**โครงการจัดการเรียนรู้**

วิชา 3100-0103 กลศาสตร์ของไหล

| **หน่วยที่ 1 คุณสมบัติของไหล** | ครั้งที่ 7 |
|---|---|
| เรื่อง<br>1. ความตึงผิว (ต่อ) | จำนวน 3 ชั่วโมง |

| **จุดประสงค์การสอน** | **รายการสอน** |
|---|---|
| 1. คำนวณหาค่าเกี่ยวกับความตึงผิวได้ | 1. ความตึงผิว (ต่อ) |

**วิธีการสอน** บรรยาย / ถาม-ตอบ / สาธิต

| **สื่อการสอน** | **หนังสืออ้างอิง** |
|---|---|
| 1. แผ่นใส/วีดีทัศน์<br>2. แบบทดสอบหลังเรียน<br>3. กิจกรรม<br>4. ใบงาน<br>5. แบบประเมินผลการเรียนรู้ | จักรี ต้นเชื้อ , **กลศาสตร์ของไหล** ศสอ. กรุงเทพฯ |

**การประเมินผล** ทำแบบฝึกหัด ได้เกินร้อยละ50

## แผนการจัดการเรียนรู้

**รหัสวิชา** 3100-0103 **วิชา** กลศาสตร์ของไหล จำนวน 3 ชั่วโมง/สัปดาห์

**ชื่อหน่วย 1 คุณสมบัติของของไหล**

เรื่อง

1. ความตึงผิว (ต่อ)

**สาระสำคัญ**

ความตึงผิวทำให้หยดของของไหลมีลักษณะเป็นทรงกลม เช่น หยดน้ำ เม็ดฝน เป็นต้น และยังทำให้เกิด Capillary action คือ การที่ของเหลวในหลอดมีระดับสูงขึ้นกว่าของเหลวด้านนอกหลอด เช่น น้ำ ซึ่งทำให้หลอดเปียกได้ และของเหลวไม่ทำให้หลอดเปียก เช่น ปรอท ของเหลวในหลอดจะมีระดับต่ำกว่าของเหลวด้านนอกหลอด

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

**จุดประสงค์ทั่วไป**

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความตึงผิว

**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**

**พุทธิพิสัย**

1. อธิบายความหมายความของ Capillary action ได้

**ทักษะพิสัย**

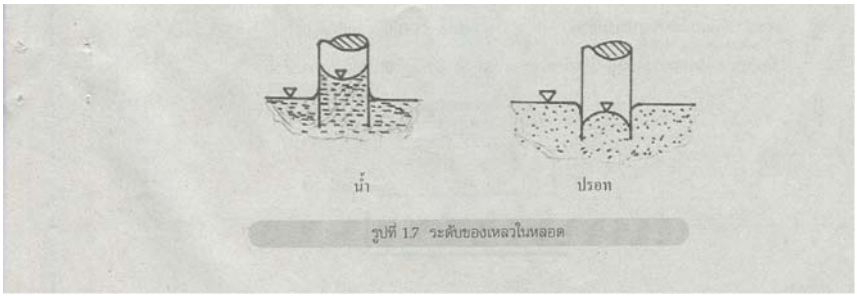
1. เขียนตารางค่าความตึงผิวของน้ำได้

**จิตพิสัย**

1. นำสมการของความตึงผิวมาหาค่าคำนวณได้

## เนื้อหาสาระ

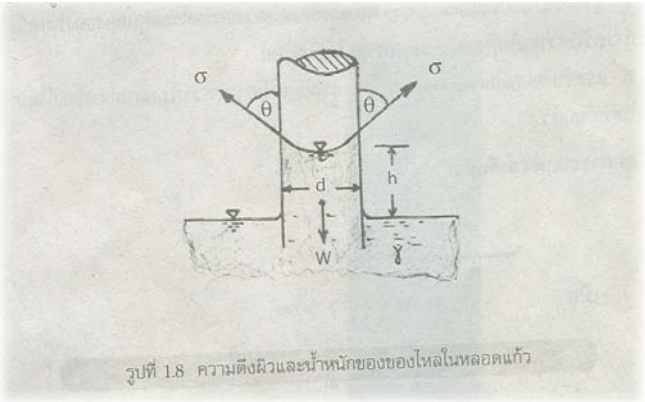
ความตึงผิวทำให้หยดของของไหลมีลักษณะเป็นทรงกลม เช่น หยดน้ำ เม็ดฝน เป็นต้น และยังทำให้เกิด Capillary action คือ การที่ของเหลวในหลอดมีระดับสูงขึ้นกว่าของเหลวด้านนอกหลอด เช่น น้ำ ซึ่งทำให้หลอดเปียกได้ และของเหลวไม่ทำให้หลอดเปียก เช่น ปรอท ของเหลวในหลอดจะมีระดับต่ำกว่าของเหลวด้านนอกหลอด



รูปที่ 1.7 ระดับของเหลวในหลอด

จากรูปที่ 1.7 น้ำที่อยู่ในหลอดมีระดับสูงกว่าข้างนอกเพราะแรงจับติดระหว่างโมเลกุลของน้ำกับโมเลกุลของหลอด มีมากกว่าแรงเกาะกันระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยกัน (แรงจับติด > แรงเกาะกัน) และปรอทที่อยู่ในหลอดมีระดับต่ำกว่าข้างนอกเพราะ แรงจับติดระหว่างโมเลกุลของปรอทกับโมเลกุลของหลอด มีน้อยกว่าแรงเกาะกันระหว่างโมเลกุลของปรอทด้วยกัน(แรงจับติด < แรงเกาะกัน)

เมื่อนำหลอดแก้วเส้นผ่านศูนย์กลาง d จุ่มลงในของไหลที่มีแรงจับติดมากกว่าแรงเกาะกันจะเห็นของไหลสูงขึ้นเป็นระยะ h โดยของไหลมีความตึงผิว $\sigma$ ทำมุม $\theta$ กับแนวดิ่ง ดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 ความตึงผิวและน้ำหนักของของไหลในหลอดแก้ว

จะได้ $$h = \frac{4\sigma\cos\theta}{\gamma d}$$

เมื่อ h = ความสูงของระดับของไหลในหลอด m

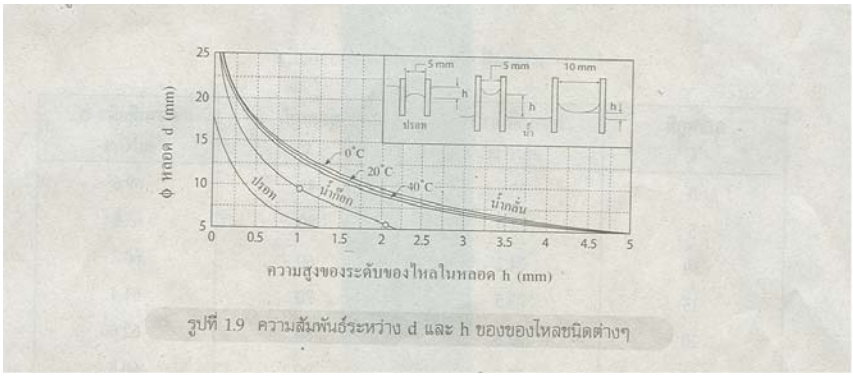
$\sigma$ = (Sigma) ความตึงผิว N/m

$\gamma$ = น้ำหนักจำเพาะ $N/m^3$

d = เส้นผ่านศูนย์กลางหลอด m

จากการทดลองพบว่า เมื่อหลอดแก้วสะอาด ถ้าของไหลเป็นน้ำ $\theta = 0^0$ แต่ถ้าของไหลเป็นปรอท $\theta = 140^0$

ความสูงของระดับของไหลในหลอด เป็นสิ่งที่ทำให้การอ่านค่าจากเกจ ซึ่งทำจากหลอดแก้วเกิดความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ง่าย หลอดแก้วยิ่งมีขนาดเล็ก ระดับของไหลในหลอดก็สูง ดังรูปที่ 1.9



รูปที่ 1.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง d และ h ของของไหลชนิดต่างๆ

จากสูตร $h = \frac{4\sigma\cos\theta}{\gamma d}$

ในกรณีที่เป็นหยดของเหลว หรือฟองอากาศ ซึ่งถือได้ว่าของไหลเป็นรูปทรงกลม $\cos\theta = 1$

ดังนั้น สมการจะได้ $h = \frac{4\sigma}{\gamma d}$

ย้ายข้างสมการ จะได้ $\gamma h = \frac{4\sigma}{d}$

แต่ $\gamma h = P$ ดังนั้นจะได้ สมการเกี่ยวกับหยดของเหลว หรือฟองอากาศ ว่า

$$P = \frac{4\sigma}{d}$$

เมื่อ P = ความดันภายในหยดของเหลวที่มากกว่าความดันที่อยู่รอบ ๆ Pa

$\sigma$ = ความตึงผิว N/m

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของหยดของเหลว m

ส่วนในกรณีที่ของไหลเป็นลำเจ๊ตทรงกระบอก จะคิดเพียงครึ่งหนึ่งของสมการหยดของเหลว

ดังนั้น สมการของไหลเป็นลำเจ๊ตทรงกระบอกจะได้ว่า

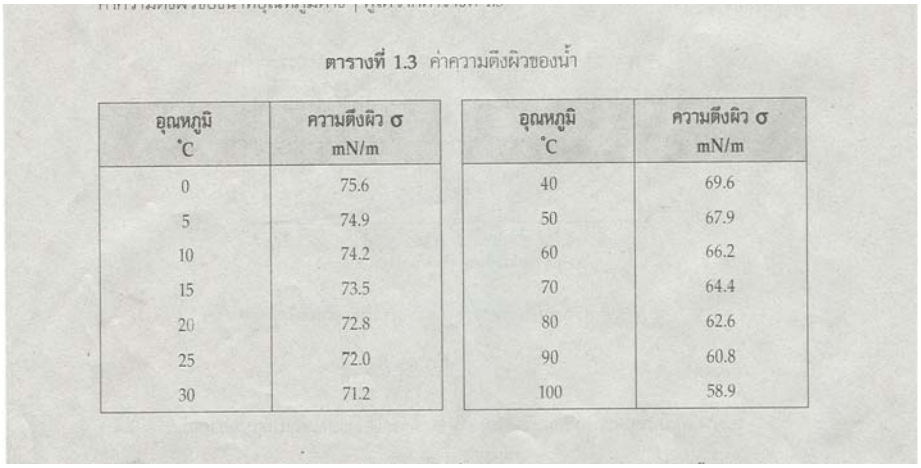
$$P = \frac{2\sigma}{d}$$

เมื่อ P = ความดันภายในหยดของเหลวที่มากกว่าความดันที่อยู่รอบ ๆ Pa

$\sigma$ = ความตึงผิว N/m

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของลำเจ๊ต m

ตารางที่ 1.3 ค่าความตึงผิวของน้ำ



ตารางที่ 1.3 ค่าความตึงผิวของน้ำ

| อุณหภูมิ °C | ความตึงผิว σ mN/m | อุณหภูมิ °C | ความตึงผิว σ mN/m |
|---|---|---|---|
| 0 | 75.6 | 40 | 69.6 |
| 5 | 74.9 | 50 | 67.9 |
| 10 | 74.2 | 60 | 66.2 |
| 15 | 73.5 | 70 | 64.4 |
| 20 | 72.8 | 80 | 62.6 |
| 25 | 72.0 | 90 | 60.8 |
| 30 | 71.2 | 100 | 58.9 |

**กิจกรรมการเรียนรู้**

**ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน**

1. ครูทำการอธิบายจุดประสงค์การสอนในชั่วโมงนี้
2. ครูให้นักศึกษาส่งแบบฝึกกิจกรรมที่ 1.9
3. ครูให้คำแนะนำเบื้องต้นเกี่ยวกับบทเรียน
4. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
5. ครูทำการเฉลยแบบทดสอบ โดยให้นักเรียนแลกกันตรวจอย่างซื่อสัตย์

**ขั้นสอน**

6. ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาในชั่วโมงที่ผ่านมา พร้อมทั้งทำการศึกษาสื่อวีดีทัศน์ประกอบการเรียน
7. นักเรียนทำการสรุปความรู้ที่ได้
8. ครูทำการอธิบายเนื้อหาอย่างละเอียด
9. นักศึกษาทำการทดลองแก้ไขโจทย์ปัญหาตามตัวอย่างในหนังสือ
10. นักเรียนทำกิจกรรม และใบงานหน้า 60-61
11. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 1 หน้า 72-78

**ขั้นสรุป**

12. ครูทำการตั้งคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน
13. เปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามข้อสงสัย
14. นักเรียนกลับไปอ่านหนังสือเพิ่มเติมในส่วนที่ไม่เข้าใจและเตรียมตัวทำกิจกรรมในคาบเรียนถัดไป

**สื่อการเรียนการสอน**

1. แผ่นใส/วิดีทัศน์
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. กิจกรรม
4. ใบงาน
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้

**การบูรณาการเชื่อมโยง**

| สาระการเรียนรู้ | การบูรณาการ | กิจกรรม |
|---|---|---|
| คุณสมบัติของของไหล | คณิตศาสตร์<br>ภาษาไทย | การแก้โจทย์ปัญหาใช้การนำเสนอหน้าชั้นเรียน |

**เครื่องมือวัดผลตามพุทธิพิสัย (5 คะแนน)**

1. อธิบายความหมายความของ Capillary action ได้(5 คะแนน)

**เครื่องมือวัดผลตามทักษะพิสัย (5 คะแนน)**

1. เขียนตารางค่าความตึงผิวของน้ำได้(5 คะแนน)

**เครื่องมือวัดผลตามจิตพิสัย (10 คะแนน)**

1. นำสมการของความตึงผิวมาหาค่าคำนวณได้(10 คะแนน)

**เกณฑ์การวัดผลตามพุทธิพิสัย**

**การตอบคำถามข้อที่ 1**

## *ความหมายของ Capillary action*

Capillary action คือ การที่ของเหลวในหลอดมีระดับสูงขึ้นกว่าของเหลวด้านนอกหลอด เช่น น้ำ ซึ่งทำให้หลอดเปียกได้ และของเหลวไม่ทำให้หลอดเปียก เช่น ปรอท ของเหลวในหลอดจะมีระดับต่ำกว่าของเหลวด้านนอกหลอด

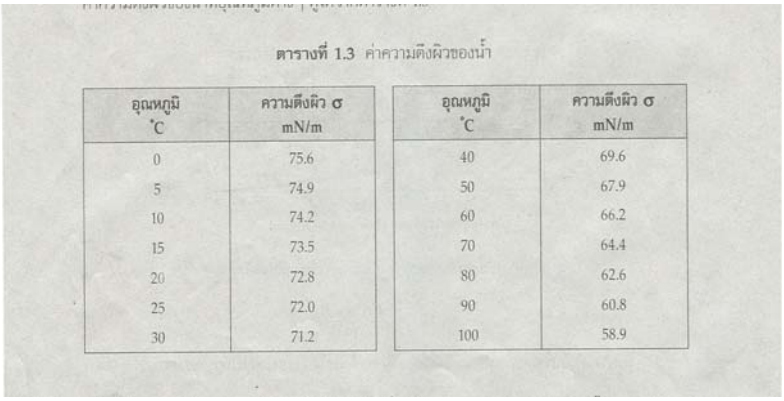
ให้คะแนนข้อนี้ 5 คะแนน หากผู้เรียนตอบผิดให้ผู้สอนพิจารณาหักจุดละ 1 คะแนน

**เกณฑ์การวัดผลตามทักษะพิสัย**

**การตอบคำถามข้อที่ 1**

***ตารางค่าความตึงผิวของน้ำ***

ตารางที่ 1.3 ค่าความตึงผิวของน้ำ



ตารางที่ 1.3 ค่าความตึงผิวของน้ำ

| อุณหภูมิ °C | ความตึงผิว σ mN/m | อุณหภูมิ °C | ความตึงผิว σ mN/m |
|---|---|---|---|
| 0 | 75.6 | 40 | 69.6 |
| 5 | 74.9 | 50 | 67.9 |
| 10 | 74.2 | 60 | 66.2 |
| 15 | 73.5 | 70 | 64.4 |
| 20 | 72.8 | 80 | 62.6 |
| 25 | 72.0 | 90 | 60.8 |
| 30 | 71.2 | 100 | 58.9 |

ให้คะแนนข้อนี้ 5 คะแนน หากผู้เรียนตอบผิดให้ผู้สอนพิจารณาหักจุดละ 1 คะแนน

**เกณฑ์การวัดผลตามจิตพิสัย**

**การตอบคำถามข้อที่ 1**

***หาค่าคำนวณจากสมการความตึงผิว***

ผู้สอนพิจารณาจากการใช้ทักษะ การแก้ปัญหา การใช้ความคิด และคำตอบของสมการ ถ้าครบถ้วนถูกต้องให้ 10 คะแนน ถ้านอกเหนือจากนี้ให้ผู้สอนพิจารณาตามความเหมาะสม