📚 रासायनिक थर्मोडायनामिक्स अध्ययन नोट्स

🔍 विषय सूची

1. थर्मोडायनामिक्स का परिचय
2. मुख्य अवधारणाएँ
3. थर्मोडायनामिक्स के नियम
4. थर्मोडायनामिक प्रक्रियाएँ
5. एन्थैल्पी और ऊष्मा
6. कार्य और ऊर्जा
7. सारांश

🔍 थर्मोडायनामिक्स का परिचय

थर्मोडायनामिक्स भौतिकी की वह शाखा है जो ऊष्मा, कार्य, तापमान और ऊर्जा से संबंधित है। यह इन मात्राओं के बीच संबंधों का वर्णन करती है और बताती है कि वे भौतिक प्रणालियों में कैसे स्थानांतरित या परिवर्तित होती हैं।

📌 मुख्य अवधारणाएँ

🔹 प्रणाली और परिवेश

- **प्रणाली**: ब्रह्मांड का वह भाग जिसका अध्ययन किया जा रहा है।
- **परिवेश**: ब्रह्मांड का शेष भाग जो प्रणाली के साथ अंतःक्रिया करता है।
- **सीमा**: काल्पनिक सतह जो प्रणाली को परिवेश से अलग करती है।

🔹 अवस्था चर

- ये वे गुण हैं जो प्रणाली की अवस्था का वर्णन करते हैं (जैसे दाब, तापमान, आयतन, आंतरिक ऊर्जा)।

🔹 प्रक्रियाएँ

- **उपस्थैतिक प्रक्रिया**: एक प्रक्रिया जो अत्यंत धीमी गति से होती है, जिससे प्रणाली प्रत्येक चरण पर संतुलन में रहती है।
- **उत्क्रमणीय प्रक्रिया**: एक प्रक्रिया जिसे परिवेश पर कोई निशान छोड़े बिना उलटा जा सकता है।
- **अनुत्क्रमणीय प्रक्रिया**: एक प्रक्रिया जिसे परिवेश पर निशान छोड़े बिना उलटा नहीं जा सकता।

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE

🔹 थर्मोडायनामिक संतुलन

- कोई प्रणाली थर्मोडायनामिक संतुलन में होती है जब वह अपने परिवेश के साथ तापीय, यांत्रिक और रासायनिक संतुलन में होती है।

📌 थर्मोडायनामिक्स के नियम

🔹 थर्मोडायनामिक्स का पहला नियम

$$\Delta U = q + w$$

- **ΔU**: आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन - **q**: प्रणाली में जोड़ी गई ऊष्मा - **w**: प्रणाली पर किया गया कार्य

🔹 थर्मोडायनामिक्स का दूसरा नियम

- **एंट्रॉपी** (S): किसी प्रणाली में अव्यवस्था या यादृच्छिकता का माप।
- **एंट्रॉपी परिवर्तन** (ΔS):

$$\Delta S = \frac{q_{rev}}{T}$$

- जहाँ q_{rev} उत्क्रमणीय प्रक्रिया में स्थानांतरित ऊष्मा है, और T परम तापमान है।

🔹 थर्मोडायनामिक्स का तीसरा नियम

- यह नियम बताता है कि परम शून्य तक परिमित चरणों में पहुँचना असंभव है।

📌 थर्मोडायनामिक प्रक्रियाएँ

प्रक्रिया प्रकार	विवरण	उत्क्रमणीयता	किया गया कार्य
समतापी	तापमान स्थिर रहता है	उत्क्रमणीय	$-nRT\ln\frac{V_2}{V_1}$
रुद्धोष्म	परिवेश के साथ कोई ऊष्मा विनिमय नहीं	उत्क्रमणीय (उपस्थैतिक)	$-p_{ext}\Delta V$
समदाबी	दाब स्थिर रहता है	उत्क्रमणीय	$-p\Delta V$
समआयतनिक	आयतन स्थिर रहता है	उत्क्रमणीय	0
चक्रीय	प्रणाली प्रारंभिक अवस्था में लौटती है	उत्क्रमणीय	0

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE

📌 एन्थैल्पी और ऊष्मा

🔹 एन्थैल्पी (H)

एन्थैल्पी एक थर्मोडायनामिक प्रणाली की कुल ऊर्जा का माप है। इसे इस प्रकार परिभाषित किया जाता है:

$$H = U + PV$$

जहाँ: - U: आंतरिक ऊर्जा - P: दाब - V: आयतन

🔹 एन्थैल्पी में परिवर्तन (ΔH)

$$\Delta H = \Delta U + \Delta(PV)$$

🔹 ऊष्मा (q)

- **ऊष्माशोषी प्रक्रिया**: प्रणाली द्वारा ऊष्मा अवशोषित की जाती है ($q > 0$)।
- **ऊष्माक्षेपी प्रक्रिया**: प्रणाली द्वारा ऊष्मा मुक्त की जाती है ($q < 0$)।

📌 कार्य और ऊर्जा

🔹 कार्य (w)

- **प्रणाली पर किया गया कार्य**: धनात्मक
- **प्रणाली द्वारा किया गया कार्य**: ऋणात्मक

$$w = -p_{ext}\Delta V$$

🔹 उत्क्रमणीय कार्य

$$w = -2.303nRT\log\frac{V_2}{V_1} = -2.303nRT\log\frac{P_1}{P_2}$$

🔹 ऊर्जा रूपांतरण

- ऊर्जा को एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित किया जा सकता है, लेकिन एक बंद प्रणाली में कुल ऊर्जा स्थिर रहती है।

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE

📌 सारांश

अवधारणा	परिभाषा
प्रणाली	अध्ययन के तहत ब्रह्मांड का भाग
परिवेश	प्रणाली के बाहर का सब कुछ
सीमा	प्रणाली और परिवेश के बीच अंतरापृष्ठ
आंतरिक ऊर्जा (U)	प्रणाली की कुल ऊर्जा
एन्थैल्पी (H)	$H = U + PV$
पहला नियम	$\Delta U = q + w$
दूसरा नियम	पृथक प्रणाली की एंट्रॉपी बढ़ती है
उत्क्रमणीय प्रक्रिया	बिना निशान छोड़े उलटी जा सकती है
अनुत्क्रमणीय प्रक्रिया	बिना निशान छोड़े उलटी नहीं जा सकती

📌 महत्वपूर्ण सूत्र

सूत्र	विवरण
$\Delta U = q + w$	थर्मोडायनामिक्स का पहला नियम
$\Delta H = \Delta U + \Delta(PV)$	एन्थैल्पी में परिवर्तन
$w = -2.303nRT\log\frac{V_2}{V_1}$	उत्क्रमणीय समतापी प्रक्रिया में किया गया कार्य
$\Delta S = \frac{q_{rev}}{T}$	उत्क्रमणीय प्रक्रिया में एंट्रॉपी परिवर्तन

📌 थर्मोडायनामिक प्रक्रियाएँ

🔹 समतापी प्रक्रिया

- तापमान स्थिर
- $\Delta U = 0$ (आदर्श गैसों के लिए)
- $q = w$

© 2023-2025 Copyright SATHEE

🔹 रुद्धोष्म प्रक्रिया

- कोई ऊष्मा स्थानांतरण नहीं
- $q = 0$
- $\Delta U = w$

🔹 समदाबी प्रक्रिया

- दाब स्थिर
- $w = -p\Delta V$

🔹 समआयतनिक प्रक्रिया

- आयतन स्थिर
- $w = 0$

🔹 चक्रीय प्रक्रिया

- प्रणाली प्रारंभिक अवस्था में लौटती है
- $\Delta U = 0$
- $q = w$

📌 सारांश तालिका

पद	परिभाषा
प्रणाली	अध्ययन के तहत ब्रह्मांड का भाग
परिवेश	प्रणाली के बाहर का सब कुछ
आंतरिक ऊर्जा	प्रणाली की कुल ऊर्जा
एन्थैल्पी	$H = U + PV$
पहला नियम	$\Delta U = q + w$
दूसरा नियम	पृथक प्रणाली की एंट्रॉपी बढ़ती है
उत्क्रमणीय प्रक्रिया	बिना निशान छोड़े उलटी जा सकती है
अनुत्क्रमणीय प्रक्रिया	बिना निशान छोड़े उलटी नहीं जा सकती

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE

📌 निष्कर्ष

थर्मोडायनामिक्स भौतिक प्रणालियों में ऊर्जा स्थानांतरण और परिवर्तन को समझने के लिए एक ढाँचा प्रदान करती है। थर्मोडायनामिक्स के नियमों को लागू करके, हम विभिन्न परिस्थितियों में प्रणालियों के व्यवहार की भविष्यवाणी कर सकते हैं और ऊष्मा स्थानांतरण, कार्य और एंट्रॉपी परिवर्तन जैसी प्रक्रियाओं का विश्लेषण कर सकते हैं।

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE