



## สาระสำคัญ

สมการพลังงาน (energy equation) เป็นสมการซึ่งมักจะใช้ร่วมกับสมการการไหลต่อเนื่องเพื่อใช้หาตำแหน่ง หาความเร็วในการไหล หาอัตราไหล เป็นต้น ก่อนที่จะได้ สมการพลังงานต้องทราบพลังงานที่ได้จากการไหลของของไหลก่อน

สมการเบอร์นูลลี เป็นสมการพลังงานสำหรับเงื่อนไขในการไหลของของไหล ดังนี้ ของไหลที่ไม่มีแรงเสียดทาน ของไหลที่อัดตัวได้ยาก เป็นการไหลแบบคงที่ (steady flow) ความเร็วกระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดหน้าตัดการไหล

## จุดประสงค์การเรียนรู้

### จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการพลังงาน สามารถคำนวณหากำลังในการไหล ได้

## จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

### พุทธิพิสัย

1. บอกพลังงานที่ได้จากการไหลแบบคงที่ได้
2. ระบุเงื่อนไขของสมการเบอร์นูลลีได้

### ทักษะพิสัย

1. ประยุกต์ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับของไหลตามสมการพลังงานได้

### จิตพิสัย

1. บรรยายเกี่ยวกับสมการพลังงานได้ถูกต้อง
2. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์เกี่ยวกับของไหลตามสมการพลังงาน

## เนื้อหาสาระ

### สมการพลังงาน

สมการพลังงาน (energy equation) เป็นสมการซึ่งมักจะใช้ร่วมกับสมการการไหลต่อเนื่องเพื่อใช้หาตำแหน่ง หาความเร็วในการไหล หาอัตราใบการไหล เป็นต้น ก่อนที่จะได้ สมการพลังงานต้องทราบพลังงานที่ได้จากการไหลของของไหลก่อนซึ่งจะกล่าวถึงพลังงานที่ได้จากการไหลแบบคงที่ (steady flow) ดังนี้

ก. พลังงานความดัน (pressure energy)

ของไหลที่อยู่นิ่ง จะมีความดันซึ่งเกิดจากความลึกของลำของไหล เรียกว่า เสดความดัน (pressure head) เมื่อของไหลเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง ก็จะสามารถเกิดเป็นงานได้นั่นคือ พลังงานที่เกิดจากความดันก็คือ เสดความดัน (pressure head)

ข. พลังงานจลน์ (kinetic energy)

ค. พลังงานศักย์ (potential energy)

พลังงานทั้งสามที่ได้จากการไหลของของไหล ซึ่งไหลแบบคงที่ (steady flow) เมื่อรวมกันแล้วจะมีค่าคงที่ และอยู่ในกฎในข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ มีใจความว่า “พลังงานไม่สามารถทำลายหรือสร้างขึ้นใหม่ได้ แต่สามารถที่จะเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้” เมื่อพลังงานทั้ง 3 รวมกันจะได้ว่า

$$\frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z = \text{ค่าคงที่}$$

สมการนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า **สมการเบอร์นูลลี (Bernoulli)**

สมการเบอร์นูลลี เป็นสมการพลังงานสำหรับเงื่อนไขในการไหลของของไหล ดังนี้

1. ของไหลที่ไม่มีแรงเสียดทาน
2. ของไหลที่อัดตัวได้ยาก
3. เป็นการไหลแบบคงที่ (steady flow)
4. ความเร็วกระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดหน้าตัดการไหล

พลังงานทั้งสามเทอมในสมการพลังงาน หรือสมการเบอร์นูลลี เป็นหน่วยความสูงของของไหลทั้งสิ้น คือ

$\frac{P}{\gamma}$  เรียกว่า เสดความดัน คือ ความดันต่อหน่วยน้ำหนักของไหล

$\frac{V^2}{2g}$  เรียกว่า เสดความเร็ว คือ พลังงานจลน์ต่อหน่วยน้ำหนัก

Z เรียกว่า เสดความสูง คือ พลังงานศักย์ต่อหน่วยน้ำหนักของของไหลวัดระดับของของไหลเทียบกับระดับอ้างอิง

### กิจกรรมการเรียนรู้

#### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายหัวข้อที่จะเรียนในวันนี้ให้นักเรียนฟัง
2. ครูให้นักเรียนทำความสะอาดห้องก่อนการเรียน

#### ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาในบทเรียน พร้อมทั้งฉายแผ่นใสประกอบการอธิบาย เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้น
4. นักเรียนทำการจดบันทึกลงในสมุดตามความเข้าใจ
5. ให้นักเรียนลองแก้ปัญหาโจทย์ในหนังสือ ครูคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด
6. นักเรียนทำการแลกเปลี่ยนความรู้ วิธีการแก้สมการพลังงาน กันภายในกลุ่ม
7. นักเรียนทำแบบฝึกกิจกรรม 3.4 และ 3.5

#### ขั้นสรุป

8. ครูสรุปเนื้อหาทั้งหมดอีกครั้ง พร้อมให้คำแนะนำเพิ่มเติม
9. นักเรียนสอบถามข้อสงสัย พร้อมทั้งกลับไปหาคำตอบจากสื่อการเรียนอื่น ๆ
10. แบ่งหน้าที่ให้นักเรียนรับผิดชอบทำความสะอาดพื้นที่ในและนอกห้องเรียน
11. นักเรียนกลับไปอ่านหนังสือเตรียมตัวเรียนในคาบเรียนถัดไป

#### สื่อการเรียนการสอน

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

## การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
ของไหลเคลื่อนที่	คณิตศาสตร์ ภาษาไทย	การแก้โจทย์ปัญหา การจดบันทึก

### เครื่องมือวัดผลตามพุทธิพิสัย (6 คะแนน)

1. บอกพลังงานที่ได้จากการไหลแบบคงที่ได้ (3 คะแนน)
2. ระบุเงื่อนไขของสมการเบอร์นูลลีได้ (3 คะแนน)

### เครื่องมือวัดผลตามทักษะพิสัย (8 คะแนน)

1. ประยุกต์ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับของไหลตามสมการพลังงานได้

### เครื่องมือวัดผลตามจิตพิสัย (6 คะแนน)

1. บรรยายเกี่ยวกับสมการพลังงานได้ถูกต้อง (3 คะแนน)
2. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์เกี่ยวกับของไหลตามสมการพลังงาน (3 คะแนน)

### เกณฑ์การวัดผลตามพุทธิพิสัย

#### การตอบคำถามข้อที่ 1

#### พลังงานที่ได้จากการไหลแบบคงที่

สมการพลังงาน (energy equation) เป็นสมการซึ่งมักจะใช้ร่วมกับสมการการไหลต่อเนื่องเพื่อใช้หาตำแหน่ง หาความเร็วในการไหล หาอัตราไหล เป็นต้น ก่อนที่จะได้ สมการพลังงานต้องทราบพลังงานที่ได้จากการไหลของของไหลก่อนซึ่งจะกล่าวถึงพลังงานที่ได้จากการไหลแบบคงที่ (steady flow) ดังนี้

- ง. พลังงานความดัน (pressure energy)  
ของไหลที่อยู่นิ่ง จะมีความดันซึ่งเกิดจากความลึกของลำของไหล เรียกว่า เสดความดัน (pressure head) เมื่อของไหลเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง ก็จะสามารถเกิดเป็นงานได้นั้นคือ พลังงานที่เกิดจากความดันก็คือ เสดความดัน (pressure head)
- จ. พลังงานจลน์ (kinetic energy)
- ฉ. พลังงานศักย์ (potential energy)

ถ้าผู้เรียนตอบคำถามตามแนวข้างต้นให้คะแนน 3 คะแนน นอกเหนือจากนี้ให้ครูพิจารณาหักตามความเหมาะสม

การตอบคำถามข้อที่ 2

### เงื่อนไขของสมการเบอร์นูลลี

1. ของไหลที่ไม่มีแรงเสียดทาน
2. ของไหลที่อัดตัวได้ยาก
3. เป็นการไหลแบบคงที่ (steady flow)
4. ความเร็วกระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดหน้าตัดการไหล

ถ้าผู้เรียนตอบคำถามตามแนวข้างต้นให้คะแนน 3 คะแนน นอกเหนือจากนี้ให้ครูพิจารณาหักตามความเหมาะสม

### เกณฑ์การวัดผลตามพุทธิพิสัย

การตอบคำถามข้อที่ 1

### ประยุกต์ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับของไหลตามสมการพลังงาน

ให้ผู้สอนพิจารณาจากการใช้ทักษะ การแก้ปัญหา การใช้ความคิด การประยุกต์ใช้ ความคิดสร้างสรรค์ และคำตอบของสมการ ถ้าครบถ้วนถูกต้องให้ 8 คะแนน ด้านนอกเหนือจากนี้ให้ผู้สอนพิจารณาตามความเหมาะสม

### เกณฑ์การวัดผลตามทักษะพิสัย

การตอบคำถามข้อที่ 1

บรรยายเกี่ยวกับสมการพลังงานได้ถูกต้อง

ให้คะแนนข้อนี้ 3 คะแนน ผู้สอนพิจารณาตามความเหมาะสม

การตอบคำถามข้อที่ 1

รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์เกี่ยวกับของไหลตามสมการพลังงาน

ให้คะแนนข้อนี้ 3 คะแนน ผู้สอนพิจารณาตามความเหมาะสม