

## แผนการสอน

เรื่อง แรงพยุงและหลักของอาร์คิมิดีส  
หลักสูตรที่ 3

เวลา 1 ชั่วโมง 45 นาที  
ช่วงชั้นที่ 4

### แนวความคิดหลัก

เมื่อวัตถุอยู่ในของไหลจะถูกรั้งพยุง (buoyant force) กระทำ โดยที่ขนาดของแรงพยุงเท่ากับขนาดของน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ เรียกว่า **หลักของอาร์คิมิดีส** (Archimedes' principle) หลักนี้สามารถอธิบายการลอยและการจมของวัตถุในของเหลวได้

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของแรงพยุง
2. ทดลองและวิเคราะห์หาแรงพยุงที่กระทำต่อวัตถุในของเหลว และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องได้
3. อธิบายหลักของอาร์คิมิดีส นำหลักของอาร์คิมิดีสไปใช้อธิบาย และแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้

วิธีการจัดกิจกรรม : ตามกระบวนการ 5Es ดังนี้

### 1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E<sub>1</sub>)

- 1.1 ผู้สอนสาธิตการจมการลอยของวัตถุต่างๆ เช่น โฟม แท่งไม้ ไม้บัลซาในน้ำ หรือ การจมการลอยของวัตถุชนิดเดียวกันในของเหลวชนิดต่างๆ หรือการจมการลอยของวัตถุชนิดต่าง ๆ ในของเหลวชนิดเดียวกัน หรือการลอยของวัตถุในอากาศ เช่น การลอยของบอลลูก ลูกโป่ง โคมลอย ให้ผู้เข้าอบรมสังเกตการจมการลอยของวัตถุ
- 1.2 ผู้สอน (สาธิตหรือแสดงภาพ) ตั้งคำถามเกี่ยวกับการเรียงตัวเป็นชั้นของของเหลว ต่างชนิดกันที่ไม่ผสมกัน แต่ละชั้นของของเหลวมีวัตถุที่จมในของเหลวนั้น ให้ผู้เข้าอบรมสังเกตการจมการลอยของวัตถุ
- 1.3 ผู้สอนสาธิตและตั้งคำถาม การชั่งน้ำหนักของวัตถุในอากาศและในน้ำเพื่อนำเข้าสู่ การทดลอง 9.2 แรงพยุง (หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2 หน้า 36)

### 2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration : E<sub>2</sub>)

ให้ผู้เรียนทำการทดลอง เรื่อง แรงพยุง

### 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation : E<sub>3</sub>)

- 3.1 ผู้เรียนนำเสนอผลการทดลอง
- 3.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลอง
- 3.3 ผู้สอนให้ความรู้ว่า ข้อสรุปจากการทดลอง เรียกว่า **หลักของอาร์คิมิดีส**

### 4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration : E<sub>4</sub>)

- 4.1 ผู้สอนอภิปรายเกี่ยวกับการลอยและการจมที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

- 4.2 ผู้สอนอภิปรายการนำความรู้เกี่ยวกับหลักของอาร์คิมิดีสไปสร้างเครื่องมือวัดความหนาแน่นของของเหลวที่เรียกว่า ไฮดรอมิเตอร์
- 4.3 ผู้เรียนสร้างไฮดรอมิเตอร์อย่างง่าย และทำการสอบเทียบกับของเหลวที่ทราบความหนาแน่น 2-3 ชนิด
- 4.4 ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายผลการสร้างและการนำหลักการนี้ไปใช้ประโยชน์

## 5. ชั้นประเมิน (Evaluation : E<sub>5</sub>)

- 5.1 ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนทำการหาแรงพยุงของวัตถุในของเหลว
- 5.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายการใช้ประโยชน์จากการศึกษาเรื่อง แรงพยุง

### การวัดและประเมินผล

1. ประเมินขณะปฏิบัติกิจกรรม
  - ความสนใจ ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ต่อข้อมูล
  - ทักษะการปฏิบัติ ความคล่องแคล่วในการทำกิจกรรม การใช้เครื่องมือ
  - การถามคำถาม การตอบคำถาม และการอภิปราย
2. ประเมินผลการทำกิจกรรม ได้แก่ รายงาน การนำเสนอและบันทึกของผู้เรียน
3. ผู้เรียนประเมินตนเองจากการร่วมกิจกรรม
4. ผู้เรียนประเมินกันเองจากการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม

### วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งการเรียนรู้

#### วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งสปริง 0-10 นิวตัน
2. ปีกเกอร์ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. กระจกตวง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. แท่งเหล็กมวล 500 กรัม
5. ไฮดรอมิเตอร์ สำหรับวัดความหนาแน่นระหว่าง 0.700-1.000 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
6. ถ้วยยูเรกา
7. กรรไกร
8. คัตเตอร์

#### วัสดุสิ้นเปลือง

1. ของเหลว 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ (ใสสี) น้ำมันพืช และแอลกอฮอล์
2. เศษวัสดุ เช่น ไม้ โฟม แผ่นพลาสติก ตะปู
3. ด้ายเส้นเล็ก
4. กาวซิลิโคน
5. หลอดดูดพลาสติก
6. สำลี กระดาษเยื่อ เทปใส
7. เม็ดโลหะขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 มิลลิเมตร

### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2
2. คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2
3. อินเทอร์เน็ต
4. ใบความรู้ 1 เรื่อง หอคอยความหนาแน่น และใบความรู้ 2 เรื่อง ไฮดรอมิเตอร์
5. ใบกิจกรรม
6. ใบบันทึกกิจกรรม

## ใบความรู้ 1 : เรื่อง หอคอยความหนาแน่น (density tower)

ใบความรู้นี้เป็นกิจกรรมสำหรับนำเข้าสู่บทเรียนหรือสร้างความสนใจเกี่ยวกับการลอยและการจมของของเหลวที่มีความหนาแน่นต่างกัน

### วัสดุอุปกรณ์

แก้วหรือขวดใสทรงสูง

ของเหลว 4 ชนิด (หรือน้อยกว่า) ได้แก่ น้ำผึ้ง น้ำมันพืช น้ำ และแอลกอฮอล์

สีผสมอาหาร

วัตถุนาตเล็ก เช่น ตะปู ผลไม้ขนาดเล็ท (เช่น สตรอเบอรี่ มะเขือสีดา ) ถั่ว พลาสติกชิ้นเล็ก ๆ

### วิธีการ

1. รินน้ำผึ้งลงในขวดอย่างช้า ๆ จนได้ประมาณ ¼ ของขวด
2. ผสมสีผสมอาหารลงในน้ำ 2-3 หยด รินน้ำผสมสีลงในขวด จนได้ครึ่งขวด
3. เทน้ำมันพืชปริมาณเท่ากันลงในขวด
4. เทแอลกอฮอล์เป็นชั้นสุดท้าย

**หมายเหตุ** ควรเทของเหลวตามลำดับ โดยเริ่มจากน้ำผึ้ง น้ำผสมสี น้ำมันพืช และแอลกอฮอล์เป็นลำดับสุดท้าย ขณะเทของเหลวแต่ละอย่าง ต้องเทอย่างระมัดระวัง เพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศ หรือไปผสมกับของเหลวที่เทก่อนหน้า

5. หย่อนวัตถุต่างๆ ลงในขวด ทีละชิ้น

**สังเกต** การเรียงตัวของชั้นของเหลวต่างๆ และการลอยของวัตถุต่างๆในของเหลวแต่ละชั้น ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของของเหลวแต่ละชนิด และของวัตถุแต่ละชนิด

จาก Jim Weise. **Magic Science**, Jossey-Bass,1998.

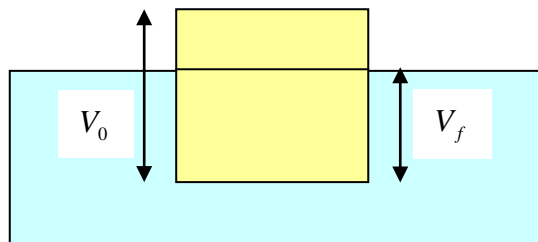
## ใบความรู้ 2 : เรื่อง ไฮดรอมิเตอร์

ไฮดรอมิเตอร์ (hydrometer) เป็นเครื่องวัดความหนาแน่นของของเหลว โดยใช้หลักการเกี่ยวกับการลอยและการจมของวัตถุในของเหลว ไฮดรอมิเตอร์ประกอบด้วยหลอดแก้วยาวที่มีปลายปิดทั้งสองข้าง ปลายข้างหนึ่งเป็นกระเปาะสำหรับบรรจุเม็ดโลหะเล็กๆ เมื่อนำไฮดรอมิเตอร์ไปลอยในของเหลวต่างชนิดกัน ไฮดรอมิเตอร์จะจมได้ลึกไม่เท่ากัน บนหลอดแก้วมีสเกลบอกความหนาแน่นสัมพันธ์กับความหนาแน่นของน้ำ

### หลักการพื้นฐาน

เมื่อนำวัตถุชนิดหนึ่งไปลอยในของเหลวต่างชนิดกัน วัตถุจะมีส่วนที่จมและลอยใน ของเหลวแต่ละชนิดไม่เท่ากัน เช่น นำแท่งไม้ไปลอยในน้ำเชื่อม น้ำและแอลกอฮอล์ พบว่า แท่งไม้จมแอลกอฮอล์มากที่สุด รองลงมาเป็นน้ำและน้ำเชื่อม ตามลำดับ สรุปได้ว่า แท่งไม้จมได้น้อยในของเหลวที่มีความหนาแน่นมาก และจมได้มากในของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อย เราสามารถหาปริมาตรส่วนจมและลอยของวัตถุได้ดังนี้

พิจารณาวัตถุรูปลูกบาศก์มีความหนาแน่น  $\rho_0$  และปริมาตร  $V_0$  ลอยในของเหลวที่มีความหนาแน่น  $\rho_f$  ถ้า  $V_f$  เป็นปริมาตรของวัตถุส่วนจมหรือปริมาตรของเหลวที่ถูกแทนที่ ปริมาณทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างไร



รูป การหาปริมาตรส่วนจมและลอยของวัตถุ

วัตถุลอยในของเหลวและอยู่ในสมดุล แสดงว่า

$$\text{น้ำหนักวัตถุ} = \text{น้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่}$$

$$m_0 g = m_f g$$

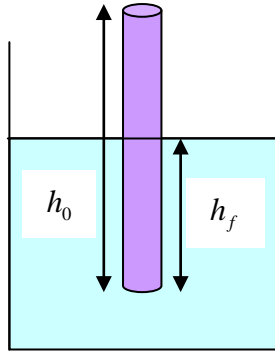
$$\rho_0 V_0 g = \rho_f V_f g$$

$$\text{ดังนั้นจะได้} \quad V_f = \frac{\rho_0}{\rho_f} V_0 \quad \dots\dots (1)$$

$$\text{และ} \quad V_0 - V_f = V_0 \left( 1 - \frac{\rho_0}{\rho_f} \right) \quad \dots\dots (2)$$

### ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนจมของวัตถุและความหนาแน่นของของเหลว

พิจารณาวัตถุทรงกระบอกสม่ำเสมอมีพื้นที่หน้าตัด  $A$  สูง  $h_0$  และความหนาแน่น  $\rho_0$  ลอยในแนวตั้งในของเหลวที่มีความหนาแน่น  $\rho_f$  และจมในของเหลวเป็นระยะ  $h_f$



รูป การหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนจมของวัตถุและความหนาแน่นของของเหลว

จากสมการ (1) ปริมาตรส่วนจม  $V_f = \frac{\rho_0}{\rho_f} V_0$

$$Ah_f = \frac{\rho_0}{\rho_f} Ah_0$$
$$h_f = \rho_0 h_0 \left( \frac{1}{\rho_f} \right) \dots\dots (3)$$

จากสมการ (3) จะเห็นว่า  $\rho_0$  และ  $h_0$  มีค่าคงตัว ดังนั้นส่วนที่วัตถุทรงกระบอกจมใต้ของเหลว  $h_f$  แปรผกผันกับความหนาแน่นของของเหลว  $\rho_f$  ซึ่งหมายความว่า ถ้านำวัตถุนี้ไปลอยในของเหลวที่มีความหนาแน่นมาก วัตถุจะจมลงน้อย ถ้านำวัตถุนี้ไปลอยในของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อย วัตถุจะจมลงมาก ดังนั้นความยาวของส่วนที่จมของวัตถุในของเหลวใดจึงบอกความหนาแน่นของของเหลวนั้นได้

### การสร้างไฮดรอมิเตอร์อย่างง่าย

จากหลักการพื้นฐานของไฮดรอมิเตอร์ ผู้สอนอาจออกแบบและสร้างไฮดรอมิเตอร์อย่างง่ายโดยใช้กาวซิลิโคนปิดที่ปลายหลอดด้านหนึ่งของหลอดดูดพลาสติก หรือบีบปลายหลอดให้แบนแล้วปิดด้วยเทป (แต่ต้องแน่ใจว่า ของเหลวไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปในหลอดได้) ใส่เม็ดโลหะขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 มิลลิเมตร ประมาณ 50-80 ลูก ปิดอีกปลายด้วยเทปกาว สำหรับ การปรับเทียบ (calibration) อย่างง่าย อาจนำไปลอยในน้ำและของเหลวอื่นที่ทราบความหนาแน่นอีก 2-3 ชนิด แล้วเขียนสเกลบนตัวหลอด

## ใบกิจกรรม

### การทดลอง 9.2 แรงพยุง

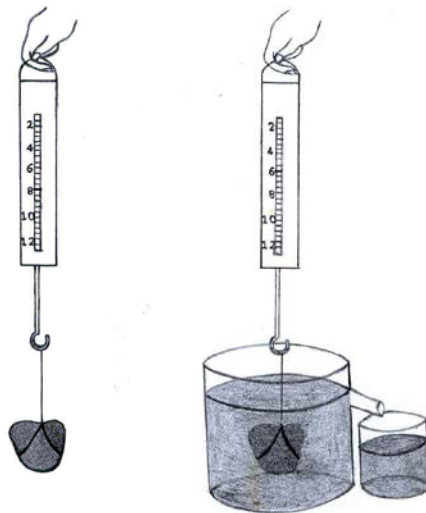
วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียน

ศึกษาแรงพยุงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในของเหลว

### วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งสปริง 1 อัน
2. ถ้วยยูเรกา 1 ใบ
3. ปีกเกอร์ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 ใบ
4. กระบอกตวง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 ใบ
5. วัตถุต่างๆ

### วิธีการ



รูป การวัดน้ำหนักวัตถุในอากาศและในน้ำโดยใช้เครื่องชั่งสปริง

ชั่งน้ำหนักวัตถุในอากาศ แล้วนำวัตถุไปชั่งน้ำหนักในน้ำที่บรรจุในถ้วยยูเรกาที่มีน้ำถึง ขอบพวย  
รองรับน้ำที่ล้นออกมาด้วยปีกเกอร์หรือกระบอกตวง

- น้ำหนักวัตถุในอากาศและน้ำหนักวัตถุในน้ำเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
- น้ำที่ล้นออกมาหรือน้ำที่ถูวัตถุแทนที่มีปริมาตรเท่าใด น้ำจำนวนนี้มีน้ำหนักเท่าใด
- น้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมาเท่ากับน้ำหนักวัตถุที่หายไปหรือไม่
- ทดลองกับวัตถุอื่น เช่น ไม้ ผลที่ได้เป็นอย่างไร

## ใบบันทึกกิจกรรม

การทดลอง 9.2 แรงพยุง

วัตถุประสงค์ .....

บันทึกผลการทดลอง

น้ำหนักวัตถุในอากาศและน้ำหนักวัตถุในน้ำเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....  
.....

น้ำที่ล้นออกมาหรือน้ำที่ถูกวัตถุแทนที่มีปริมาตรเท่าใด น้ำจำนวนนี้มีน้ำหนักเท่าใด

.....  
.....

น้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมาเท่ากับน้ำหนักวัตถุที่ลดลงหรือไม่

.....  
.....

ทดลองกับวัตถุอื่น เช่น ไม้ สังเกตผลที่ได้เป็นอย่างไร

.....  
.....

สรุปผลการทดลอง

.....  
.....  
.....  
.....