியம் ஆகும். ஆக, தனிச்சுழி வெப்பநிலை என்னும் கருத்து சரி என்று கெல்வின் நிரூபித்தார்.

1851-ஆம் ஆண்டு கெல்வின் முன்மொழிந்த வெப்பநிலை அளவீடு மிகுந்த முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. 0°C என்பதில் இருந்து ஆரம்பிக்காமல், தனிச்சுழி வெப்பநிலையில் இருந்து ஆரம்பித்து பின்பு செல்சியஸ் அளவுகோலில் இருப்பதைப்போல ஒவ்வொரு டிகிரியாக அதிகப்படுத்திக்

கொள்ளலாம். இதை கெல்வின் அளவுகோல் என்று பெயரிட்டு சிறப்பித்தார்கள்.

$$\text{தனிச்சூழி வெப்பநிலை} = 0^{\circ} \text{K} = -273.15^{\circ}\text{C}$$

$$\text{நீரின் கொதிநிலை} = 100^{\circ}\text{C} = 100 + 273.15 = 373.15$$

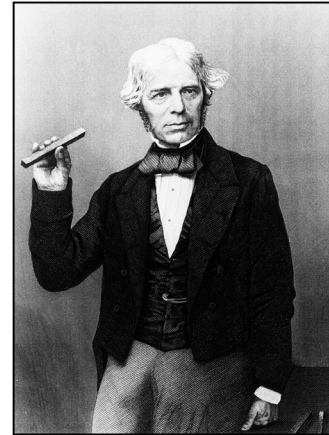
இனி இந்த கட்டுரையில் வெப்பநிலை கெல்வின் அளவீட்டிலேயே கொடுக்கப்படும்.

3. வாயுவைத் திரவமாக்குதல்

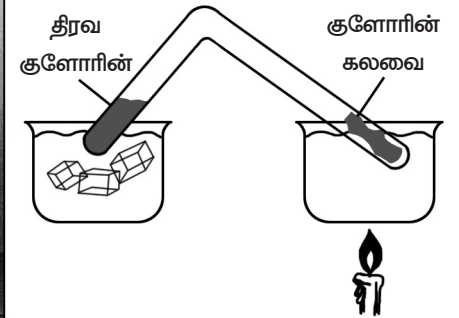
காற்றையும் பிற வாயுக்களையும், திரவ நிலைக்கு கொண்டு வர எவ்வளவு குளிர்ந்த வேண்டும்? இதை அறிவதற்கான முயற்சியில் விஞ்ஞானிகள் இறங்கினர்.

அக்காலகட்டத்தில், பொருட்களை மிகக்குறைந்த வெப்பநிலைகளுக்கு எடுத்துச்செல்வது எப்படியென்று அவர்கள் அறிந்திருக்கவில்லை. குளிர்காலத்தில் சைபீரியாவிற்குக் கிளம்பிச் சென்றால் ஓரளவு குளிர்நிலைகளை அடையலாம். இன்னும் குறைந்த குளிர்நிலை வேண்டுமானால், அண்டார்டிகா செல்ல வேண்டும். அங்கேயும் கூட, அதிகபட்சம் 184° கெல்வின் தான் கிடைக்கும். திரவப்படுத்த இவை கண்டிப்பாக போதாது.

1823-ல், மைகேல் பாரடே என்ற ஆங்கில விஞ்ஞானி (1791 - 1867) மாற்று உத்தி யோசித்தார். வாயுக்களை அழுத்தத்திற்கு ஆட்படுத்துவதன் மூலம், அதில் உள்ள மூலக்கூறுகளை நெருக்கமாகக் கொண்டு வரலாம். இதனால்



மைகேல் பாரடே



பாரடே குளோரினை திரவப்படுத்துதல்

வாயுக்கள் மேலும் எளிதாக திரவமாகின்றன. அழுத்தத்தின் பங்கும் சேரும்போது, முன்பைவிட குறைவான அளவு குளிர்நீர்நிலை அவற்றைத் திரவமாக்கி விடலாம்.

பாரடே ஒரு தடித்த கண்ணாடி குழாயில் ஒரு குறிப்பிட்ட வேதிப்பொருளை எடுத்துக் கொண்டார். அதை சூடுபடுத்தும்போது குளோரின் வாயு வெளியிடும். இந்த குழாயை பூமராங் வடிவில் வளைத்து எதிர்முனையை முற்றிலுமாக அடைத்தார்.

வேதிப்பொருள் இருந்த முனையை சுடுநீரிலும், எதிர்முனையைப் பனிக்கட்டி நீரிலும் ஆழ்த்தினார். சுடுமுனையில் வெளிவந்த குளோரின் வாயு அழுத்தத்தை அதிகரிக்கத் தொடங்கியது. இந்த அழுத்தத்தோடு, பனிக்கட்டிநீரின் குளுமையும் சேர்ந்து குளோரின் திரவமாக மாறியது.

இதே முறையைக் கொண்டு, மற்ற வாயுக்கள் பலவற்றையும் எளிதில் திரவப்படுத்தலாம்.

1835-ல் பிரெஞ்சு வேதியியலாளர் திலோரேய் கரியமில வாயுவை பாரடே முறையில் திரவப்படுத்தினார். இன்னும் ஒருபடி மேலே சென்று திரவ கரியமிலத்திலிருந்து திண்ம கரியமிலம் உருவாக்கினார்.

திண்ம கரியமிலம் பனிக்கட்டி போன்றே தோற்றமளிக்கும். ஆனால் அது நீர் போன்று உருகுவதில்லை. நேரடியாக ஆவியாகி விடும். இதனால் இது உலர்பனி என அழைக்கப்படும்.

உலர்பனியுடன் திரவ ஈதர் சேர்க்கும்போது, அதுவும் அதே குளிர்ச்சி நிலையை அடைகிறது. ஈதர், மேற்கொண்டு தன் ஆற்றலை ஆவியாகிச் செலவழித்து மென்மேலும்

குளிர்சூடுகிறது. இந்தக் கலவையின் வெப்பநிலை 163° கெல்வின் வரை இறங்குகிறது. அண்டார்டிகாவில் கூட இத்தகைய குறைந்த வெப்பநிலையை எதிர்பார்க்க முடியாது.

மேற்கூறிய இருமுனைக்குழாய் முறையில், இப்பொழுது பனிக்கட்டி நீருக்குப் பதிலாக இந்தக் கலவையைப் பயன்படுத்திக் குளிர்நீர்நிலை, வெப்பநிலை இன்னும் அதிகமாக இறங்கும்; இதுவரையில் திரவப்படுத்த இயலாத மேலும் பல வாயுக்களை திரவப்படுத்தலாம்.

இப்படியாக நான்கே வாயுக்கள் தவிர்ந்து அனைத்து வாயுக்களும் திரவப்படுத்தப்பட்டன. அவை பிராணவாயு, நைட்ரஜன், கார்பன் மோனாக்சைட், ஹைட்ரஜன். பின் வந்த ஆண்டுகளில் இன்னும் நான்கு வாயுக்கள் அடையாளம் காணப்பட்டன. அவை ப்ளோரின், ஆர்கன், நியான் மற்றும் ஹீலியம்.

ஐரிஷ் விஞ்ஞானி தாமஸ் ஆன்ட்ரூஸ் இவற்றை திரவப்படுத்துவதில் உள்ள தடைகளை ஆராய்ந்தார். அவர் கண்டறிந்ததாவது, ஒரு வாயுவின் அப்போதைய வெப்பநிலைக்கு ஏற்ப அதை திரவப்படுத்தத் தேவையான அழுத்தமும் வேறுபடும். வெப்பம் அதிகமாக இருந்தால், அழுத்தமும் அதிகமாகத் தேவைப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட “நிலைமாறு” வெப்பநிலைக்கு மீறிய அதிகமான வெப்பம் இருந்தால் அதற்குப் பின், எவ்வளவுதான் அழுத்தம் கொடுத்தாலும் அந்த வாயு திரவமாகாது.

மேற்கூறிய எட்டு வாயுக்களுக்கும் இந்த “நிலைமாறு” வெப்பநிலை 163° கெல்வின்னுக்கும் கீழ் இருந்தன. அவற்றை அவ்வெப்பநிலைகளுக்குக் கீழ் குளிர்வித்தால் மட்டுமே அவற்றை திரவப்படுத்த முடியும்.

ஆனால் இவ்வளவு குறைந்த வெப்பநிலைகளை அடைவது எப்படி? இதற்கு விடைதான் ஜூல்-தாம்சன் விளைவு.

வாயுவை ஒரு சிறிய குடுவையில் அழுத்தத்துடன் அடைக்க வேண்டும். பின் இயன்ற அளவுக்கு அதைக் குளிர்விக்க வேண்டும். குளிர்ந்த வாயுவை விரிவடையச் செய்ய வேண்டும். விரியும்போது அதன் ஆற்றல் செலவழிந்து வாயுவின் வெப்பநிலை விரைவாக வீழ்கிறது.

1877-ல் பிரெஞ்சு இயற்பியலாளர் லூயி பால், இந்த முறையைக் கையாண்டு பிராண வாயுவை திரவப்படுத்தினார்.

பின் வந்த ஆண்டுகளில், இந்த உத்தி மேம்பட்டு, ஏராளமான அளவுகளில் திரவ காற்றை உற்பத்தி செய்யத் தொடங்கினர்.

1895 அளவில், மேற்கூறியிருந்த எட்டு வாயுக்களில், ஐந்தை திரவப்படுத்திவிட்டனர். அவையும் அவை திரவமாக வேண்டிய குளிர்நிலைகளும் கீழ்வருமாறு:

ஆக்சிஜன் - $90.17^{\circ} \text{K} - 182.98^{\circ} \text{C}$

ஆர்கன் - $87.28^{\circ} \text{K} - 185.87^{\circ} \text{C}$

ப்ளோரின் - $85.01^{\circ} \text{K} - 188.14^{\circ} \text{C}$

கார்பன் மோனாக்சைட் - $81.70^{\circ} \text{K} - 191.45^{\circ} \text{C}$

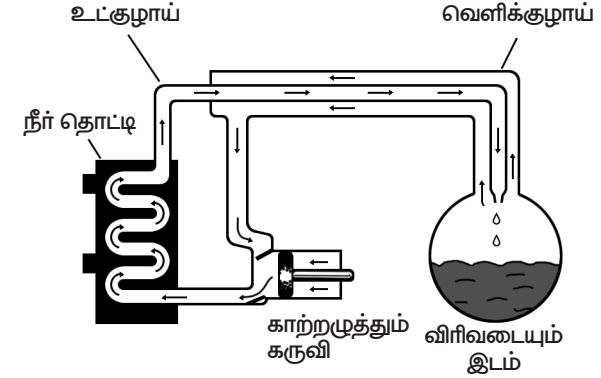
நைட்ரஜன் - $77.35^{\circ} \text{K} - 195.80^{\circ} \text{C}$

இன்னமும் மூன்று வாயுக்கள் மட்டும் திரவப்படுத்த முடியாமல் மிச்சம் இருந்தன. நியான், ஹைட்ரஜன், ஹீலியம். ஜூல்-தாம்சன் விளைவு இவற்றிடம் வேலை செய்யவில்லையோ எனத் தோன்றியது.

இதற்கான விடையுடன் வந்தவர் டச்சு விஞ்ஞானி, வான்டர்வால்ஸ். அவர் கூறியதாவது, எந்தவொரு வாயுவும் ஜூல்-தாம்சன் விளைவால் குளிர்ச்சி பெறவேண்டுமானால், அது ஏற்கனவே ஒரு குறைந்தபட்ச வெப்பநிலைக்குக் கீழ் இருக்க வேண்டும். ஹைட்ரஜனுக்கு இந்த வெப்பநிலை 190° கெல்வின் ஆகும். இதற்குக் கீழ் போனால் மட்டுமே, ஜூல்-தாம்சன் விளைவு வேலை செய்யும்.

ஸ்காட்லாந்து வேதியியலாளர் ட்வார் காரியத்தில் இறங்கினார்.

முதலில் திரவ நைட்ரஜன் தயாரித்து வைத்துக் கொண்டார். இதன் வெப்பநிலை 77° கெல்வின். பின்



திரவப்படுத்தும் அமைப்பு முறை

ஹைட்ரஜன் வாயுவை ஒரு கனமான பாத்திரத்தில் அழுத்தத்துடன் அடைத்து, அதை திரவ நைட்ரஜனில் மூழ்கடித்தார். இதனால் ஹைட்ரஜன் 77° கெல்வின் வெப்பநிலைக்கு குளிர்ந்தது. இப்பொழுது ஜூல்-தாம்சன் விளைவு வேலை செய்ய எந்தத் தடையுமில்லை. அவ்விளைவை வைத்து மேலும் குளிர்வித்து இறுதியில் திரவ ஹைட்ரஜன் தயாரித்தார்.

திரவ ஹைட்ரஜன் 20.38° கெல்வினில் திரவமாகிறது என்றால். இதே உத்தியைப் பயன்படுத்தி நியானையும் 27.05° கெல்வினில் திரவப்படுத்தலாம்.

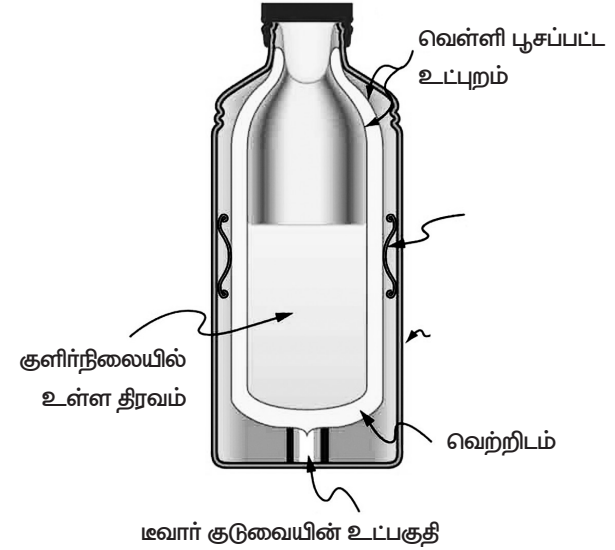
கடுங்குளிர் நிலைகளில் உள்ள இந்த திரவங்கள் எளிதில் ஆவியாகிவிடாமல் பாதுகாத்து வைக்க, ஒரு விசேஷ கொள்கலனையும் வடிவமைத்தார். இந்த கொள்கலனின் பெயர் டீவார் குடுவை ஆகும்.



ஜேம்ஸ் டீவார்

பொதுவாக, ஒரு குடுவையின் சுவர் வழியாக, வெப்பம் குடுவைக்கு உள்ளும் புறமும் கடந்தபடி இருக்கும். ஆனால் வெப்பம் உள்ளே வந்தால், உள்ளே இருக்கும் நம் குளிர் திரவம் ஆவியாகிவிடும். இதைத் தடுப்பதற்காக டீவார் குடுவையில் இரட்டை சுவர் அமைப்பு இருக்கும். இரு சுவர்களுக்கு இடையில் காற்று உறிஞ்சப்பட்டு வெற்றிடம் உருவாக்கப்படும். இதனால், வெப்பம் கடத்தப்பட முடியாமல் போகும்.

மேலும், வெப்பக்கதிர்வீச்சு மூலமாக வெப்பம் உள்ளே ஊடுருவதைத் தடுக்க, இரட்டை சுவர்களில் பளபளப்பான உலோக மேற்பூச்சு இருக்கும். உலோகம் கதிர்களை வெளியே தெறித்து விடும் பண்புடையது. இதனால் எந்த விதமான வெப்பமும் உள்ளே இருக்கும் குளிர் திரவங்களை அணுக முடியாது.



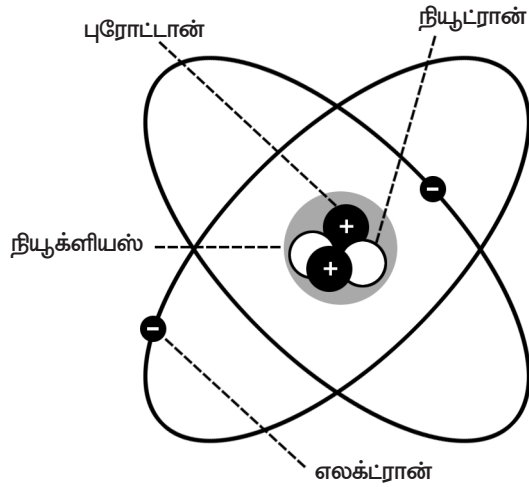
மக்கள் இந்தக் குடுவைகளை தக்கையும் மூடியும் கொண்டு வீடுகளிலும் பயன்படுத்துகின்றனர். குடிநீரோ பானங்களோ வெப்பநிலை மாறாமலிருக்க இந்த வெப்பக் குடுவைகளில் வைப்பர்.

டீவார் இந்தக் குடுவையைப் பயன்படுத்தி ஹைட்ரஜனை திண்ம நிலைக்கும் எடுத்துச் சென்றார். திரவ ஹைட்ரஜனை டீவார் குடுவையில் அடைத்து, பின் அதை ஆவியாக விட்டார். ஆவியாகத் தேவைப்படும் ஆற்றல், திரவ ஹைட்ரஜனில் இருந்தே எடுத்து செலவழிக்கப்படுவதால், அது மேலும் குளிர்ந்து 13.95° கெல்வினில் திண்ம நிலைக்கு உறைந்தது.

1900-களில் திரவப்படுத்தாமல் இன்னமும் மிச்சம் இருந்த ஒரே வாயு ஹீலியம் தான்.

4. ஹீலியத்துடனான போராட்டம்

இருப்பதிலேயே மிகவும் ஸ்திரமான அணு, ஹீலியம் அணு தான். அது வேறு எந்த அணுவுடனும் இணைவதில்லை. ஏன், மற்றொரு ஹீலியம் அணுவுடன் கூட இணைவதில்லை. அதனால் ஹீலியம் வாயு கூட தனித்தனி ஹீலியம் அணுக்களால் ஆனதாகும். மாறாக, ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், ப்ளோரின் போன்ற வாயுக்களில், அணுக்கள் இரண்டிரண்டாக இணைந்து இருக்கும்.



ஹீலியம் அணு

அணுக்கள் போதிய அளவு நெருங்கி வந்தால் தான் திரவமாக உருகும். ஹீலியம் அணுக்கள் மிக நிலையான தன்மையுடையதால் நெருங்கி வருவது மிக மிகக் கடினம். மிகக்கடும் குளிர் நிலைகளில் மட்டுமே அது நடக்க முடியும்.



காமர்லிங் ஓன்ஸ்

டச்சு விஞ்ஞானி காமர்லிங் ஓன்ஸ் இப்பிரச்சனையைக் கையில் எடுத்தார். மிகத் தாழ்ந்த குளிர் நிலைகளில் வேலை பார்க்கக்கூடிய வண்ணம் ஒரு விசேஷ ஆய்வுப் பட்டறையை வடிவமைத்தார்.

ஹீலியத்தை இறுக்கமாக அழுத்தி அதை திரவ ஹைட்ரஜனில் அமிழ்த்தி அதன் குளிர் நிலைக்குக்

கொண்டு வந்தார். பின்னர் ஜூல்-தாம்சன் விளைவின்படி அதை விரிய வைத்து மேலும் குளிர்ச் செய்தார். கடைசியாக 1908ல், 4.21⁰ கெல்வினில், திரவ ஹீலியம் தயாரித்து வெற்றி கண்டார்.

அதோடில்லாமல் அதை திண்ம நிலைக்கு கொண்டு வரவும் அவர் உறுதி பூண்டார். திரவ ஹீலியத்தை ஆவியாக்கி 0.83⁰ கெல்வின் அளவுக்கு குளிர் நிலையை அடைந்தார். ஆனால் அதற்குமேல் அவரால் குளிர் வைக்க முடியவில்லை. ஹீலியத்தை உறைய வைக்க முடியாமலே 1926-ல் காலமானார்.



இருபதாம் நூற்றாண்டின் குறை - வெப்பநிலை ஆய்வகம்

குளிர்நடுவதால் மட்டுமே ஹீலியத்தை உறைய வைப்பது சாத்தியமன்று என்று இன்று நாம் அறிகிறோம். தனிச்சுழி குளிர்நிலையிலும் கூட சிறிதேனும் ஆற்றல் எஞ்சி இருக்கிறது. இந்த ஆற்றலை எம்முறையிலும் நீக்க இயலாது. இந்த சொற்ப ஆற்றலே ஹீலியத்தை உறைய விடாமல் வைத்திருக்கப் போதுமானது.

காமெர்லிங் ஓன்ஸ் இறந்த சில மாதங்களுக்குப் பின் அவர் மாணவர் கேசம், தாழ்ந்த குளிர்நிலைகளோடு உயர் அழுத்தத்தையும் ஒருங்கிணைத்து முயற்சித்தார். இதே வழிமுறையைத் தான் பாரடே குளோரினில் ஒரு நூற்றாண்டிற்கு முன்னரே பயன்படுத்தினார்.

இந்த வழிமுறை பலித்து விட்டது. திரவ ஹீலியத்தை 25 வளிமண்டல அழுத்தத்திற்கு ஆட்படுத்தும் போது 1° கெல்வினில் திண்ம ஹீலியம் கிட்டியது. ஆக உலகின் அனைத்து வாயுக்களும் திரவப்படுத்தப்படும் திண்மப்படுத்தப்படும் விட்டது.

ஆயினும் விஞ்ஞானிகளுக்கு மட்டும் இன்னும் மனம் நிறைவு பெறவில்லை. தனிச்சுழி குளிர்நிலையை, அதாவது 0° கெல்வினை, நெருங்க முடியுமே ஒழிய அதை அடைய முடியாது என்று ஜெர்மன் விஞ்ஞானி வால்டர் தெரிவித்திருந்தார். இருந்தபோதிலும் எவ்வளவு அதனருகில் நெருங்க முடியுமோ அவ்வளவு நெருங்கிட ஆவல் கொண்டனர்.



திரவ ஹீலியம் தேக்கி வைக்கும் தொட்டி

ஆவியாக்கும் முறையில் 0.4° கெல்வினிற்குக் கீழ் அவர்களால் எட்ட முடியவில்லை. 1926-ல் டச்சு விஞ்ஞானி டிபை வேறொரு உபாயம் கூறினார். சிலவகை மூலக்கூறுகள் காந்த ஈர்ப்புக்கு வசப்படும். காந்தத்தைக் கொண்டு அவைகளை ஒரே திசை நோக்கி வரிசைப்படுத்த முடியும். இப்படி வரிசைப்படுத்திய ஒரு பொருளை 0.4° கெல்வின் வரை திரவ ஹீலியம் கொண்டு குளிர்ச் செய்ய வேண்டும். அதற்குப்பின்னர், காந்தத்தை நீக்கி விட வேண்டும். இப்போது அனைத்து மூலக்கூறுகளும் வெவ்வேறு திசை நோக்கித் திரும்ப முயற்சிக்கும். இந்தச் செயலுக்குத் தேவையான ஆற்றலை அதைச் சூழ்ந்திருக்கும் திரவ ஹீலியத்திலிருந்தே அது எடுக்கும். இதனால் திரவ ஹீலியத்தின் குளிர்நிலை மேலும் வீழ்கிறது.

அமெரிக்க விஞ்ஞானி ஜீயோக் இந்த முறையை முயற்சி செய்து திரவ ஹீலியத்தை 0.25° கெல்வின் வரை எடுத்துச் சென்றார்.

பிற டச்சு விஞ்ஞானிகள் தாங்களும் முயன்று 0.0185° கெல்வின் வரை சென்றனர். இம்மியளவு வெப்பத்தையும் நீக்க இன்னும் பிற உத்திகளும் கையாண்டு 0.00002° கெல்வின் அடைந்தனர். ஆனால், தனிச்சுழி வெப்பநிலையை இன்று வரை எட்டவே இல்லை.

இந்த முயற்சிகளில் ஈடுபட்டிருக்கும் போது அவர்கள் பல புது விஷயங்களைக் கண்டனர்.

உதாரணமாக, 2.2° கெல்வினில் ஹீலியத்தின் பண்புகள் மாறி வேறொரு வகை திரவமாக மாறியது. இந்த இரண்டாம் ஹீலியத்திற்கு வேறெந்த திரவத்திற்கும் இல்லாத பண்புகள் இருந்தன. மிகை பாய்மப் பண்பு கொண்டிருந்ததால் எவ்வளவு சிறிய துளைக்குள்ளும்,

உராய்வின்றி நகர முடியும். காற்றுபுக முடியா பாத்திரத்தில் கூட இந்த இரண்டாம் ஹீலியம் புக முடியும்.

மேலும் இதன் வெப்பம் கடத்தும் திறன் முழுமையாக இருந்தது. அதற்குள் செலுத்தப்பட்ட எந்த வெப்பமும் மிக சீராகப் பரவியது. அதனால், கொதிக்கும் போதும் இங்குமங்குமாக குமிழிகள் உருவாகாமல் சீராக ஆவியாகி மேலிருந்து ஒவ்வொரு அடுக்காக அகன்றன.

5. மிகைக் கடத்துத்திறன்

திரவ ஹீலியத்தை ஆராயும்போது தற்செயலாக ஏற்பட்ட ஒரு கண்டுபிடிப்பு, பின்னாளில் மனிதனின் தினசரி வாழ்வில் ஒரு முக்கிய அங்கமானது. அதுவே மிகைக்கடத்துத் திறன்.

திரவ ஹீலியம் வந்த பின்னர், குளிர்நிலைகளில் பொருட்களின் பண்புகளை ஆராய விஞ்ஞானிகளுக்கு வழி கிடைத்தது.

உதாரணமாக, மின்சாரம் ஒரு கம்பியில் பாயும்போது, ஒருவகை தடையை அது எதிர்கொள்கிறது. அதாவது, கம்பியில் உள்ள அணுக்களினூடே மின்சாரம் பயணிக்கும்போது அதன் ஆற்றலில் ஒரு பகுதி வெப்பமாக வெளியேறுகிறது. இதனால் கம்பி சூடேறுவதோடு மின்சாரத்தின் அளவும் குறைகிறது.

கம்பியைக் குளிர வைத்தால், அதன் மின்தடையும் குறைகிறது. கம்பியின் வெப்பத்தை முற்றிலும் நீக்கி தனிச்சுழி நிலை வந்துவிட்டால், அதன் மின்தடையும் முற்றிலும் நீங்கி பூஜ்ஜியமாகி விடும் என்று நம்பினர்.

ஆனால் திரவ ஹைட்ரஜனின் குளிர்நிலை வரை மட்டுமே இந்தக் கருத்து வேலை செய்தது. அதையும் விட கீழான திரவ ஹீலியத்தின் குளிர்நிலைக்குச் செல்லும்போது, அது ஒரு அற்புதத்தை வெளியிட்டது.

காமர்லிங் ஓன்ஸ் உறைந்த பாதரசத்தை ஆராய்ந்து கொண்டிருந்தார். வெப்பம் குறையக் குறைய அதன் மின்தடை குறைந்து கொண்டே வந்தது. சரியாக 4.21° கெல்வினில் திடரென பூஜ்யத்திற்கு வீழ்ந்தது. துல்லியமாகவும் முழுமையாகவும் மின்சாரம் கடத்தத்

தொடங்கியது. கம்பி சிறிதும் சூடேறவில்லை. இத்தகைய பண்பு மிகைக்கடத்துத் திறன் என அழைக்கப்படும்.

தனிச்சுழி நிலைக்கு மேலே இருக்கும்போதே மின்தடை பூஜ்ஜியமானது அறிவியலாளர்கள் எதிர்பாராத ஒன்று. 1973-ல் தான் அமெரிக்க விஞ்ஞானி ஜான் பார்டன் இதற்கு விளக்கம் கண்டுபிடித்தார்.

விளக்கம் தருவது ஒருபுறம் இருக்க, இந்நிகழ்வு பாதரசத்தில் மட்டுமே நடக்கும் நிகழ்வா, அல்லது அனைத்து உலோகங்களிலும் நடக்குமா என்று அறிய விரும்பினர்.

சோதனையில் வேறு சில உலோகங்களும் மிகைக் கடத்துத்திறன் கொண்டிருப்பதைக் கண்டனர். ஒவ்வொரு உலோகமும் வெவ்வேறு வெப்பநிலையில் இப்பண்பைப் பெறுகின்றன. ஒரு ஈய வளையத்தில் ஏற்படுத்தப்பட்ட மின்னோட்டம் இரண்டரை ஆண்டுகளுக்கு கூட எந்த மின்தடையுமின்றி சுற்றிக் கொண்டே இருந்தது.

மிகைக்கடத்துத்திறனால் பல பயன்பாடுகள் பெறலாம். பொதுவாக மின்சாரம் தயாரிக்கப்படும் இடத்திலிருந்து வீடு, ஆலை, அலுவலகங்களுக்கு அனுப்பப்படும்போது, 15 சதவீதம் வரை வெப்பமாக மாறி வீணாகிறது. இதற்கு நிகரான டாலர் மதிப்பு பல பில்லியன்களைத் தொடும்.

மிகைக்கடத்துக் கம்பிகளை பயன்படுத்தினால், இந்த பல பில்லியன் டாலர் பணத்தை மிச்சப்படுத்தலாம். இந்தத் திறன் இவ்வளவு குறைந்த குளிர்நிலையில் மட்டுமே காணப்படுவதால், எல்லாக் கம்பிகளைச் சுற்றிலும் திரவ ஹீலியம் நிரப்ப வேண்டும். வேறு எந்த பொருளாலும் இவ்வளவு குறைந்த குளிர்நிலைகளைக் கொடுக்க முடியாது. திரவ ஹைட்ரஜன் கூட 20° கெல்வின் தான் கொடுக்கும்.

ஆனால், ஹீலியமோ மிகவும் அரிதானது. ஹீலியதிற்கு ஆகும் செலவு நாம் மிச்சப்படுத்த விரும்பும் பணத்தை விட பன்மடங்கு அதிகமாகும்.

உயர் வெப்பநிலையிலேயே மிகைக்கடத்தும் திறனுடைய உலோகங்களே நமக்குத் தேவை. அத்தகைய உலோகங்கள் இயற்கையாக இல்லாவிடின், பல உலோகங்களைக் கலந்து ஒரு புதிய கலப்பு உலோகமாவது கண்டுபிடித்தல் மேலானது.

விஞ்ஞானிகள் தங்கள் கைக்கு எட்டிய எல்லா கலப்பு உலோகங்களையும் ஒன்றுவிடாமல் பரிசோதித்தனர். எல்லாமே நடைமுறைக்கு ஒவ்வாத குளிர்நிலைகளில் மட்டுமே மிகைக்கடத்துவதாக இருந்தன.

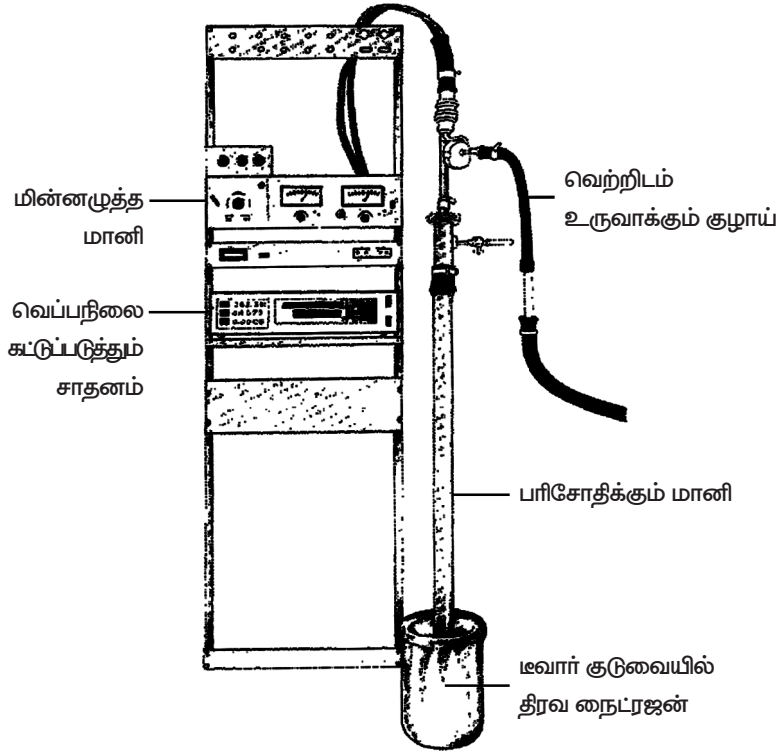
24° கெல்வினில் மிகைக்கடத்தக்கூடிய ஒரு கலப்புலோகம் கண்டுபிடித்தனர். இதைத் திரவ ஹைட்ரஜன் கொண்டு உபயோகிக்கலாம். ஹீலியத்தை விட ஹைட்ரஜன் மலிவே. ஆயினும், அது மிக எளிதில் தீப்பற்றக் கூடியது. திரவ ஹைட்ரஜனை நாடு முழுக்க மின்கடத்த பயன்படுத்தினால், அது ஆபத்தில் போய் முடியும்.

முக்கால் நூற்றாண்டுகால பரிசோதனைக்குப் பின்னரும் 24° கெல்வினிற்கு மேல் உயர் வெப்பநிலையில் மிகைக்கடத்தும் எந்த உலோகமும் கிடைக்கவில்லை.

அனைவரும் நம்பிக்கை இழந்திருந்த நேரத்தில், வியத்தகு ஒரு திருப்பம் நிகழ்ந்தது.

ஜெர்மனியில் விஞ்ஞானிகள் உலோகத்தையே சுற்றி வருவதை விட்டு சுட்டாங்கல் பொருட்களை ஆராயத் தொடங்கினார். சுட்டாங்கல் என்பது உலோக ஆக்சைடுகளின் கலவையாகும்.

விறுவிறுவென புதிய பல விடைகள் கிடைக்க ஆரம்பித்தன. 1986-ல், 28° கெல்வினில் மிகைக்கடத்தும் ஒரு ஆக்சைடு கலவை கிடைத்தது. அந்த ஆண்டிற்குள்ளாகவே, 40° கெல்வினில் வேலை செய்யும் வேறொரு சுட்டாங்கல் கிடைத்தது. ஆனால் அதற்கு உயரழுத்தம் தேவைப்படும். அதைத் தொடர்ந்து உடனடியாக 36° கெல்வினில் எந்த உயரழுத்தமும் இல்லாமலே மிகைக்கடத்தும் சுட்டாங்கல்லும் அறிவிக்கப்பட்டது.



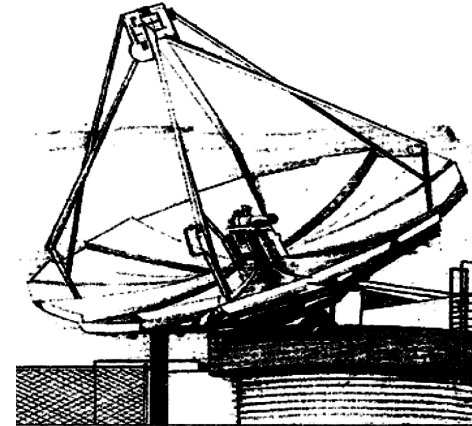
மிகைக்கடத்தும் பொருட்களுக்கான பரிசோதனை கருவி

இதோடு நிற்கவில்லை இது. 90° கெல்வினில் மிகைக்கடத்தும் ஒரு சுட்டாங்கல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இந்த கெல்வினிற்கு திரவ நைட்ரஜனே போதுமானது. திரவ நைட்ரஜன் பாதுகாப்பானது செலவும் இல்லாதது.

இந்த கண்டுபிடிப்புகள் இங்கேயும் நிற்கவில்லை. 225° கெல்வினில் மிகைக்கடத்தும் ஒரு சுட்டாங்கல் பற்றிய அறிவிப்பும் வந்தது.

இதையெல்லாம் கண்ட விஞ்ஞானிகள் இப்போது, சாதாரண சுற்றுப்புற சூழ்நிலையில் உள்ள வெப்பநிலைகளிலேயே மிகைக்கடத்தும் பொருட்களைத் தேட எண்ணம் கொண்டனர்.

இதனால் வரும் நன்மை என்ன? பல பில்லியன் பணம் மிச்சமாவதுடன், மின்னியற்றிகளை நகருக்கு வெளியே தொலை தூரத்தில் பாதுகாப்பாக அமைத்துக் கொள்ளலாம். தூரத்தால் ஏற்படும் மின்சார சேதார பிரச்சனை இதில் இல்லை. குறிப்பாக மக்கள் அஞ்சும் அணு உலைகளை வெகு தொலைவில் ஆளில்லாப் பகுதிகளில் அமைத்துக் கொள்ளலாம்.



சூரிய ஆற்றல் கருவி

நாமெல்லாம் இன்று சூரிய சக்தியிலிருந்து மின்சாரம் பெற விரும்புகிறோம். இதைத் தயாரிக்கும் பொறிகளை ஒதுக்குப்புறமாக விசாலமான இடங்களில் அமைத்தால் தான்

நிறைய சூரிய சக்தியைப் பெற முடியும். இந்த தொலைதூர மின்பரிமாற்றத்தால் ஏராளமான மின்சார சேதாரமும், பண விரயமும் ஏற்படும். மிகைக்கடத்தும் கம்பிகளைக் கொண்டு இந்த சிக்கல்களை முழுமையாகத் தீர்க்கலாம்.

மேலும் மின்சாரத்தை கிடப்பில் தேக்கி வைக்கும் பிரச்சனைக்கும் விடை கிடைக்கும். உபரி மின்சாரத்தை மின்சுற்றுகளில் சுற்றி விட்டு விட்டால், எந்த விதத்திலும் தேயாமல் அது சுற்றிக் கொண்டே இருக்கும். தேவைப்படும் நேரத்தில் அதை மீட்டுக் கொள்ளலாம்.



மிகைக் கடத்தும் காந்தத்தைக் கொண்டு மிதக்கும் தொடர்வண்டி

கணிப்பொறிகளுக்கும் மிகைக்கடத்தும் திறனால் பலன் கிடைக்கும். கணிப்பொறியின் அளவைச் சிறிதாக்க, அதன் மின்சுற்றுகளும் அளவில் குறைக்கப்படுகிறது.

இதனால் அவைகளில் இருந்து வெளியேறும் வெப்பம் அதை உருக்கும் அளவிற்கு உயரக்கூடும். மிகைக்கடத்தும் கம்பிகளில் இந்த வெப்பப் பிரச்சனை இல்லை.

மின்கடத்தும் தண்டவாளங்களில் தொடர்வண்டி செலுத்துவது பற்றிய எண்ணம் பலகாலமாக மக்கள் மனதில் இருந்து வருகிறது. இந்த மின்தடங்களைச் சுற்றி காந்தபுலம் உருவாகுவதால் தொடர்வண்டி தண்டவாளத்திற்கு மேலே மிதக்கும். மிதந்து கொண்டே நகர்வதால் இம்மாதிரியான வண்டிகளில் உராய்வு இல்லை. அதனால் மணிக்கு 300 மைல் வேகத்தில் செல்ல முடியும். இவ்வண்டி மிகைக்கடத்தும் தண்டவாளத்தால் மட்டுமே சாத்தியமாகும்.

அணுக்கருக்களை இணைத்து அதிலிருந்து சக்தியை சேகரிக்கும் முயற்சியில் விஞ்ஞானிகள் உள்ளனர். இந்த வேலைக்கு மிக வலிய காந்தபுலம் தேவை. அதை மிகைக்கடத்திகளில் இருந்து மட்டுமே உருவாக்க முடியும்.

முதன் முதலில் உயர் வெப்ப மிகைக்கடத்துத்திறனைக் கண்டுபிடித்த விஞ்ஞானிகள் முல்லர், பெட்நோர்ஸ் இருவருக்கும் 1987-ல் நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

இதில் வேடிக்கை என்னவென்றால், இவ்வனைத்தும் தொடங்கியது எத்தொடர்பும் இல்லாத தனிச்சுழி நிலை பற்றிய விஞ்ஞானிகளின் ஆர்வக்கோளாறினால் தான்.