

1. நியூட்டனின் குளிர்வு விதி (Newton's Law of Cooling)

நியூட்டனின் குளிர்வு விதி

நியூட்டனின் குளிர்வு விதியின்படி உயர் வெப்ப நிலையிலுள்ள ஒரு பொருள் சுதர்வீச்சால் குளிர்வடையும் வீதமானது அதன் சராசரி வெப்ப நிலைக்கும், சுற்றுப்புற வெப்ப நிலைக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாட்டிற்கு நேர் விகிதத்தில் அமையும்.

$\theta_1^\circ\text{C}$ உயர் வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளைக் கருதுவோம். t- வினாடிக்குப் பின் இதன் வெப்பநிலை $\theta_2^\circ\text{C}$ ஆக குறைகிறது. சுற்றுப்புற அதாவது அறையின் வெப்பநிலை θ_0 எனக் கொள்வோம்.

வெப்ப நிலையானது $\theta_1^\circ\text{C}$ லிருந்து $\theta_2^\circ\text{C}$ ற்கு குளிர்வடைவதால், குளிர்வடையும் பொருளின் சராசரி வெப்பநிலை =

$$\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} = \theta$$

சுற்றுப்புற வெப்பநிலை θ_0 ஆதலால், பொருளின் சராசரி வெப்ப நிலைக்கும், சுற்றுப்புற வெப்பநிலைக்கும் இடையே உள்ள வெப்ப நிலை வேறுபாடு = $(\theta - \theta_0)$

t- வினாடி நேரத்தில் இழந்த வெப்பத்தின் அளவு Q எனக் கொள்வோம்.

$$\therefore \text{குளிர்வு வீதம்} = \frac{\text{இழந்த வெப்பம்}}{\text{எடுத்துக் கொண்ட காலம்}}$$

$$= \frac{Q}{t}$$

நியூட்டனின் குளிர்வு விதியின்படி, ஒரு பொருள் குளிர்வடைகின்ற வீதமானது சராசரி வெப்பநிலை வேறுபாட்டிற்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும்.

$$\therefore \frac{Q}{t} \propto (\theta - \theta_0) \quad \text{--- (1)}$$

$$\text{or } = \frac{Q}{t} = k. (\theta - \theta_0)$$

இங்கு k ஒரு மாறிலி

$$\therefore \frac{Q}{(\theta - \theta_0)t} = \text{ஒரு மாறிலி}$$

பொருளின் நிறை m எனவும், அதன் தன்வெப்ப ஏற்புத் திறன் S எனவும் கொண்டால்

$$Q = mS (\theta_1 - \theta_2)$$

$$\therefore \frac{mS(\theta_1 - \theta_2)}{t} \propto \left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta_0 \right)$$

நியூட்டனின் விதியை மெய்ப்பித்தல் (Verification of Newton's Law)

கோளக வடிவச், கலோரிமானியை வெப்பப்படுத்தப்பட்ட நீரால் நிரப்பவேண்டும். நீரின் வெப்பநிலை 80°C -ற்கு அதிகமாக இருக்க வேண்டும். கலோரிமானியில் ஒரு வெப்பநிலைமானியைச் சொருகி, இவ்வமைப்பினை ஒரு தாங்கியில் தொங்கவிடவேண்டும். கதிர்வீச்சு காரணமாக நீரின் வெப்பநிலை குறைகிறது. நீரின் வெப்பநிலை சரியாக 80°C -ஐ அடையும்போது நிறுத்துக் கடிகாரத்தை ஓடச் செய்யவேண்டும். ஒவ்வொரு டிகிரி வெப்ப நிலையும் குறைவதற்கான நேரத்தைத் தொடர்ந்து குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். நீரினுடைய வெப்பநிலை 60°C -ஐ அடையும்வரை நேரத்தைத் தொடர்ந்து குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

இவ்வளவீடுகளை அட்டவணைப்படுத்த வேண்டும். அறையின் வெப்ப நிலையையும் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். இதனை $\theta_0^\circ\text{C}$ எனக் கொள்வோம்.

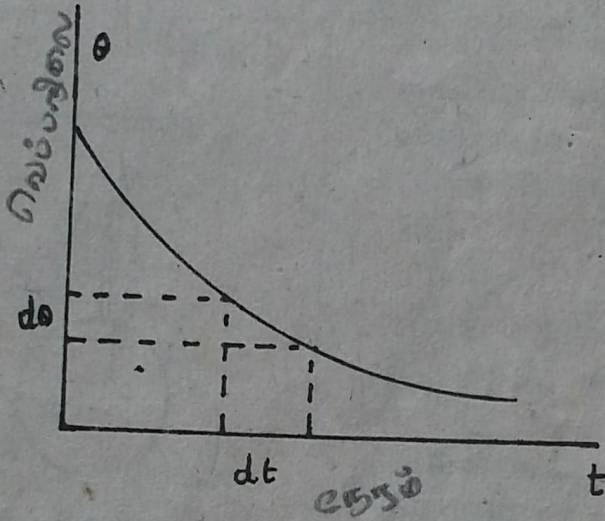
| நீரின் வெப்ப நிலை டிகிரி) | 1°C குளிர்வ தற்கான நேரம் (வினாடி) | வெப்ப நிலை நெடுக்கம் | 4°C குளிர்வ தற்கான நேரம் (t வினாடி) | வெப்ப மிகுதிபாடு $\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta_0$ | $\left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta_0\right)t$ |
|---------------------------|---|----------------------|---|---|--|
| 80 | 50 | 80-76 | 40 | $\frac{80+76}{2} - \theta_0$ | |
| 79 | 60 | 79-75 | | | |
| 78 | 70 | | | | |
| -- | 80 | | | | |
| -- | | | | | |
| -- | | | | | |
| 59 | | | | | |
| 60 | | 64-60 | | | |

பல மாறுபட்ட நெடுக்கங்களில் 4°C வெப்பநிலை குறைவதற்கான நேரத்தைக் கணக்கிடவேண்டும். ஒவ்வொரு நெடுக்கத்திற்கும் சராசரி வெப்பநிலை கண்டு $(\theta_1 + \theta_2/2)$, சராசரி வெப்பநிலை வேறுபாடு $\left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta_0\right)$ காணவேண்டும். இந்த நெடுக்கத்தில் வெப்பநிலை குறைவதற்கான நேரம் t எனக் கொள்வோம். இவற்றிலிருந்து $\left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta_0\right)t$ கணக்கிடவேண்டும். இதே போன்று ஒவ்வொரு நெடுக்கங்கட்கும் கணக்கிடவேண்டும். இது ஒரு மாறிலியாகும். பல நெடுக்கங்களிலும் குளிர்வடைகின்ற வெப்பநிலை 4°C ஆகும்.

எனவே ஒவ்வொரு நெடுக்கங்களிலும் கதிர்வீச்சால் குளிர்வடைகின்ற வெப்பம் சமமாகும். எனவே $\left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta_0\right)t$ ஒரு மாறிலியாகும். இது நியூட்டனின் குளிர்வு விதியை மெய்ப்பிக்கிறது.

வரைபடத்தின் மூலமும் நியூட்டனின் குளிர்வு விதியை மெய்ப்பிக்கலாம்.

x- அச்சில் நேரத்தையும் y அச்சில் வெப்ப நிலையையும் எடுத்து ஒரு வரைபடம் வரையலாம். இது படம் 4-1ல் காட்டியவாறு அமையும் வளைகோட்டில் ஏதாவது ஒரு புள்ளியில் $\frac{d\theta}{dt}$



படம் 4-1

காணவேண்டும். இது அப்புள்ளியில் உள்ள வாட்டமாகும். இப்புள்ளியில் உள்ள சராசரி வெப்பநிலை வேறுபாடு $(\theta - \theta_0)$ கணக்கிட்டு.

$\left(\frac{d\theta}{dt}\right) / (\theta - \theta_0)$ கணக்கிட வேண்டும். இதே போன்று பல மாறுபட்ட

புள்ளிகளில் கணக்கிட வேண்டும். இது ஒரு மாறிலியாக அமையும். இது நியூட்டனின் குளிர்வு விதியை மெய்ப்பிக்கிறது.

குளிர்வு முறைப்படி திரவத்தின் தன் வெப்ப ஏற்பத்திறன் காணல்

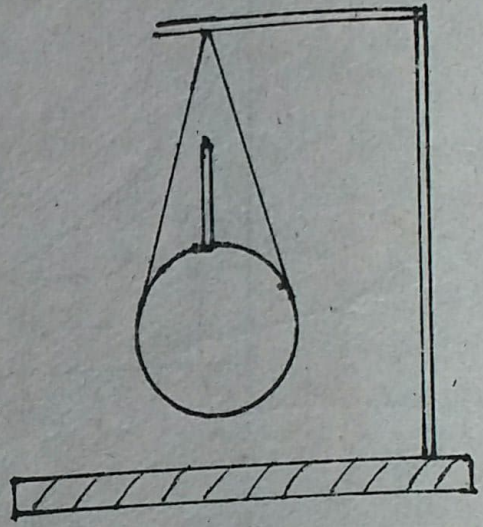
(Specific Heat Capacity of a liquid by cooling)

நியூட்டனின் குளிர்வு விதியினை அடிப்படையாக கொண்டு, திரவத்தின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் கணக்கிடலாம். முதலில் சுத்தமான உலர்ந்த கோளக வடிவக் கலோரிமானியின் நிறையைத் துல்லியமாகக் காண வேண்டும். இதன் நிறையை m_1 எனக் கொள்வோம்.

கலோரிமானியை வெப்பப்படுத்தப்பட்ட நீரால் நிரப்ப வேண்டும். நீரின் வெப்பநிலை 80°C ற்கு அதிகமாக இருக்க வேண்டும். கலோரிமானியை நூல் கொண்டு கட்டி, ஒரு தாங்கியில் தொங்கவிடவேண்டும். கலோரிமானியில் உள்ள துளையில் ஒரு வெப்பநிலைமானியைச் சொருகவேண்டும்.

கதிர்வீசல் காரணமாக கலோரிமானி கதிர்வீச. வெப்பநிலை குறைகிறது. நீரின் வெப்பநிலை சரியாக

80°C ஐ அடையும்போது, நிறுத்துக் கடிகாரத்தை ஓடச் செய்யவேண்டும். ஒவ்வொரு டிகிரி வெப்பநிலையும் குறைவதற்கான நேரத்தைத் தொடர்ந்து குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். வெப்பநிலை 60°C ஐ அடையும் வரை நேரத்தைத் தொடர்ந்து கணக்கிட வேண்டும். கலோரிமானி அறை



படம் 4-2

வெப்பநிலைக்குக் குளிர்வடைந்த பின் நீருடன் இதன் நிறை காண வேண்டும். இதனை m_2 எனக் கொள்வோம்.

கலோரிமானியில் உள்ள நீரினை அகற்றி, அதன் உட்புறத்தை நன்றாகச் சுத்தம் செய்து உலர்த்த வேண்டும். தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் காண வேண்டிய திரவத்தை வெப்பப்படுத்தி, கலோரிமானியில் வெப்பப்படுத்தப்பட்ட திரவத்தை முழுமையாக நிரப்பவேண்டும். இதன் வெப்பநிலை 80°C ற்கு அதிகமாக இருக்க வேண்டும். கலோரிமானியை 80°C யிலிருந்தி 60°C வரை குளிர்வடையச் செய்து, முன்பு கூறியபடியே ஒவ்வொரு டிகிரி வெப்பநிலை குறைவதற்கான நேரத்தைத் தொடர்ந்து குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். கலோரிமானி நன்றாகக் குளிர்ந்த பின் திரவத்துடன் நிறை காணவேண்டும். இதனை m_3 எனக் கொள்வோம்.

அளவீடுகளை அட்டவணைப் படுத்தவேண்டும்.

| வெப்ப நிலை | நேரம் (வினாடி) | | நெடுக்கம் | 2°C குளிர் வதற்கான நேரம் (வினாடி) | | $\frac{t_2}{t_1}$ |
|------------|----------------|--------|-----------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------|
| | நீர் | திரவம் | | நீர் (t ₁) | திரவம் (t ₂) | |
| 80 | | | 80-78 | | | |
| 79 | | | 79-77 | | | |
| -- | | | | | | |
| -- | | | | | | |
| -- | | | | | | |
| 61 | | | | | | |
| 60 | | | 62-60 | | | |

அட்டவணையிலிருந்து 80-78, 79-77 ... 62-60 போன்ற பல மாறுபட்ட நெடுக்கங்களில் 2°C குளிர்வதற்கான நேரத்தைக் கணக்கிடவேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட நெடுக்கத்தில், நீர் குளிர்வடைவதற்கான நேரம் t_1 எனவும், திரவம் குளிர்வடைவதற்கான நேரம் t_2 எனவும் கொள்வோம். இதிலிருந்து t_2/t_1 கணக்கிடவேண்டும். இதேபோன்று ஒவ்வொரு நெடுக்கங்கட்கும் t_2/t_1 கணக்கிட்டு, அதன் சராசரி காண வேண்டும். நீர், திரவம் ஆகியவைகள் குளிர்வடையும் போது, அவற்றின் சராசரி வெப்பநிலை வேறுபாடு சமமாகும். எனவே நீர் குளிர்வடைகின்ற வீதமும், திரவம் குளிர்வடைகின்ற வீதமும் சமமாகும்.

கலோரிமா்னி, நீர், திரவம் ஆகியவற்றின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் முறையே s_1, s_2, s எனக் கொள்வோம். நாம் திரவத்தின் வெப்ப ஏற்புத்திறன் s கணக்கிட வேண்டும்.

$$\text{நீர் குளிர்வடையும் வீதம்} = \frac{[m_1 s_1 + (m_2 - m_1) s_2] \Delta T}{t_1} \text{ ஜூல்} \dots (1)$$

Newton's Law \Rightarrow

திரவம் குளிர்வடையும் வீதம் = $\frac{[m_1s_1 + (m_3 - m_1)S]2}{t_2}$ ஜால்

நியூட்டனின் குளிர்வு விதியின்படி,

நீர் குளிர்வடையும் வீதம் = திரவம் குளிர்வடையும் வீதம்

$$\frac{[m_1s_1 + (m_2 - m_1)S_2]2}{t_1} = \frac{[m_1s_1 + (m_3 - m_1)S]2}{t_2}$$

$$\frac{m_1s_1 + (m_3 - m_1)s}{t_1} = \frac{[m_1s_1 + (m_2 - m_1)s_2] \frac{t_2}{t_1}}{t_1}$$

$$(m_3 - m_1)s = [m_1s_1 + (m_2 - m_1)s_2] \frac{t_2}{t_1} - m_1s_1$$

$$s = \frac{(m_1s_1 + (m_2 - m_1)s_2) \frac{t_2}{t_1} - m_1s_1}{(m_3 - m_1)}$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி, திரவத்தின் தன்வெப்ப ஏற்பு எண் S கணக்கிடலாம்.

குளிர்வடையும்

நேரங்களின் வீதம்

t_2/t_1 வரை

படத்திலிருந்து

கணக்கிடலாம்.

வெப்ப நிலையை

Y அச்சிலும்.

நேரத்தை X

அச்சிலும்

கொண்டு

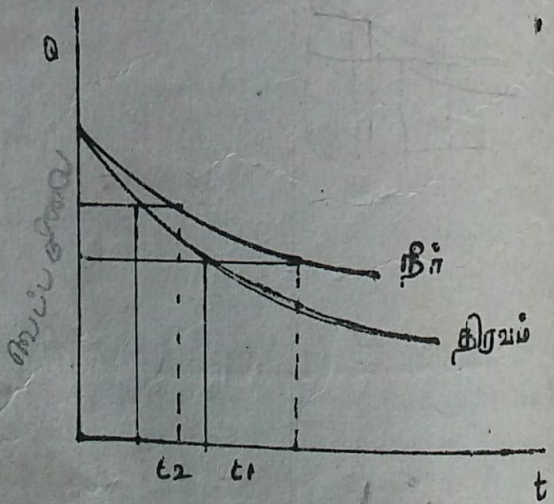
வரைபடம்

வரையலாம். இது

படம் 4-3 ல்

காட்டியவாறு

அமையும்



without acceleration due to gravity - man,

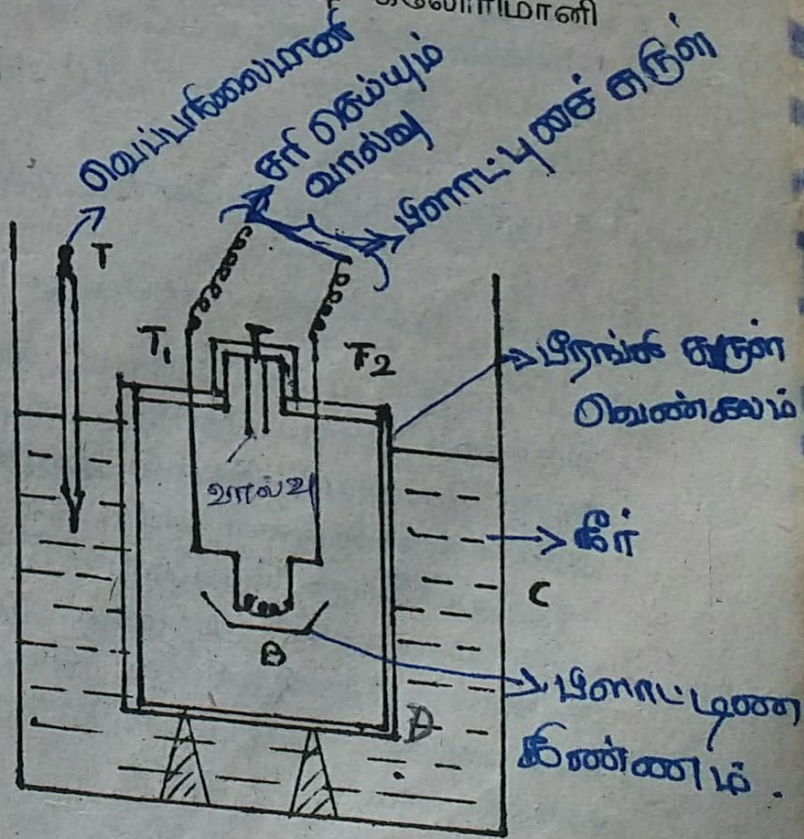
வரைபடத்திலிருந்து t_2/t_1 கணக்கிட வேண்டும். இதனை மேற்கண்ட சமன்பாட்டில் பதிலீடு செய்து திரவத்தின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் s கணக்கிடலாம்.

2. வெடி கலோரிமான் (Bomb Calorimeter)

ஓரலகு அளவு எரிபொருள் முழுமையாக எரிந்து, அந்த எரிந்த பொருள் மீண்டும் ஆரம்ப வெப்ப நிலைக்கு வரும்போது, அதனால் வெளியிடப்படும் வெப்பத்தின் அளவினை எரிபொருளின் கலோரிக் மதிப்பு என வரையறுப்பர். இது கிலோ கலோரி/கிலோ கிராம் அல்லது ஜூல்/கிலோகிராம் எனும் அலகில் காட்டப்படுகிறது. நிலக்கரி, பெட்ரோல், டீசல், மரம் போன்றவை பொதுவாகப் பயன்படுத்தும் எரி பொருட்களாகும்.

எரிபொருட்களின் கலோரிக் மதிப்பினை வெடி கலோரிமான் கொண்டு கணக்கிடலாம்.

வெடி கலோரி மானியின் அமைப்பு படம் 4-4 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. D என்பது பீரங்கி வெண்கலத்தால் (Gun metal) ஆன ஒரு நீள் உருளை யாகும் இவ்வுருளையினுள் காற்றுப் புகாதவாறு எபோனைட் மூடி கொண்டு மூடப்பட்டுள்ளது. இதனுள் பிளாட்டினக் கிண்ணம் (B) தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இதனுள் எரிபொருள் (திடதூள் அல்லது திரவம்) வைக்கப்பட்டுள்ளது. எரிபொருளினுள் மூழ்கி வைக்கப்பட்டுள்ள பிளாட்டினச் சுருள் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தி இதனை எரியச் செய்யலாம். நீள் உருளை இதன் அழுத்தம் ஏறத்தாழ



படம் 4-4

ஆக்சீசன் கொண்டு நிரப்பப்பட்டுள்ளது. 20 வளியழுத்தமாகும். உருளையின்

மேற்பகுதியில் சரி செய்யும் வால்வு (Regulator Valve) உள்ளது சோதனையின்போது, உருளையினுள் உள்ள அழுத்தம் மாறாமல் இருக்குமாறு இந்த வால்வு சரி செய்கிறது. பீரங்கி வெண்கல உருளை குளிர்ந்த நீர் அடங்கிய கலோரிமானியின் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இம்முழு அமைப்பினை வெடி கலோரிமானி என்பர்.

பிளாட்டினக் கிண்ணத்தில் நிறை (M) தெரிந்த எரி பொருளை வைத்து, நீள உருளையை ஆக்சீசன் கொண்டு நிரப்பி, இதனை குளிர்ந்த நீருள்ள கலோரிமானியில் மூழ்கி வைக்கவேண்டும். நீரின் ஆரம்ப வெப்பநிலையை குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். (θ_1) பிளாட்டினக் சுருள் வழியாக உயர் மின்னோட்டம் செலுத்தி எரிபொருளை எரியச் செய்ய வேண்டும். எரி பொருள் ஆக்சீசனில் முழுமையாக எரிகிறது. இப்போது தோன்றுகின்ற வெப்பத்தை கலோரிமானியும், அதிலுள்ள நீரும் உட்கவர்கிறது. இதனால் இதன் வெப்ப நிலை அதிகமாகிறது. பெரும் வெப்பநிலையைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். கலோரிமானி, நீர், மற்றும் அவற்றில் அடங்கியுள்ள வற்றின் மொத்த வெப்ப ஏற்புத்திறன் W எனக்கொள்வோம். எனவே இவ்வமைப்பால் உட்கவரப்பட்ட மொத்த வெப்ப ஆற்றல் $w (\theta_2 - \theta_1)$ ஜூல் ஆகும்.

∴ எரிபொருளின் கலோரிக் மதிப்பு = $\frac{W(\theta_2 - \theta_1)}{M}$ ஜூல்/கி.கி.

இதிலிருந்து எரிபொருளின் கலோரிக் மதிப்பு கணக்கிடலாம்.

குறிப்பு: எரிபொருள் இயற்கை வாயு போன்ற எரிவாயுவாக இருந்தால், நிறை தெரிந்த வாயுவை அதிகப்படியான ஆக்சிசனுடன் கலக்க வேண்டும். இதனை அழுத்தி சிறிய வெடிகுண்டாக்க வேண்டும். இதனைச் சூழ்ந்துள்ள பிளாட்டின சுருள் வழியாக உயர் மின்னோட்டம் செலுத்தும்போது வெடிகுண்டு வெடிக்கிறது. இதனால் இதனை வெடி கலோரிமானி என அழைக்கப்படுகிறது. வாயு முழுமையாக எரிகிறது. இதனால் தோன்றுகின்ற வெப்பத்தை கலோரிமானியும், நீரும் உட்கவர்கிறது. முன்பு கூறியபடி எரிபொருளின் கலோரிக் மதிப்பு கணக்கிடலாம்.

3. வெப்பக் கடத்தல் (Conduction)

ஒரு பொருளினால் ஒரு முனையில் சூடேற்றும்போது, துகள்களின் இயக்கம் எதுவுமின்றி, வெப்பம் மறு பகுதிக்குப் பரவும் முறையே வெப்பக் கடத்தல் என்பர்.

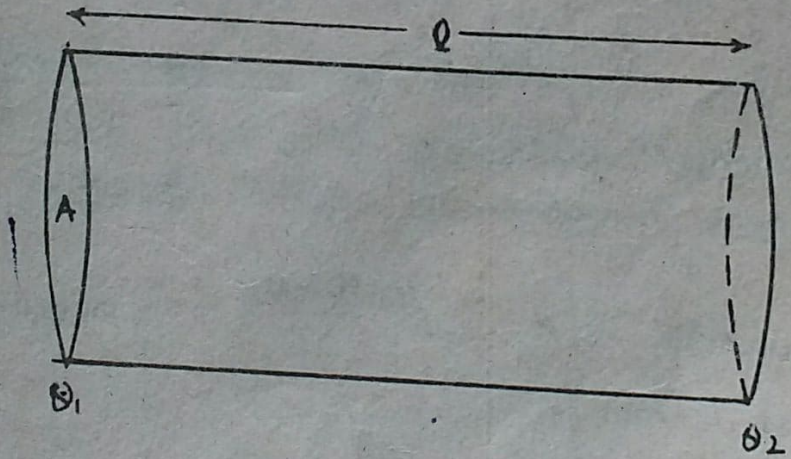
ஒரு கம்பியின் ஒரு முனையை சூடேற்றும்போது அதிலுள்ள துகள்கள் நகராமல் வெப்பம் மட்டும் மறுமுனைக்கு கடத்துவது வெப்பக் கடத்தலுக்கு எடுத்துக் காட்டாகும். திண்மபொருட்களில் வெப்பம், வெப்பக் கடத்தல் முறையில் பரவுகிறது.

வெப்பக் கடத்துத் திறன் (Thermal Conductivity)

\otimes 5 mark .

சீரான குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு A - ம், நீளம் l - ம் கொண்ட

தண்டினைக்
கருதுவோம்
இத்தண்டின்
இரு முனை
களில் உள்ள
வெப்ப
நிலைகள்
முறையே θ_1 ,
 θ_2 எனக்
கொள்வோம்
வெப்ப நிலை
 θ_1 , θ_2 விட
அதிகம்.



படம் 4-5

எனவே வெப்பமானது வெப்பநிலை அதிகமாக உள்ள பகுதியிலிருந்து குறைவான பகுதிக்குக் கடத்தப்படுகிறது. தண்டின் வழியாக t வினாடி நேரத்திற்கு வெப்பம் கடத்தப்படுவதாகக் கொள்வோம். தண்டின் வழியாக கடத்தப்படக்கூடிய வெப்பத்தின் அளவு Q ,

(1) தண்டின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவிற்கு நேர் விகிதத்திலும்
($Q \propto A$)

(2) தண்டின் இரு முனைகட்கிடையே உள்ள வெப்பநிலை வேறுபாட்டிற்கு நேர்விகிதத்திலும் ($Q \propto \theta_1 - \theta_2$)

(3) தண்டின் நீளத்திற்கு தலைகீழ் விகிதத்திலும் ($Q \propto \frac{1}{l}$)

(4) வெப்பம் கடத்தப்படும் நேரத்திற்கு நேர் விகிதத்திலும்
($Q \propto t$) அமையும்.

∴ கடத்தப்படும் வெப்பத்தில் அளவு $Q \propto A \frac{\theta_1 - \theta_2}{l} \cdot t$

அல்லது $Q = K.A. \frac{\theta_1 - \theta_2}{l} \cdot t$ ஜூல்(1)

இங்கு K ஒரு மாறிலி. இதனை பொருளின் வெப்பக் கடத்துத் திறன் (Coefficient of Thermal Conductivity) அல்லது வெப்பக் கடத்து எண் என்பர். இது பொருளின் தன்மையைச் சார்ந்தது.

$\frac{\theta_1 - \theta_2}{l}$ என்பது வெப்பநிலை வாட்டம் (Temperature gradient) எனப்படுகிறது. வெப்பநிலை வாட்டம் என்பது ஓரலகு நீளத்தில் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றமாகும்.

சமன்பாடு (1) ல், $A = 1 \text{ மீ}^2$, $\frac{\theta_1 - \theta_2}{l} = 1$, மற்றும் $t = 1$ வினாடி எனக் கொண்டால்,

$$Q = K \dots \dots \dots (2)$$

சமன்பாடு (2)-னை அடிப்படையாகக் கொண்டு, வெப்பக் கடத்துத்திறனை வரையறுக்கலாம்.

ஓரலகு குறுக்குப் பரப்பளவும், ஓரலகு வெப்பநிலை வாட்டமும் கொண்ட திண்மத்தில் ஓரலகு காலத்தில் கடத்தும் வெப்பத்தின் அளவு அப்பொருளின் வெப்பக் கடத்துத்திறன் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

வெப்பக் கடத்துத்திறன் வாட் மீ⁻¹ கெல்வின்⁻¹ ($w m^{-1} k^{-1}$) அல்லது ஜூல்-வினாடி⁻¹/மீ⁻¹ -கெல்வின்⁻¹ ($JS^{-1}M^{-1}K^{-1}$) எனும் அலகில் அளவிடப்படுகிறது.

நற்கு த்திகளும் மற்றும் அரிதிறக் த்திகளும்
(Good conductor and Bad Conductor)

loosely bounded

பொருட்களின் வெப்பக் கடத்துத் திறனை அடிப்படையாகக் கொண்டு இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை (1) நற் கடத்தி (2) அரிதிறக் கடத்தி

நற் கடத்தி: வெப்பக் கடத்துத் திறன் அதிகம் கொண்ட பொருட்கள் நற்கடத்தி எனப்படும். இவற்றின் வழியாக வெப்பம் வேகமாகக் கடத்தப்படுகிறது.

(உ-ம்) உலோகங்கள்

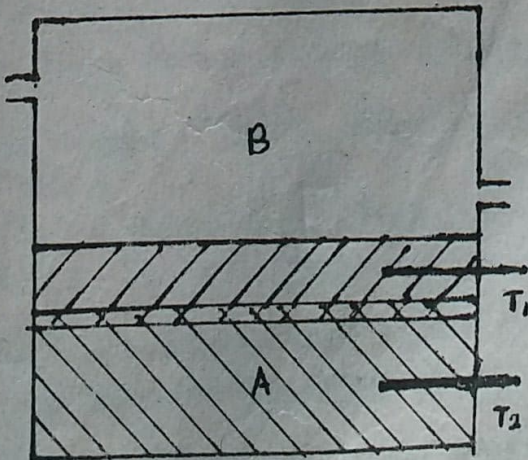
அரிதிறக் கடத்தி: வெப்பக் கடத்துத் திறன் குறைவாக உள்ள பொருட்களை அரிதிறக் கடத்தி என்பர். இவற்றின் வழியாக வெப்பம் மிக மெதுவாகக் கடத்தப்படுகிறது.

(உ-ம்) மரம், கண்ணாடி, மூக்கா, எபோடைட்

அரிதிறக் கடத்தியின் வெப்பக் கடத்துத் திறன் லீ வர்ட் முறை
(Thermal conductivity of a Bad Conductor - Lee's Disc Method)

$\otimes 10 \text{ மீகா}$

லீ வர்ட் முறைப்படி ரப்பர், கண்ணாடி, எபோடைட் போன்ற அரிதிறக் கடத்திப் பொருட்களின் வெப்பக் கடத்துத் திறன் காணலாம். சோதனை அமைப்பு படம் 4-6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது



படம் 4-6

A என்பது தடிமனான வட்ட வடிவ பித்தளை வட்டு. இதனை மூன்று நூல்களைப் பயன்படுத்தி ஒரு தாங்கியில் தொங்கவிடலாம். இதன்மீது வட்ட வடிமான அரிதிற் கடத்திப் பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனுடைய ஆரமானது பித்தளை தட்டின் ஆரத்திற்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும். அரிதிற் கடத்தியின் மேல் உருளை வடிவமான நீராவி அறை B வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் அடிப்பகுதி தடிப்பானதாக இருக்கும். இதில் இரு திறப்புகள் உள்ளன. மேற்பகுதியில் உள்ள திறப்பு வழியாக அறைக்குள் நீராவி செலுத்தப்படுகிறது. கீழ் பகுதியில் உள்ள திறப்பு வழியாக நீராவி வெளியேறுகிறது. நீராவி அறையிலும், பித்தளை வட்டிலும் உள்ள துளைகளில் T_1, T_2 எனும் இரு வெப்பநிலைமானிகள் சொருகப்பட்டுள்ளன.

சோதனை: நீராவி, நீராவி அறை வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. இதனால் தோன்றுகின்ற வெப்பமானது அரிதிற் கடத்தியின் வழியாக பித்தளை வட்டிற்குக் கடத்தப்படுகிறது. இதன் காரணத்தால் வெப்பநிலைமானிகள் T_1, T_2 காட்டும் அளவீடுகள் அதிகரிக்கிறது. நீராவி தொடர்ந்து செலுத்தப்படும்போது, ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்குப் பின் வெப்பநிலைமானிகள் காட்டும் வெப்பநிலை மாறாமல் நிலையாக அமைகிறது. இந்த நிலையை நிலையான நிலை (Steady State) என்பர். நிலையான நிலையில் வெப்பநிலைமானிகள் காட்டும் வெப்பநிலையைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். முறையே இவை θ_1, θ_2 எனக் கொள்வோம்.

அரிதிற் கடத்தியின் தடிமன் d எனின்

$$\text{வெப்பநிலை வாட்டம்} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{d}$$

அரிதிற் கடத்தியின் ஆரம் r எனின் அதன் பரப்பளவு $= \pi r^2$

∴ நிலையான நிலையில் அரிதிற் கடத்தியின் வழியாகக் கடத்தப்படும்

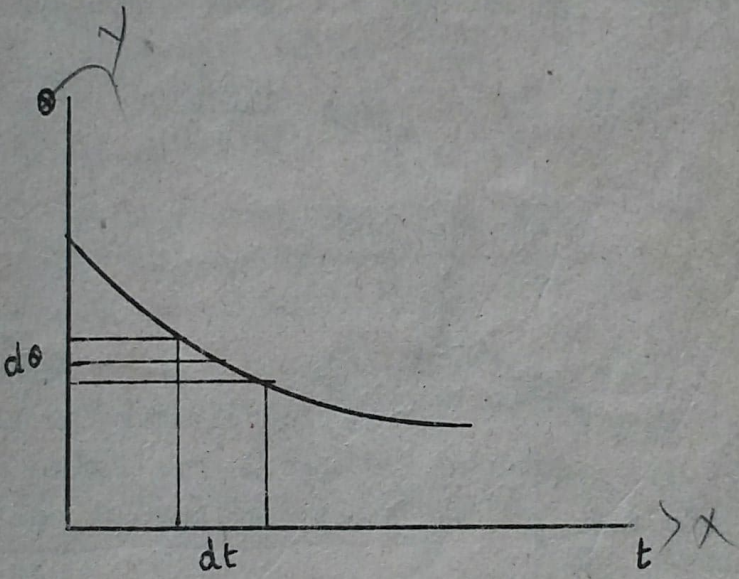
$$\text{வெப்பம் } Q = K\pi r^2 \frac{\theta_1 - \theta_2}{d} \text{ ஜூல் (1)}$$

இங்கு K என்பது அரிதிற் கடத்தியின் வெப்பக் கடத்துத் திறனாகும். நாம் K எனக் கணக்கிடவேண்டும்.

சோதனை அமைப்பில் நீராவி அறைக்கும், பித்தளை வட்டிற்கும் இடையே உள்ள அரிதிற் கடத்திப் பொருளை எடுத்து விட்டு, பித்தளை வட்டை நேரடியாக வெப்பப்படுத்தவேண்டும். இப்போது T_2 காட்டும்

வெப்பநிலை அதிகரிக்கும். பித்தளைவட்டின் வெப்பநிலை $(\theta_2 + 10^\circ\text{C})$ என அடைந்தவுடன், நீராவி அறையை அகற்றி பித்தளை வட்டின்மீது அரிதிற் கடத்தியை வைத்து குளிர்வடையச் செய்யவேண்டும். வட்டின் வெப்பநிலை $(\theta_2 + 5)^\circ\text{C}$ அடைந்தவுடன் நிறுத்தக் கடிகாரத்தை ஓடச் செய்ய வேண்டும். ஒவ்வொரு டிகிரி வெப்பநிலையும் குறைவதற்கான நேரத்தைத் தொடர்ந்து குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். வெப்பநிலை $(\theta_2 - 5)^\circ\text{C}$ ஐ அடையும் வரை காலத்தைத் தொடர்ந்து குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

x - அச்சில் நேரத்தையும், y அச்சில் வெப்பநிலையையும் எடுத்து வரைபடம் வரையலாம். குளிர்வு வளைகோடு படம் 4-7 ல் காட்டியவாறு அமையும்.



படம் 4-7

நிலையான வெப்பநிலை வளைகோட்டை வெட்டும் புள்ளியில் வாட்டம் காணவேண்டும். இது குளிர்வு வீதமாகும்.

$$\text{குளிர்வு வீதம் } R = \frac{d\theta}{dt}$$

M என்பது பித்தளை வட்டின் நிறை எனவும், t அதன் தடிமன் எனவும், S பித்தளையின் தன்வெப்ப ஏற்பத்திறன் எனவும் கொள்வோம்.

நிலையான நிலையில் பித்தளை வட்டின் வழியாகவும் பக்கப் பரப்பு வழியாகவும் ஓரலகு நேரத்தில் கதிர்வீச்சின் காரணத்தால் இழந்த வெப்பம் = MSR ஜூல்

∴ ஒரு தட்டையான பரப்பாலும், பக்கப் பரப்பாலும் இழந்த

$$\begin{aligned} \text{வெப்பம்} &= \frac{MSR(\pi r^2 + 2\pi r t)}{(2\pi r^2 + 2\pi r t)} \\ &= \frac{MSR(r + 2t)}{(2r + 2t)} \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

நிலையான நிலையில் அரிதிற் கடத்தியின் வழியாகக் கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவு, பித்தளை வட்டால ஓலகு நேரத்தில் கதிர்வீச்சால் இழக்கப்படும் வெப்பத்திற்குச் சமமாகும்.

$$\therefore \frac{K \cdot \pi r^2 (\theta_1 - \theta_2)}{d} = MSR \frac{(r + 2t)}{(2r + 2t)}$$

$$\therefore K = \frac{MSR(r + 2t)d}{\pi r^2 (\theta_1 - \theta_2) 2r + 2t} \text{ W-m}^{-1}\text{-K}^{-1} \dots\dots\dots(3)$$

திருகுமானி கொண்டு அரிதிற் கடத்தியின் தடிமன் d -ம், பித்தளை வட்டின் தடிமன் t -ம் அளவிடலாம். வெர்னியர் அளவுகோல் கொண்டு அரிதிற் கடத்தியின் விட்டம் அளவிடலாம். எனவே சமன்பாடு (3) ஐ பயன்படுத்தி அரிதிற் கடத்தியின் வெப்பக் கடத்துத்திறன் K -கணக்கிடலாம்.

ஸ்டீபன் constant.

4. ஸ்டீபனின் கதிர்வீச்ச விதி (Stefan's Law of Radiation)

Example இவ்விதியின்படி, உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள ஒரு முழுக் கரும் பொருளின் ஓரலகுப் பரப்பிலிருந்து, ஒரு வினாடியில் வீசப்படும் வெப்ப ஆற்றல் அப்பொருளின் தனி வெப்பநிலையின் நான்குமடிக்கு நேர் விகிதத்தில் அமையும்.

T K வெப்பநிலையிலுள்ள கரும் பொருளின் ஓரலகு பரப்பிலிருந்து ஒரு வினாடியில் வீசப்படும் வெப்பத்தின் அளவு Q எனின், ஸ்டீபன் விதியின்படி

$$Q \propto T^4 \text{ temperature}$$

$$Q = \sigma T^4$$

↓
constant

Q21L

cr

$M_1 S_1 + (M_2 - m) S_2$

இங்கு σ என்பது ஸ்டீபன் மாறிலி (Stefan Constant) ஆகும்.
 இதன்மதிப்பு 5.6697×10^{-8} வா- m^2 -கெ $^{-4}$ ($wm^{-2}k^{-4}$)

2m
சூரிய மாறிலி 5.67×10^{-8}
 (Solar Constant)

சூரியக் குடும்பத்தின் மையம் சூரியனாகும். இது எல்லாத் திசைகளிலும் வெப்ப ஆற்றலை வெளிவிடுகிறது. வெளியிடப்படும் ஆற்றல் கதிர்வீச்சால் பூமியை அடைகிறது. இவ்வாற்றல் வளிமண்டலத்திலுள்ள தூசு போன்ற பொருட்களால் பிரதிபளிப்பும், சிதறலும், உட்கவரலும் அடைகிறது. எனவே பூமியை அடைகின்ற ஆற்றல் மிகக் குறைவாகும். பூமியை அடையும் ஆற்றலை அளவிடுவதன்மூலம் சூரியனின் மேற்பரப்பு வெப்பநிலையைக் கணக்கிடலாம். இதற்கு சூரிய மாறிலி பற்றி அறிந்திருக்க வேண்டும்.

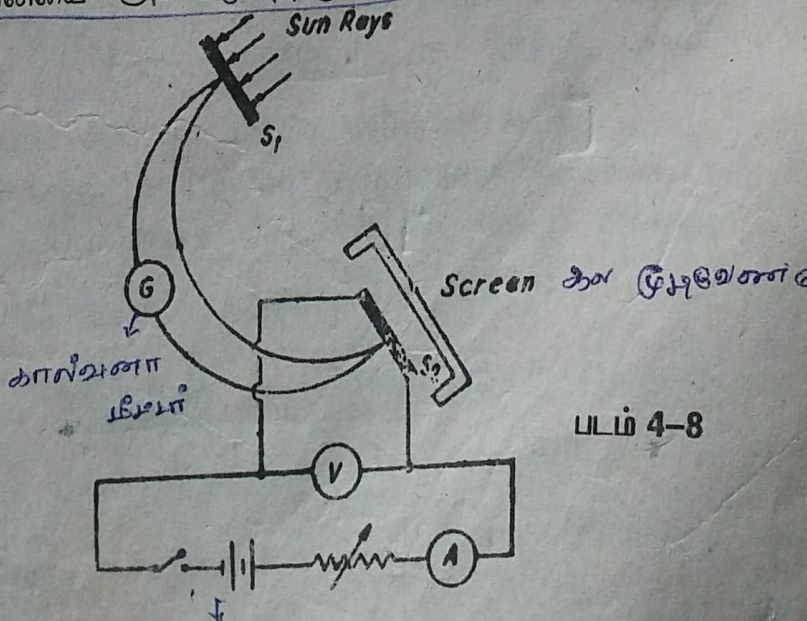
2m
 சூரிய மாறிலி என்பது சராசரி சூரிய நாளொன்றில் நண்பகல் வேளையில் சூரியனிடமிருந்து பூமியின் சராசரித் தொலைவில் வளிமண்டலத்திற்கு அப்பால் சூரியக் கதிர்க்கு நேர்குத்தாக வைக்கப்பட்ட முழுக் கரும் பொருள் ஒன்றில் ஓரலகுப் பரப்பில் ஒரு வினாடியில் வந்தடையும் சூரியக் கதிர் வீச்சின் அளவாகும்.)

2m
 இதன் அலகு ஜெ-வி $^{-1}$ - m^2 ($JS^{-1} m^{-2}$) சூரிய மாறிலியின் மதிப்பு $1400 JS^{-1} m^{-2}$ ஆகும்.

ஆங்ஸ்ட்ராம் வெப்பக் கதிர்வீச்சுமானி (X) 5 marks.
 (Angstrom's Pyrohelio Meter)

சூரிய மாறிலியை அளவிடுவதற்குப் பயன்படும் கருவியை

வெப்பக் கதிர்வீச்சுமானி என்பர் இதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் எளிய அமைப்பு ஆங்ஸ்ட்ராம் வெப்பக் கதிர்வீச்சு மானியாகும்.



ஆங்ஸ்ட்ராம் வெப்பக் கதிர்வீச்சுமானி படம் 4-7 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் எல்லா வகைகளிலும் ஒரே வகையான கரிபூசப்பட்ட S_1, S_2 என்ற இரு பட்டைகள் உள்ளன. இவை மாங்களின் அல்லது கான்ஸ்டன்டன் போன்ற பொருளானது. இவை இரண்டும் ஒரு குழாயில் பக்கம்பக்கமாக அமைத்து. ஒன்றின்மீது சூரியக் கதிர்வீச்சு விழுமாறும். மற்றது திரையால் மறைக்கப்படும் உள்ளது. தாமிரம் கான்ஸ்டன்டன் ஆகியவற்றாலான வெப்ப மின்னிரட்டை (Thermocouple) S_1, S_2 எனும் பட்டைகட்கு பின் புறமாக வெகு அருகில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் ஒரு உணர்வு நுட்பம் கொண்ட கால்வனாமீட்டர் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

பட்டை S_1 ன் மீது சூரியக் கதிரினை விழச்செய்யும்போது இதற்கு பின்புறமாக உள்ள வெப்பமின்னிரட்டையின் சந்தியில் உள்ள வெப்பநிலை உயர்கிறது. இதனால் கால்வனா மீட்டரில் விலகலடைகிறது. திரையால் மூடப்பட்ட பட்டை S_2 ன் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது S_2 ன் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. பட்டை S_2 ன் வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டத்தைச் சரி செய்து. இதன் வெப்பநிலை S_1 ன் வெப்ப நிலைக்குச் சமமாக இருக்குமாறு செய்யவேண்டும். இருபட்டைகளின் வெப்பநிலைகளும் சமமாக இருக்கும்போது. கால்வனாமீட்டரில் ஏற்படும் விலகல் சுழியாகும். இந்த நிபந்தனையில் மின்னோட்டத்தால் S_2 ற்கு கொடுக்கப்படும் வெப்ப ஆற்றலும் சூரியன்லிருந்து பட்டை S_1 பெறும் வெப்ப ஆற்றலும் சமமாகும்.

[பட்டை S_2 ன் முனைக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு V வோல்ட் எனவும்] இதன் வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டம் I ஆம்பியர் எனவும் கொண்டால், ஒரு வினாடியில் கொடுக்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றல் = VI ஜூல் (1)

[சூரியக் கதிர்வீச்சு விழும் பரப்பின் பரப்பளவு A - ஆகவும். உட்கவர்திறன் (absorptive power) a ஆகவும். சூரிய மாறிலி S - ஆகவும் கொண்டால்] S_1 ஆல் உட்கவரப்பட்ட ^{சூரிய} ஆற்றல் = aSA (2)

சமன்பாடு (1), (2) ஆகியவற்றை சமன்படுத்த

$$aSA = VxI$$

Solar constant 87 தண்ணீர்ப்பாய்ச்சும் தூரம்

S எந்தெந்தோம்.

$$S = \frac{V \times I}{aA} \text{ JS}^{-1} \text{m}^{-2} \dots \dots \dots (3) \quad] \quad 5m$$

சமன்பாடு (3)-ஐப் பயன்படுத்தி சூரியமாறிலி கணக்கிடலாம்.

சூரியனின் மேற்பரப்பின் வெப்பநிலை
(Surface Temperature of the Sun)

(X) 5mark.

சூரியன் ஒரு முழுக்கரும் பொருள் போன்று கதிர் வீசுகின்றது எனக்கொண்டு. சூரியனின் மேற்பரப்பு வெப்ப நிலையைக் கணக்கிடலாம்.

சூரியனின் மேற்பரப்பின் வெப்பநிலை T- எனவும், ஸ்டீபன் மாறிலி σ-எனவும் கொண்டால். சூரியனின் ஓரலகு பரப்பிலிருந்து ஒரு வினாடியில் வெளிவரும் ஆற்றல் σT⁴ ஆகும். சூரியனின் ஆரம் r எனின். அதன் பரப்பளவு 4πr² ஆகும். ஆகவே சூரியனின் மேற்பரப்பு முழுவதிலிருந்து ஒரு வினாடியில் வரும் மொத்த ஆற்றல்

$$E = 4\pi r^2 \sigma T^4 \rightarrow (1)$$

சூரியனுக்கும் பூமிக்கும் இடையே உள்ள தூரம் R எனின் சூரியனிலிருந்து வரும் ஆற்றல் 4πR² அளவு பரப்பில் பரவியிருக்கும்.

ஆகவே பூமியின் ஓரலகு பரப்பில் ஒரு வினாடியில் ஏற்கும் ஆற்றல்

$$\begin{aligned} &= \frac{E}{4\pi R^2} \\ (1) \Rightarrow &= \frac{4\pi r^2 \sigma T^4}{4\pi R^2} \\ &= \frac{r^2 \sigma T^4}{R^2} \end{aligned}$$

is equal.

Solar constant S₀ = S.

வரையறையின்படி இது சூரிய மாறிலிக்குச் சமமாகும்

$$S = \frac{r^2 \sigma T^4}{R^2}$$

நமது சூரியநிலை கண்டுபிடிக்கிற தூரம்,

$$T = \left[\frac{R^2 S}{r^2 \sigma} \right]^{1/4} \rightarrow (2)$$

இதிலிருந்து சூரியனின் மேற்பரப்பு வெப்பநிலையைக் கணக்கிடலாம்

$$\begin{aligned} \text{சூரியனின் ஆரம் } r &= 6.96 \times 10^5 \text{ கி.மீ} \\ &= 6.96 \times 10^8 \text{ மீ} \end{aligned}$$

சூரியனிலிருந்து பூமியின் சராசரித் தொலைவு

$$\begin{aligned} R &= 1.496 \times 10^8 \text{ கி.மீ} \\ &= 1.496 \times 10^{11} \text{ மீ} \end{aligned}$$

$$\text{சூரிய மாறிலி } S = 1400 \text{ ஜூ-வி}^{-1}\text{-மீ}^{-2}$$

$$\text{ஸ்டீபன் மாறிலி } \sigma = 5.6696 \times 10^{-8} \text{ வா-மீ}^{-2}\text{-கெ}^{-4}$$

Substitute a equation (2) \Rightarrow

$$\begin{aligned} \therefore T &= \left[\frac{(1.496 \times 10^{11})^2}{(6.96 \times 10^8)^2} \times \frac{1400}{5.6696 \times 10^{-8}} \right]^{1/4} \\ &= 5812 \text{ K} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{சூரியனின் மேற்பரப்பு வெப்பநிலை} = 5812 \text{ K}$$

கணக்குகள்

(1) ஒரு திரவமானது முதல் 5 வினாடிகளில் 50°C லிருந்து 45°C ற்கும், அடுத்த 5 வினாடிகளில் 45°C லிருந்து 41.5°C ற்கும் குளிர்வடைகிறது. சுற்றுப் புறத்தின் வெப்பநிலையைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு

முதல் 5 நிமிடத்தில் $\theta_1 = 50^\circ\text{C}$, $\theta_2 = 45^\circ\text{C}$ அறை வெப்பநிலை θ எனக் கொள்வோம்.

நியூட்டனின் குளிர்வு விதியின்படி

$$\frac{ms(\theta_1 - \theta_2)}{t} \propto \left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta \right)$$

$$\therefore \frac{ms(50 - 45)}{5 \times 60} \propto \left(\frac{50 + 45}{2} - \theta \right)$$

$$\frac{5ms}{300} \propto 47.5 - \theta \dots\dots\dots(1)$$

அடுத்த 5 நிமிடத்தில் $\theta_1 = 45^\circ\text{C}$, $\theta_2 = 41.5^\circ\text{C}$

$$\therefore \frac{ms(45-41.5)}{5 \times 60} \propto \left(\frac{45+41.5}{2} - \theta \right)$$

$$\frac{3.5ms}{300} \propto (43.25 - \theta) \dots\dots\dots(2)$$

சமன்பாடு (1), (2) ஆகியவற்றை வகுக்க

$$\frac{5}{3.5} = \frac{(47.5 - \theta)}{(43.25 - \theta)}$$

$$\therefore 5(43.25 - \theta) = 3.5(47.5 - \theta)$$

$$216.25 - 5\theta = 166.25 - 3.5\theta$$

$$\therefore 216.25 - 166.25 = 5\theta - 3.5\theta$$

$$\therefore 1.5\theta = 50$$

$$\therefore \theta = \frac{50}{1.5} = 33.33^\circ\text{C}$$

$$\therefore \text{சுற்றுப்புற வெப்பநிலை} = 33.33^\circ\text{C}$$

2) ஒரு பொருளானது 60°C லிருந்து 50°C ற்கு குளிர்வடைவதற்கு 5 நிமிடங்கள் எடுத்துக் கொள்கிறது. அதே பொருள் 50°C யிலிருந்து 40°C குளிர்வடைவதற்கான நேரத்தைக் கணக்கிடுக. அறையின் வெப்பநிலை 30°C .

தீர்வு :

முதலில் $\theta_1 = 60^\circ\text{C}$, $\theta_2 = 50^\circ\text{C}$, $t = 5 \times 60 = 300$ வி.
அறை வெப்பநிலை $\theta = 30^\circ\text{C}$

நியூட்டனின் குளிர்வு விதியின்படி

$$\frac{ms(60-50)}{300} \propto \left(\frac{60+50}{2} - 30 \right)$$

$$\frac{10ms}{300} \propto 25 \dots\dots\dots(1)$$

இரண்டாவது $\theta_1 = 50^\circ\text{C}$, $\theta_2 = 40^\circ\text{C}$, $\theta = 30^\circ\text{C}$ குளிர்வடைவதற்கான நேரம் t எனக் கொள்வோம்.

$$\frac{ms(50-40)}{t} \propto \left(\frac{50+40}{2} - 30 \right)$$

$$\frac{10ms}{t} \propto 15 \dots\dots\dots(2)$$

சமன்பாடு (1) ஐ (2) ஆல் வகுக்க

$$\frac{t}{300} = \frac{25}{15}$$

$$\therefore t = \frac{25 \times 300}{15} = 500 \text{ விநாடி}$$

(3) நீளம் 19 செ.மீ., குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு 0.785 செ.மீ² கொண்ட தண்டு வழியாக வெப்பம் செல்லும் போது ஒருமுனையின் வெப்பநிலை 100°C யிலும், மறுமுனையின் வெப்பநிலை 30°C யிலும் அமைகிறது. தண்டின் வழியாக 10 நிமிடங்களில் கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவினைக் கணக்கிடுக. வெப்பக்கடத்துத் திறன் $380 \text{ வா-மீ}^{-1}\text{-கெ}^{-1}$

தீர்வு :

$$\text{தண்டின் நீளம் } l = 19 \text{ செ.மீ} = 19 \times 10^{-2} \text{ மீ}$$

$$\text{குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு } A = 0.785 \text{ செ.மீ}^2$$

$$= 0.785 \times 10^{-4} \text{ மீ}^{-2}$$

$$\theta_1 = 100^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 = 30^\circ\text{C}$$

நேரம் $t = 10$ நி = 10×60 வினாடி.

வெப்பக் கடத்துத் திறன் $K = 380$ வா-மீ⁻¹-கெ⁻²

$$Q = \frac{KA(\theta_1 - \theta_2)}{l} \cdot t$$

$$= \frac{380 \times 0.785 \times 10^{-4} (100 - 30)}{19 \times 10^{-2}} \cdot 600$$

$$Q = \frac{380 \times 0.785 \times 10^{-4} \times 70 \times 600}{19 \times 10^{-2}}$$

$$= 6.6 \times 10^3 \text{ ஜூல்}$$

∴ கடத்தப்படும் வெப்பம் = 6.6×10^3 ஜூல்

(4) சூரியனின் புறப்பரப்பிலிருந்து வீசப்படும் கதிர்வீச்சு 6.3×10^7 வா-மீ⁻² எனின், சூரியனின் புறப்பரப்பினைக் கரும் பொருளாகக் கருதி, சூரியப் பரப்பின் வெப்பநிலையைக் கணக்கிடுக. ஸ்டீபனின் மாறிலி 5.7×10^{-8} வா-மீ⁻²-கெ⁻⁴.

தீர்வு :

ஸ்டீபனின் விதியின்படி

$$Q = \sigma T^4$$

$$Q = 6.3 \times 10^7 \text{ வா-மீ}^{-2}$$

$$\sigma = 5.7 \times 10^{-8} \text{ வா-மீ}^{-2}\text{-கெ}^{-4}$$

$$6.3 \times 10^7 = 5.7 \times 10^{-8} \cdot T^4$$

$$\% T^4 = \frac{6.3 \times 10^7}{5.7 \times 10^{-8}}$$

$$\% T = \left[\frac{6.3 \times 10^{15}}{5.7} \right]^{\frac{1}{4}}$$

$$\% T = 5766 \text{ K}$$

சூரியப் பரப்பின் வெப்பநிலை = 5766 K