रासायनिक ऊष्मागतिकी अध्ययन नोट्स

विषयसूची

1. ऊष्मागतिकी का परिचय
2. ऊष्मागतिकीय प्रणाली और परिवेश
3. ऊष्मागतिकी के नियम
4. एन्थैल्पी और ऊष्मा
5. एन्ट्रॉपी और द्वितीय नियम
6. गिब्स मुक्त ऊर्जा और स्वतःप्रवर्तिता
7. ऊष्मागतिकीय साम्यावस्था
8. ऊष्मागतिकीय चक्र
9. ऊष्मागतिकी के अनुप्रयोग
10. सारांश और मुख्य अवधारणाएँ

1. ऊष्मागतिकी का परिचय

ऊष्मागतिकी ऊर्जा और उसके रूपांतरणों का अध्ययन है। यह भौतिक प्रणालियों के व्यवहार को समझने के लिए मूलभूत है, विशेष रूप से रसायन विज्ञान और भौतिकी में।

2. ऊष्मागतिकीय प्रणाली और परिवेश

एक **ऊष्मागतिकीय प्रणाली** परिभाषित क्षेत्र या पदार्थ की मात्रा है जिसमें हम रुचि रखते हैं। प्रणाली के बाहर की सभी चीजों को **परिवेश** कहा जाता है।

SATHEE

ऊष्मागतिकीय प्रणालियों के प्रकार

- **खुली प्रणाली**: परिवेश के साथ ऊर्जा और पदार्थ दोनों का आदान-प्रदान करती है।
- **बंद प्रणाली**: परिवेश के साथ ऊर्जा का आदान-प्रदान करती है लेकिन पदार्थ का नहीं।
- **पृथक प्रणाली**: परिवेश के साथ न तो ऊर्जा और न ही पदार्थ का आदान-प्रदान करती है।

3. ऊष्मागतिकी के नियम

ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम

- **ऊर्जा संरक्षण**: ऊर्जा को न तो बनाया जा सकता है और न ही नष्ट किया जा सकता है, केवल एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरित किया जा सकता है।
- **गणितीय रूप**: $\Delta U = q + w$, जहाँ ΔU आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन, q ऊष्मा, और w कार्य है।

© 2023-2025 Copyright SATHEE

ऊष्मागतिकी का द्वितीय नियम

- **एन्ट्रॉपी वृद्धि**: एक पृथक प्रणाली की कुल एन्ट्रॉपी समय के साथ कभी भी कम नहीं हो सकती।
- **एन्ट्रॉपी परिवर्तन**: पृथक प्रणाली के लिए $\Delta S \geq 0$।

ऊष्मागतिकी का तृतीय नियम

- **निरपेक्ष शून्य**: निरपेक्ष शून्य तापमान पर एक परिपूर्ण क्रिस्टल की एन्ट्रॉपी शून्य होती है।
- **गणितीय रूप**: $T = 0\,\mathrm{K}$ पर $S = 0$।

ऊष्मागतिकी का शून्यवाँ नियम

- **तापीय साम्यावस्था**: यदि दो प्रणालियाँ किसी तीसरी प्रणाली के साथ तापीय साम्यावस्था में हैं, तो वे एक-दूसरे के साथ तापीय साम्यावस्था में होंगी।

4. एन्थैल्पी और ऊष्मा

एन्थैल्पी (H)

- **परिभाषा**: एन्थैल्पी प्रणाली की कुल ऊर्जा का माप है, जिसमें आंतरिक ऊर्जा और दाब-आयतन गुणनफल शामिल होता है।
- **गणितीय रूप**: $H = U + PV$

ऊष्मा (q)

- **परिभाषा**: ऊष्मा तापमान अंतर के कारण ऊर्जा का स्थानांतरण है।
- **चिह्न परिपाटी**:
- **धनात्मक** (q > 0): प्रणाली द्वारा अवशोषित ऊष्मा।
- **ऋणात्मक** (q < 0): प्रणाली द्वारा मुक्त की गई ऊष्मा।

एन्थैल्पी परिवर्तन (ΔH)

- **परिभाषा**: किसी प्रक्रिया के दौरान एन्थैल्पी में परिवर्तन।
- **गणितीय रूप**: $\Delta H = H_{\text{अंतिम}} - H_{\text{प्रारंभिक}}$

5. एन्ट्रॉपी और द्वितीय नियम

एन्ट्रॉपी (S)

- **परिभाषा**: एन्ट्रॉपी प्रणाली में अव्यवस्था या यादृच्छिकता का माप है।
- **गणितीय रूप**: $\Delta S = \frac{q_{\text{उत्क्रमणीय}}}{T}$

© 2023-2025 Copyright SATHEE

द्वितीय नियम का ऊष्मागतिकी

- **एन्ट्रॉपी परिवर्तन:** $\Delta S_{\text{ब्रह्मांड}} = \Delta S_{\text{प्रणाली}} + \Delta S_{\text{परिवेश}} \geq 0$
- **स्वतःप्रवर्तिता:** एक प्रक्रिया स्वतःप्रवर्तित होती है यदि $\Delta S_{\text{ब्रह्मांड}} > 0$

6. गिब्स मुक्त ऊर्जा और स्वतःप्रवर्तिता

गिब्स मुक्त ऊर्जा (G)

- **परिभाषा:** एक ऊष्मागतिकीय विभव जो किसी प्रणाली से निरंतर तापमान और दाब पर उपलब्ध अधिकतम कार्य को मापती है।
- **गणितीय रूप:** $G = H - TS$

गिब्स मुक्त ऊर्जा परिवर्तन (ΔG)

- **परिभाषा:** किसी प्रक्रिया के दौरान गिब्स मुक्त ऊर्जा में परिवर्तन।
- **गणितीय रूप:** $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

स्वतःप्रवर्तिता के मापदंड

ΔS	ΔH	ΔG	प्रक्रिया की स्वतःप्रवर्तिता
$+$	$-$	सभी तापमानों पर ऋणात्मक।	सभी तापमानों पर स्वतःप्रवर्तित।
$-$	$-$	कम तापमान पर ऋणात्मक लेकिन उच्च तापमान पर धनात्मक।	कम तापमान पर स्वतःप्रवर्तित लेकिन उच्च तापमान पर गैर-स्वतःप्रवर्तित।
$+$	$+$	कम तापमान पर धनात्मक और उच्च तापमान पर ऋणात्मक।	उच्च तापमान पर स्वतःप्रवर्तित।
$-$	$+$	सभी तापमानों पर धनात्मक।	सभी तापमानों पर गैर-स्वतःप्रवर्तित।

7. ऊष्मागतिकीय साम्यावस्था

साम्यावस्था के लिए शर्तें

- **तापीय साम्यावस्था:** कोई तापमान प्रवणता नहीं होती।
- **यांत्रिक साम्यावस्था:** कोई दाब प्रवणता नहीं होती।

© 2023-2025 Copyright SATHEE

- **रासायनिक साम्यावस्था**: कोई शुद्ध रासायनिक अभिक्रिया नहीं होती।

8. ऊष्मागतिकीय चक्र

परिभाषा

एक ऊष्मागतिकीय चक्र प्रक्रियाओं का एक क्रम है जो प्रणाली को उसकी प्रारंभिक अवस्था में लौटाता है।

चक्र के प्रकार

- **कार्नो चक्र**: दो समतापी और दो रुद्धोष्म प्रक्रियाओं वाला एक आदर्श चक्र।
- **ओटो चक्र**: स्पार्क-इग्निशन इंजन में उपयोग होने वाला चक्र।
- **डीजल चक्र**: कम्प्रेशन-इग्निशन इंजन में उपयोग होने वाला चक्र।

9. ऊष्मागतिकी के अनुप्रयोग

इंजीनियरिंग

- **विद्युत संयंत्र**: विद्युत उत्पादन प्रणालियों को डिजाइन और अनुकूलित करने के लिए ऊष्मागतिकी का उपयोग होता है।
- **प्रशीतन**: प्रशीतन और वातानुकूलन प्रणालियों में ऊष्मागतिकीय चक्रों का उपयोग होता है।

रसायन विज्ञान

- **अभिक्रिया स्वतःप्रवर्तिता**: ऊष्मागतिकी यह निर्धारित करने में मदद करती है कि कोई रासायनिक अभिक्रिया स्वतःप्रवर्तित है या नहीं।
- **प्रावस्था परिवर्तन**: प्रावस्था परिवर्तनों को समझने और पूर्वानुमान लगाने के लिए ऊष्मागतिकीय सिद्धांतों का उपयोग होता है।

SATHEE

जीव विज्ञान

- **ऊर्जा रूपांतरण**: जीवित जीवों द्वारा ऊर्जा के रूपांतरण को समझने में ऊष्मागतिकी मूलभूत है।

10. सारांश और मुख्य अवधारणाएँ

मुख्य अवधारणाएँ पुनरावलोकन

- **ऊर्जा संरक्षण**: ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम।
- **एन्ट्रॉपी वृद्धि**: ऊष्मागतिकी का द्वितीय नियम।
- **गिब्स मुक्त ऊर्जा**: प्रक्रिया की स्वतःप्रवर्तिता निर्धारित करती है।
- **ऊष्मागतिकीय साम्यावस्था**: प्रणाली में कोई शुद्ध परिवर्तन नहीं।

© 2023-2025 Copyright SATHEE

- **ऊष्मागतिकीय चक्र:** इंजीनियरिंग और रासायनिक प्रक्रियाओं में उपयोग होते हैं।

महत्वपूर्ण सूत्र

- $\Delta U = q + w$
- $\Delta H = H_{\text{अंतिम}} - H_{\text{प्रारंभिक}}$
- $\Delta S = \frac{q_{\text{उत्क्रमणीय}}}{T}$
- $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
- $\Delta G^{\circ} = -RT\ln K$

निष्कर्ष

ऊष्मागतिकी भौतिक और रासायनिक प्रणालियों में ऊर्जा और उसके रूपांतरणों को समझने के लिए मूलभूत सिद्धांत प्रदान करती है। ऊष्मागतिकी के नियमों, एन्ट्रॉपी, गिब्स मुक्त ऊर्जा और ऊष्मागतिकीय चक्रों में महारत हासिल करके, छात्र विभिन्न संदर्भों में प्रणालियों के व्यवहार की गहन समझ प्राप्त कर सकते हैं।

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE