इलेक्ट्रोकेमिकल सेल अध्ययन नोट्स

विषय सूची

1. **इलेक्ट्रोकेमिकल सेल का परिचय**
2. **विद्युत्-रासायनिक श्रेणी (इलेक्ट्रोकेमिकल सीरीज)**
3. **नेर्नस्ट समीकरण**
4. **मुख्य अवधारणाओं का सारांश**

1. इलेक्ट्रोकेमिकल सेल का परिचय

1.1 परिभाषा एवं कार्य

एक **इलेक्ट्रोकेमिकल सेल** एक ऐसा उपकरण है जो रेडॉक्स अभिक्रियाओं के माध्यम से **रासायनिक ऊर्जा को विद्युत् ऊर्जा में परिवर्तित करता है**। यह बैटरी, ईंधन सेल और विद्युत्-लेपन जैसे विभिन्न अनुप्रयोगों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

1.2 इलेक्ट्रोकेमिकल सेल के प्रकार

इलेक्ट्रोकेमिकल सेल के दो मुख्य प्रकार होते हैं:

प्रकार	विवरण	उदाहरण
गैल्वेनिक सेल	स्वतःस्फूर्त रेडॉक्स अभिक्रियाएँ होती हैं, जो विद्युत् ऊर्जा उत्पन्न करती हैं।	वोल्टेइक सेल, डैनियल सेल
विद्युत्-अपघटनी सेल	अस्वतःस्फूर्त रेडॉक्स अभिक्रियाएँ बाह्य विद्युत् स्रोत द्वारा संचालित होती हैं।	जल का विद्युत्-अपघटन, विद्युत्-लेपन

1.3 अर्ध-सेल (हाफ़-सेल)

एक **अर्ध-सेल** इलेक्ट्रोकेमिकल सेल का एक घटक है जहाँ या तो **ऑक्सीकरण** या **अपचयन** होता है।

- **ऑक्सीकरण अर्ध-सेल**: जहाँ ऑक्सीकरण (इलेक्ट्रॉनों की हानि) होता है।
- **अपचयन अर्ध-सेल**: जहाँ अपचयन (इलेक्ट्रॉनों की प्राप्ति) होता है।

1.4 लवण सेतु (सॉल्ट ब्रिज)

एक **लवण सेतु** एक उपकरण है जो गैल्वेनिक सेल के दो अर्ध-सेलों को जोड़ता है, जिससे आयनों का प्रवाह होकर विद्युत् उदासीनता बनी रहे।

- **कार्य**: किसी भी अर्ध-सेल में आवेश के जमाव को रोकता है, जिससे धारा का प्रवाह बना रहता है।

© 2023-2025 Copyright SATHEE

- **सामग्री**: आमतौर पर जेल या छिद्रयुक्त पदार्थ होता है जो लवण विलयन (जैसे KCl) से संतृप्त होता है।

1.5 विद्युत् वाहक बल (EMF)

गैल्वेनिक सेल का **विद्युत् वाहक बल (EMF)** वह **वोल्टेज** है जो **सर्किट में कोई धारा प्रवाहित न होने** पर उत्पन्न होता है।

- **सूत्र**: $\text{EMF} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$
- **मात्रक**: वोल्ट (V)

2. विद्युत्-रासायनिक श्रेणी (इलेक्ट्रोकेमिकल सीरीज)

2.1 परिभाषा

विद्युत्-रासायनिक श्रेणी तत्वों की एक सूची है जो उनके **मानक इलेक्ट्रोड विभवों** के क्रम में व्यवस्थित होती है।

- **उद्देश्य**: **इलेक्ट्रॉन प्रवाह की दिशा** और **रेडॉक्स अभिक्रियाओं की स्वतःस्फूर्तता** का पूर्वानुमान करने में सहायक।
- **क्रम**: तत्वों को **सबसे कम से सबसे अधिक मानक अपचयन विभव** के क्रम में व्यवस्थित किया जाता है।

2.2 मानक इलेक्ट्रोड विभव

मानक इलेक्ट्रोड विभव मानक परिस्थितियों में मापे जाते हैं:

- तापमान: 25°C (298 K)
- दबाव: 1 atm
- सांद्रण: सभी विलयनों के लिए 1 M

तत्व	मानक इलेक्ट्रोड विभव (V)	अभिक्रिया
Li^+/Li	-3.04	$Li \rightarrow Li^+ + e^-$
K^+/K	-2.92	$K \rightarrow K^+ + e^-$
Ca^{2+}/Ca	-2.87	$Ca \rightarrow Ca^{2+} + 2e^-$
...	...	...
F_2/F^-	+2.87	$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$

2.3 स्वतःस्फूर्तता का पूर्वानुमान

- **स्वतःस्फूर्त अभिक्रिया**: तब होती है जब **EMF धनात्मक** हो।
- **अस्वतःस्फूर्त अभिक्रिया**: तब होती है जब **EMF ऋणात्मक** हो, जिसके लिए बाह्य वोल्टेज की आवश्यकता होती है।

© 2023-2025 Copyright SATHEE

3. नेर्नस्ट समीकरण

3.1 परिभाषा

नेर्नस्ट समीकरण एक अर्ध-सेल के **वास्तविक इलेक्ट्रोड विभव** को **मानक इलेक्ट्रोड विभव**, **तापमान**, तथा **अभिकारकों और उत्पादों की सांद्रता** से संबंधित करता है।

3.2 सूत्र

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF}\ln Q$$

जहाँ:

- E: वास्तविक इलेक्ट्रोड विभव
- E°: मानक इलेक्ट्रोड विभव
- R: गैस स्थिरांक (8.314 J mol^{-1} K^{-1})
- T: केल्विन में तापमान
- n: स्थानांतरित इलेक्ट्रॉनों के मोलों की संख्या
- F: फैराडे स्थिरांक (96485 C mol^{-1})
- Q: अभिक्रिया भागफल

3.3 25°C पर सरलीकृत रूप

$$E = E^\circ - \frac{0.0592}{n}\log Q$$

3.4 अनुप्रयोग

नेर्नस्ट समीकरण का उपयोग निम्न के लिए किया जाता है:

- गैर-मानक परिस्थितियों में सेल विभव की गणना करना।
- सेल विभव पर सांद्रण के प्रभाव का निर्धारण करना।
- सेल विभव के आधार पर अभिक्रिया की दिशा का पूर्वानुमान लगाना।

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE

4. मुख्य अवधारणाओं का सारांश

4.1 मुख्य अवधारणाएँ

अवधारणा	विवरण
इलेक्ट्रोकेमिकल सेल	रेडॉक्स अभिक्रियाओं के माध्यम से रासायनिक ऊर्जा को विद्युत् ऊर्जा में परिवर्तित करता है।
गैल्वेनिक सेल	स्वतःस्फूर्त रेडॉक्स अभिक्रियाएँ विद्युत् ऊर्जा उत्पन्न करती हैं।
विद्युत्-अपघटनी सेल	अस्वतःस्फूर्त रेडॉक्स अभिक्रियाएँ बाह्य विद्युत् स्रोत द्वारा संचालित होती हैं।
अर्ध-सेल	सेल का वह भाग जहाँ ऑक्सीकरण या अपचयन होता है।
लवण सेतु	आयनों के प्रवाह द्वारा अर्ध-सेलों के बीच विद्युत् उदासीनता बनाए रखता है।
EMF	गैल्वेनिक सेल में उत्पन्न वोल्टेज जब कोई धारा प्रवाहित नहीं हो रही होती है।
विद्युत्-रासायनिक श्रेणी	मानक इलेक्ट्रोड विभवों के अनुसार तत्वों की सूची जो अभिक्रिया की स्वतःस्फूर्तता का पूर्वानुमान लगाती है।
नेर्नस्ट समीकरण	वास्तविक इलेक्ट्रोड विभव को मानक विभव, तापमान और सांद्रता से संबंधित करता है।

4.2 महत्वपूर्ण सूत्र

सूत्र	विवरण
$\text{EMF} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$	मानक परिस्थितियों में सेल विभव की गणना करता है।
$E = E^\circ - \frac{0.0592}{n}\log Q$	25°C पर सरलीकृत नेर्नस्ट समीकरण।

4.3 संबंधों का सारांश

- EMF धनात्मक होता है जब **कैथोड का अपचयन विभव** एनोड से अधिक होता है।
- **नेर्नस्ट समीकरण सांद्रण और तापमान** के आधार पर सेल विभव को समायोजित करता है।
- **विद्युत्-रासायनिक श्रेणी रेडॉक्स अभिक्रियाओं की स्वतःस्फूर्तता** का पूर्वानुमान लगाने में सहायक होती है।

5. निष्कर्ष

इलेक्ट्रोकेमिकल सेल, विद्युत्-रासायनिक श्रेणी, और नेर्नस्ट समीकरण को समझना रेडॉक्स अभिक्रियाओं के व्यवहार का विश्लेषण और पूर्वानुमान करने के लिए आवश्यक है। ये अवधारणाएँ बैटरी, विद्युत्-लेपन और ईंधन सेल जैसे अनुप्रयोगों की नींव बनाती हैं।

© 2023-2025 Copyright SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE