अध्ययन नोट्स: ऊष्मा एवं ऊष्मागतिकी

अनुक्रमणिका

1. ऊष्मा एवं ऊष्मागतिकी का परिचय
2. तापीय विस्तार
3. ऊष्मा स्थानांतरण
4. पदार्थों के तापीय गुण
5. ऊष्मागतिकी
6. सारांश

1. ऊष्मा एवं ऊष्मागतिकी का परिचय

1.1 ऊष्मा क्या है?

- **ऊष्मा** ऊर्जा का एक रूप है जो उच्च तापमान वाले क्षेत्र से निम्न तापमान वाले क्षेत्र की ओर प्रवाहित होती है।
- यह कोई पदार्थ नहीं बल्कि ऊर्जा स्थानांतरण का एक रूप है।
- ऊष्मा को **जूल** (J) में मापा जाता है।

1.2 ऊष्मागतिकी अवलोकन

- ऊष्मागतिकी ऊर्जा और उसके रूपांतरणों का अध्ययन है।
- इसमें ऊष्मा, कार्य और ऊर्जा स्थानांतरण का अध्ययन शामिल है।
- ऊष्मागतिकी के चार नियम ऊर्जा और ऊष्मा के व्यवहार को नियंत्रित करते हैं।

SATHEE

2. तापीय विस्तार

2.1 रैखिक विस्तार

- जब किसी ठोस को गर्म किया जाता है, तो उसकी लंबाई बढ़ जाती है।
- लंबाई में परिवर्तन (ΔL) मूल लंबाई (L), तापमान परिवर्तन (ΔT) और रैखिक विस्तार गुणांक (α) के समानुपाती होता है।

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta L = 1 \cdot 12 \times 10^{-6} \cdot 100 = 1.2 \times 10^{-3}\ \text{m}$$

© 2023-2025 Copyright SATHEE

2.2 क्षेत्रफल और आयतन विस्तार

- **क्षेत्रफल विस्तार** इस प्रकार दिया जाता है:

$$\Delta A = A \cdot \beta \cdot \Delta T$$

- **आयतन विस्तार** इस प्रकार दिया जाता है:

$$\Delta V = V \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

- जहाँ:
- $\beta = 2\alpha$
- $\gamma = 3\alpha$

2.3 तापीय प्रतिबल

- जब किसी पदार्थ को सीमित कर गर्म किया जाता है, तो तापीय प्रतिबल उत्पन्न होता है।
- यदि प्रतिबल पदार्थ की शक्ति से अधिक हो जाता है, तो वह विकृति या फ्रेक्चर का कारण बन सकता है।

3. ऊष्मा स्थानांतरण

3.1 ऊष्मा स्थानांतरण के प्रकार

विधि	विवरण	उदाहरण
चालन (Conduction)	पदार्थ की गति के बिना उसके माध्यम से ऊष्मा का स्थानांतरण	धातु की छड़ के माध्यम से ऊष्मा स्थानांतरण
संवहन (Convection)	द्रव कणों की गति द्वारा ऊष्मा का स्थानांतरण	कमरे में गर्म हवा का ऊपर उठना
विकिरण (Radiation)	विद्युत चुम्बकीय तरंगों द्वारा ऊष्मा का स्थानांतरण	सूर्य से पृथ्वी तक पहुँचने वाली ऊष्मा

3.2 चालन

- ऊष्मा उच्च तापमान वाले क्षेत्र से निम्न तापमान वाले क्षेत्र की ओर प्रवाहित होती है।
- ऊष्मा स्थानांतरण की दर फूरियर के नियम द्वारा दी जाती है:

$$Q = -k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{d}$$

- जहाँ:
- Q ऊष्मा स्थानांतरण की दर है (W)

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE

- k तापीय चालकता है (W/m·K)
- A अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल है (m^2)
- ΔT तापमान अंतर है (K)
- d मोटाई है (m)

3.3 संवहन

- संवहन में तापमान अंतर के कारण द्रव (तरल या गैस) की गति शामिल होती है।
- प्राकृतिक संवहन उत्प्लावन बलों के कारण होता है।
- प्रणोदित संवहन बाह्य बलों (जैसे पंखे) की सहायता से होता है।

3.4 विकिरण

- सभी वस्तुएँ तापीय विकिरण उत्सर्जित और अवशोषित करती हैं।
- किसी वस्तु द्वारा विकिरित शक्ति स्टीफन-बोल्ट्जमान नियम द्वारा दी जाती है:

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

- जहाँ:
- P विकिरित शक्ति है (W)
- ϵ उत्सर्जकता है (0 ≤ ε ≤ 1)
- σ स्टीफन-बोल्ट्जमान नियतांक है ($5.67 \times 10^{-8}\ \mathrm{W/m^2K^4}$)
- A पृष्ठीय क्षेत्रफल है (m^2)
- T परम तापमान है (K)

4. पदार्थों के तापीय गुण

4.1 विशिष्ट ऊष्मा धारिता

- किसी पदार्थ के 1 kg का तापमान 1 K बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा।

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

- जहाँ:
- Q जोड़ी गई ऊष्मा है (J)
- m द्रव्यमान है (kg)
- c विशिष्ट ऊष्मा धारिता है (J/kg·K)
- ΔT तापमान परिवर्तन है (K)

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE

$$Q = 2 \cdot 4186 \cdot 10 = 83720\,\mathrm{J}$$

4.2 गुप्त ऊष्मा

- गुप्त ऊष्मा किसी पदार्थ के अवस्था परिवर्तन के दौरान अवशोषित या उत्सर्जित ऊष्मा है, बिना तापमान परिवर्तन के।
- **संलयन की गुप्त ऊष्मा (Lf)**: 1 kg पदार्थ को पिघलाने के लिए आवश्यक ऊष्मा।
- **वाष्पन की गुप्त ऊष्मा (Lv)**: 1 kg पदार्थ को वाष्पित करने के लिए आवश्यक ऊष्मा।

$$Q = m \cdot L$$

- जहाँ:
- Q जोड़ी गई ऊष्मा है (J)
- m द्रव्यमान है (kg)
- L गुप्त ऊष्मा है (J/kg)

4.3 कैलोरीमिति

- कैलोरीमिति का सिद्धांत यह है कि एक वस्तु द्वारा खोई गई ऊष्मा दूसरी वस्तु द्वारा प्राप्त ऊष्मा के बराबर होती है।

$$Q_{\text{खोई}} = Q_{\text{प्राप्त}}$$

5. ऊष्मागतिकी

5.1 ऊष्मागतिकी के नियम

SATHEE

- **ऊष्मागतिकी का शून्यवाँ नियम**: यदि दो निकाय किसी तीसरे के साथ तापीय साम्य में हैं, तो वे आपस में भी तापीय साम्य में होते हैं।
- **ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम (ऊर्जा संरक्षण)**: किसी निकाय की आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन जोड़ी गई ऊष्मा में से किए गए कार्य के बराबर होता है।

$$\Delta U = Q - W$$

- **ऊष्मागतिकी का द्वितीय नियम**: ऊष्मा स्वतः ठंडे पिंड से गर्म पिंड की ओर प्रवाहित नहीं हो सकती। एक विलगित निकाय की एन्ट्रॉपी हमेशा बढ़ती है।
- **ऊष्मागतिकी का तृतीय नियम**: जब तापमान परम शून्य के निकट पहुँचता है, तो एक आदर्श क्रिस्टल की एन्ट्रॉपी एक न्यूनतम स्थिरांक के निकट पहुँच जाती है।

© 2023-2025 Copyright SATHEE

5.2 ऊष्मा इंजन और दक्षता

- एक ऊष्मा इंजन ऊष्मा को कार्य में परिवर्तित करता है।
- ऊष्मा इंजन की दक्षता (η) निम्न प्रकार दी जाती है:

$$\eta = \frac{W}{Q_h} = 1 - \frac{Q_c}{Q_h}$$

- जहाँ:
- W कार्य निर्गत है (J)
- Q_h गर्म स्रोत से प्राप्त ऊष्मा निवेश है (J)
- Q_c ठंडे स्रोत को निष्कासित ऊष्मा है (J)

6. सारांश

विषय	मुख्य अवधारणा
ऊष्मा	तापमान अंतर के कारण स्थानांतरित ऊर्जा का रूप
तापीय विस्तार	तापमान के साथ पदार्थों के आयामों में परिवर्तन
ऊष्मा स्थानांतरण	चालन, संवहन और विकिरण
विशिष्ट ऊष्मा	तापमान परिवर्तन के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा
गुप्त ऊष्मा	अवस्था परिवर्तन के दौरान ऊष्मा
ऊष्मागतिकी	ऊर्जा और ऊष्मा स्थानांतरण को नियंत्रित करने वाले नियम
दक्षता	ऊष्मा निवेश के लिए कार्य निर्गत का अनुपात

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE