अध्ययन नोट्स: द्रव यांत्रिकी और सतही परिघटनाएँ

विषय सूची

1. **द्रव यांत्रिकी का परिचय**
2. **द्रव यांत्रिकी की मूल अवधारणाएँ**
3. **द्रव स्थितिकी**
4. **द्रव गतिकी**
5. **पृष्ठ तनाव और पृष्ठ ऊर्जा**
6. **केशिकत्व और आर्द्रण**
7. **द्रव फिल्मों में आधिक्य दाब**
8. **निष्कर्ष और सारांश**

1. द्रव यांत्रिकी का परिचय

अवलोकन

द्रव यांत्रिकी भौतिकी की वह शाखा है जो विभिन्न परिस्थितियों में द्रवों (तरल और गैसों) के व्यवहार का अध्ययन करती है। इसमें द्रवों के स्थैतिक और गतिक दोनों गुणों का अध्ययन शामिल है।

2. द्रव यांत्रिकी की मूल अवधारणाएँ

प्रमुख परिभाषाएँ

- **द्रव**: एक पदार्थ जो प्रवाहित हो सकता है और अपने पात्र के आकार को ग्रहण कर सकता है।
- **श्यानता**: द्रव का वह गुण जो उसकी परतों के सापेक्ष गति का विरोध करता है।
- **घनत्व**: द्रव के द्रव्यमान प्रति इकाई आयतन।
- **दाब**: द्रव द्वारा अपने परिवेश पर प्रति इकाई क्षेत्रफल में लगाया गया बल।

द्रवों के प्रकार

द्रव का प्रकार	विवरण
आदर्श द्रव	अश्यान और असंपीड्य
वास्तविक द्रव	श्यान और संपीड्य

© 2023-2025 Copyright SATHEE

3. द्रव स्थितिकी

द्रवों में दाब

- **हाइड्रोस्टैटिक दाब**: द्रव द्वारा गुरुत्वाकर्षण बल के कारण साम्यावस्था में डाला गया दाब।
- **गहराई के साथ दाब परिवर्तन**:

$$P = P_0 + \rho g h$$

जहाँ:

- P: गहराई h पर दाब
- P_0: सतह पर दाब
- ρ: द्रव का घनत्व
- g: गुरुत्वीय त्वरण
- h: गहराई

पास्कल का सिद्धांत

- एक बंद द्रव में किसी भी बिंदु पर दाब में परिवर्तन बिना कमी के द्रव के सभी भागों और पात्र की दीवारों तक संचरित होता है।

4. द्रव गतिकी

प्रमुख समीकरण

- **सातत्य समीकरण**:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

जहाँ:

- A: अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल
- v: द्रव का वेग
- **बर्नौली का समीकरण**:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = \text{constant}$$

जहाँ:

- P: दाब
- ρ: घनत्व

© 2023-2025 Copyright SATHEE

- v: वेग
- g: गुरुत्वीय त्वरण
- h: ऊँचाई

अनुप्रयोग

- **वेंचुरी मीटर**: द्रव प्रवाह दर को मापता है।
- **ऑरिफिस मीटर**: द्रव वेग को मापता है।
- **पिटोट ट्यूब**: दाबांतर के आधार पर द्रव वेग को मापता है।

5. पृष्ठ तनाव और पृष्ठ ऊर्जा

पृष्ठ तनाव

- **परिभाषा**: द्रव का वह गुण जो उसके अणुओं के संसंजक स्वभाव के कारण बाह्य बलों का विरोध करता है।
- **मात्रक**: N/m (न्यूटन प्रति मीटर)

पृष्ठ ऊर्जा

- **परिभाषा**: किसी द्रव के पृष्ठ क्षेत्रफल को बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊर्जा।
- **पृष्ठ तनाव से संबंध**:

$$\text{पृष्ठ ऊर्जा} = \text{पृष्ठ तनाव} \times \text{पृष्ठ क्षेत्रफल}$$

उदाहरण

- **जल बूँदें**: पृष्ठ तनाव के कारण गोलाकार आकार बनाती हैं।
- **साबुन के बुलबुले**: उच्च पृष्ठ तनाव वाली पतली फिल्में बनाते हैं।

6. केशिकत्व और आर्द्रण

केशिकत्व

- **परिभाषा**: बाह्य बलों के बिना संकीर्ण स्थानों में द्रव के प्रवाहित होने की क्षमता।
- **कारण**: द्रव अणुओं के बीच संसंजक बल और द्रव व ठोस सतहों के बीच आसंजक बल।

संपर्क कोण

- **परिभाषा**: संपर्क बिंदु पर द्रव सतह और ठोस सतह के बीच बनने वाला कोण।
- **प्रकार**:
- **न्यून कोण**: आर्द्रण का संकेत (जैसे, कांच पर जल)

© 2023-2025 Copyright SATHEE

- **अधिक कोण:** अनार्द्रण का संकेत (जैसे, कांच पर पारा)

केशिका उन्नयन

- **सूत्र:**

$$h = \frac{2\gamma\cos\theta}{\rho g r}$$

जहाँ:

- h: द्रव स्तंभ की ऊँचाई
- γ: पृष्ठ तनाव
- θ: संपर्क कोण
- ρ: द्रव का घनत्व
- g: गुरुत्वीय त्वरण
- r: केशिका नली की त्रिज्या

7. द्रव फिल्मों में आधिक्य दाब

आधिक्य दाब

- **परिभाषा:** द्रव फिल्म में एक वक्रित सतह को बनाए रखने के लिए आवश्यक अतिरिक्त दाब।
- **यंग-लाप्लास समीकरण:**

$$\Delta P = \gamma\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

जहाँ:

- ΔP: आधिक्य दाब
- γ: पृष्ठ तनाव
- R_1 और R_2: सतह की मुख्य वक्रता त्रिज्याएँ

अनुप्रयोग

- **बूँद निर्माण:** आधिक्य दाब द्रव बूँदों को गोलाकार बनाए रखता है।
- **बुलबुले:** आधिक्य दाब आंतरिक गैस दाब द्वारा संतुलित होता है।

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE

8. निष्कर्ष और सारांश

प्रमुख अवधारणाओं का सारांश

- **द्रव यांत्रिकी**: द्रवों के स्थैतिक और गतिक दोनों गुणों को समाहित करती है।
- **पृष्ठ तनाव**: केशिकत्व और आर्द्रण जैसी परिघटनाओं को समझने में महत्वपूर्ण कारक है।
- **आधिक्य दाब**: द्रव फिल्मों और बुलबुलों के आकार को बनाए रखने के लिए आवश्यक है।
- **बर्नौली का समीकरण** और **सातत्य समीकरण** द्रव प्रवाह के विश्लेषण में मूलभूत हैं।

अंतिम टिप्पणियाँ

- इन सिद्धांतों को समझना इंजीनियरिंग, भौतिकी और दैनिक जीवन में अनुप्रयोगों के लिए महत्वपूर्ण है।
- सतही परिघटनाओं का अध्ययन सूक्ष्म स्तर पर द्रवों के व्यवहार में अंतर्दृष्टि प्रदान करता है।

SATHEE

© 2023-2025 Copyright SATHEE