अध्ययन नोट्स: ऊष्मा स्थानांतरण और विकिरण

विषय सूची

1. **ऊष्मा स्थानांतरण का परिचय**
2. **चालन**
3. **संवहन**
4. **विकिरण**
5. **कृष्णिका विकिरण**
6. **विकिरण के नियम**
7. **सौर स्थिरांक**
8. **सारांश**

1. ऊष्मा स्थानांतरण का परिचय

ऊष्मा स्थानांतरण तापमान अंतर के कारण ऊर्जा स्थानांतरण की प्रक्रिया है। ऊष्मा स्थानांतरण के तीन प्राथमिक मोड हैं:

- **चालन**
- **संवहन**
- **विकिरण**

2. चालन

परिभाषा

चालन अणुओं के कंपन के कारण एक पदार्थीय माध्यम के माध्यम से ऊष्मा का स्थानांतरण है।

मुख्य बिंदु

- ठोस, तरल और गैसों में होता है।
- ठोसों में सबसे कुशल।
- **फूरियर के नियम** द्वारा शासित।

फूरियर का नियम

$$q = -k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx}$$

- q: ऊष्मा स्थानांतरण दर (W)

© 2023-2025 Copyright SATHEE

- k: तापीय चालकता (W/m·K)
- A: अनुप्रस्थ-काट क्षेत्रफल (m^2)
- $\frac{dT}{dx}$: तापमान प्रवणता (K/m)

3. संवहन

परिभाषा

संवहन द्रव कणों की गति द्वारा ऊष्मा का स्थानांतरण है।

संवहन के प्रकार

- **प्राकृतिक संवहन**: तापमान अंतर के कारण उत्प्लावकता बलों द्वारा संचालित।
- **बलात संवहन**: बाहरी साधनों (जैसे पंखे, पंप) द्वारा संचालित।

न्यूटन का शीतलन नियम

$$q = h \cdot A \cdot (T_S - T_\infty)$$

- q: ऊष्मा स्थानांतरण दर (W)
- h: संवहनी ऊष्मा स्थानांतरण गुणांक (W/m^2·K)
- A: सतह क्षेत्रफल (m^2)
- T_S: सतह का तापमान (K)
- T_∞: द्रव का तापमान (K)

4. विकिरण

परिभाषा

विकिरण विद्युतचुंबकीय तरंगों के माध्यम से ऊष्मा का स्थानांतरण है, जो निर्वात में भी हो सकता है।

मुख्य विशेषताएँ

- किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं है।
- निरपेक्ष शून्य से ऊपर तापमान वाले सभी वस्तुओं द्वारा उत्सर्जित होता है।
- **स्टीफन-बोल्ट्जमान नियम** द्वारा शासित।

© 2023-2025 Copyright SATHEE

5. कृष्णिका विकिरण

परिभाषा

कृष्णिका एक आदर्शीकृत वस्तु है जो सभी आपतित विद्युतचुंबकीय विकिरण को अवशोषित करती है और सभी तरंगदैर्ध्य पर विकिरण उत्सर्जित करती है।

कृष्णिका वर्णक्रम

- एक कृष्णिका द्वारा ऊष्मीय साम्यावस्था में उत्सर्जित विद्युतचुंबकीय विकिरण का वर्णक्रम।
- **प्लैंक वितरण** का अनुसरण करता है।

6. विकिरण के नियम

स्टीफन-बोल्ट्जमान नियम

$$P = \sigma \cdot A \cdot T^4$$

- P: विकिरित शक्ति (W)
- σ: स्टीफन-बोल्ट्जमान स्थिरांक (5.67×10^{-8} W/m^2·K^4)
- A: सतह क्षेत्रफल (m^2)
- T: परम तापमान (K)

वीन का विस्थापन नियम

$$\lambda_{\max} \cdot T = b$$

- $\lambda_{\max}$: अधिकतम उत्सर्जन की तरंगदैर्ध्य (m)
- T: परम तापमान (K)
- b: वीन का विस्थापन स्थिरांक (2.898×10^{-3} m·K)

किरचॉफ का विकिरण नियम

7. सौर स्थिरांक

परिभाषा

सौर स्थिरांक पृथ्वी के वायुमंडल की बाहरी सतह पर प्रति इकाई क्षेत्रफल प्राप्त सौर विकिरण की मात्रा है।

© 2023-2025 Copyright SATHEE

सूत्र

$$S = \frac{L_{\odot}}{4\pi d^2}$$

- S: सौर स्थिरांक (W/m²)
- $L_{\odot}$: सूर्य का दीप्तिमान (W)
- d: सूर्य से पृथ्वी की दूरी (m)

मान

- $S \approx 1361\,\mathrm{W/m^2}$

8. सारांश

विषय	मुख्य अवधारणा
चालन	आणविक कंपन के माध्यम से ऊष्मा स्थानांतरण।
संवहन	द्रव गति के माध्यम से ऊष्मा स्थानांतरण।
विकिरण	विद्युतचुंबकीय तरंगों के माध्यम से ऊष्मा स्थानांतरण।
कृष्णिका	सभी तरंगदैर्ध्य का आदर्श उत्सर्जक और अवशोषक।
स्टीफन-बोल्ट्जमान	कृष्णिका द्वारा विकिरित शक्ति।
वीन का नियम	तापमान और शिखर उत्सर्जन तरंगदैर्ध्य के बीच संबंध।
सौर स्थिरांक	पृथ्वी के वायुमंडल पर प्राप्त सौर विकिरण।

निष्कर्ष

ऊष्मा स्थानांतरण के तीन मोड—चालन, संवहन और विकिरण—को समझना इंजीनियरिंग और भौतिकी में ऊष्मीय समस्याओं का विश्लेषण और समाधान करने के लिए आवश्यक है। विकिरण को नियंत्रित करने वाले नियम, जैसे स्टीफन-बोल्ट्जमान और वीन के विस्थापन नियम, कृष्णिका विकिरण और इसके अनुप्रयोगों, जिसमें सौर स्थिरांक भी शामिल है, को समझने की आधारशिला प्रदान करते हैं।

© 2023-2025 Copyright SATHEE