



## สาระสำคัญ

การวัดอัตราการไหลสามารถแบ่งการวัดออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การวัดโดยตรง และการวัดโดยทางอ้อม การวัดโดยตรง เป็นการวัดเอาปริมาณการไหลจริงเทียบกับช่วงเวลาที่ทำการวัด เครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการไหลโดยทางอ้อมที่นิยมใช้และรู้จักกันทั่วไป ได้แก่ มาตรวัดอัตราการไหลแบบคอคอด มาตรวัดอัตราการไหลแบบหัวฉีด และมาตรวัดอัตราการไหลแบบรูระบาย

## จุดประสงค์การเรียนรู้

### จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดอัตราการไหลและใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การไหลในท่อได้

## จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

### พุทธิพิสัย

1. ให้คำจำกัดความของการวัดอัตราการไหลได้

### ทักษะพิสัย

1. ฝึกการคำนวณหาอัตราการไหลจากมาตรวัดได้

### จิตพิสัย

1. ยอมรับข้อผิดพลาดในการแก้สมการได้
2. ให้คำแนะนำผู้อื่นเกี่ยวกับการหาอัตราการไหลในท่อได้

## เนื้อหาสาระ

### การวัดอัตราการไหล

การวัดอัตราการไหลสามารถแบ่งการวัดออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การวัดโดยตรง และการวัดโดยทางอ้อม การวัดโดยตรง เป็นการวัดเอาปริมาณการไหลจริงเทียบกับช่วงเวลาที่ทำการวัด ก็จะได้อัตราการไหลออกมา เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า เครื่องมือวัดทางกล ส่วนการวัดโดยทางอ้อม เป็นการวัดความแตกต่างของความดัน แล้วนำข้อมูลมาคำนวณหาอัตราการไหล ก็จะทราบอัตราการไหลได้เช่นกัน เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า เครื่องวัดเสถียรสูญเสีย ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการไหลโดยทางอ้อมที่นิยมใช้และรู้จักกันทั่วไป ได้แก่ มาตรวัดอัตราการไหลแบบคอคอด มาตรวัดอัตราการไหลแบบหัวฉีด และมาตรวัดอัตราการไหลแบบรูระบาย

#### 1. มาตรวัดอัตราการไหลแบบคอคอด

เป็นลักษณะของมาตรวัดอัตราการไหลแบบคอคอด โดยของไหลจะไหลจากพื้นที่หน้าตัด จาลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงคอคอด หลังจากคอคอดก็จะค่อย ๆ ขยายเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อเป็นการลดการเกิดการไหลวนของของไหล ความแตกต่างของความดันสามารถนำไปหาอัตราการไหลได้

#### 2. มาตรวัดอัตราการไหลแบบหัวฉีด

เป็นลักษณะของมาตรวัดอัตราการไหลแบบหัวฉีด ซึ่งนำไปติดตั้งเข้ากับท่อตรงโดยทำหน้าที่แปลนรองรับ เมื่อของไหลไหลผ่านหัวฉีด ของไหลจะเกิดการไหลวน ทำให้เสถียรความดันสูญเสียไป ในการไหลผ่านหัวฉีดนี้มีสัมประสิทธิ์ของการไหลผ่านหัวฉีดมาเกี่ยวข้อง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่า  $C_d$  ของมาตรวัดอัตราการไหลแบบคอคอด

#### 3. มาตรวัดอัตราการไหลแบบรูระบาย

เป็นลักษณะของมาตรวัดอัตราการไหลแบบรูระบาย ของไหลไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดไหลผ่านรูระบายมีพื้นที่หน้าตัดลดลง มีลักษณะเป็นปากคอม ทำให้ลำของไหลที่ผ่านรูระบายมีพื้นที่หน้าตัดลดลง แล้วค่อย ๆ ขยายเพิ่มขึ้นจนเต็มท่อ การไหลผ่านรูระบายนี้ก็จะทำให้เสถียรความดันสูญเสียไปเช่นกัน การหาอัตราการไหล จำเป็นต้องนำเอาสัมประสิทธิ์ของการไหลมาพิจารณาให้มากขึ้นด้วย โดยสมการหาอัตราการไหลก็คล้ายกับมาตรวัดอัตราการไหลแบบคอคอด

## กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทำการอธิบายจุดประสงค์การสอนในชั่วโมงนี้
2. ครูให้คำแนะนำเบื้องต้นเกี่ยวกับบทเรียน
3. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
4. ครูทำการเฉลยแบบทดสอบ โดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนตรวจอย่างซื่อสัตย์

### ขั้นสอน

5. ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาในชั่วโมงที่ผ่านมา
6. นักเรียนทำการสรุปความรู้ที่ได้
7. ครูทำการอธิบายเนื้อหาอย่างละเอียด
8. นักศึกษาทำการทดลองแก้ไขโจทย์ปัญหาตามตัวอย่างในหนังสือ
9. นักเรียนทำแบบฝึกกิจกรรม 3.8 และใบงานหน้า 249
10. นักเรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนกิจกรรมหน่วยที่ 3

### ขั้นสรุป

11. ครูทำการตั้งคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน
12. เปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามข้อสงสัย
13. นักเรียนกลับไปอ่านหนังสือเพิ่มเติมในส่วนที่ไม่เข้าใจและเตรียมตัวทำกิจกรรมในคาบเรียนถัดไป

### สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัด
3. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้
4. แบบทดสอบ
5. อินเทอร์เน็ต, ห้องสมุด

### การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
ของไหลเคลื่อนที่	จริยธรรม วิทยาศาสตร์	ความซื่อสัตย์ การทดลอง

### เครื่องมือวัดผลตามพุทธิพิสัย (6 คะแนน)

1. ให้คำจำกัดความของการวัดอัตราการไหลได้

### เครื่องมือวัดผลตามทักษะพิสัย (6 คะแนน)

1. ฝึกการคำนวณหาอัตราการไหลจากมาตรวัดได้

### เครื่องมือวัดผลตามจิตพิสัย (8 คะแนน)

1. ยอมรับข้อผิดพลาดในการแก้สมการได้ (4 คะแนน)
2. ให้คำแนะนำผู้อื่นเกี่ยวกับการหาอัตราการไหลในท่อได้ (4 คะแนน)

### เกณฑ์การวัดผลตามพุทธิพิสัย

#### การตอบคำถามข้อที่ 1

#### การวัดอัตราการไหล

การวัดอัตราการไหลสามารถแบ่งการวัดออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การวัดโดยตรง และการวัดโดยทางอ้อม การวัดโดยตรง เป็นการวัดเอาปริมาณการไหลจริงเทียบกับช่วงเวลาที่ทำการวัด ก็จะได้อัตราการไหลออกมา เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า เครื่องมือวัดทางกล ส่วนการวัดโดยทางอ้อม เป็นการวัดความแตกต่างของความดัน แล้วนำข้อมูลมาคำนวณหาอัตราการไหล ก็จะทราบอัตราการไหลได้เช่นกัน เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า เครื่องวัดเสดสูญเสีย ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการไหลโดยทางอ้อมที่นิยมใช้และรู้จักกันทั่วไป ได้แก่ มาตรวัดอัตราการไหลแบบคอคอด มาตรวัดอัตราการไหลแบบหัวฉีด และมาตรวัดอัตราการไหลแบบรูระบาย

ถ้าผู้เรียนตอบคำถามตามแนวข้างต้นให้คะแนน 6 คะแนน นอกเหนือจากนี้ให้ครูพิจารณาหักตามความเหมาะสม

### เกณฑ์การวัดผลตามทักษะพิสัย

#### การตอบคำถามข้อที่ 1

#### ฝึกการคำนวณหาอัตราการไหลจากมาตรวัด

ให้ครูพิจารณาจากการคิด วิธีคิด ความซื่อสัตย์ ความสม่ำเสมอ ความขยัน อดทน ถ้าเป็นไปได้ตามแนวข้างต้นให้ 6 คะแนน นอกเหนือจากนี้ให้ครูผู้สอนพิจารณาหักตามความเหมาะสม

**เกณฑ์การวัดผลตามพุทธิพิสัย**

**การตอบคำถามข้อที่ 1**

**ยอมรับข้อผิดพลาดในการแก้สมการได้**

ให้คะแนนข้อนี้ 4 คะแนน ผู้สอนพิจารณาตามความเหมาะสม

**การตอบคำถามข้อที่ 2**

**ให้คำแนะนำผู้อื่นเกี่ยวกับการหาอัตรากรไหลในท่อได้**

ให้คะแนนข้อนี้ 4 คะแนน ผู้สอนพิจารณาตามความเหมาะสม