

แรงพยุง

แรงพยุง หรือที่เคยเรียกกันว่า “แรงลอยตัว” เป็นแรงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เช่น เวลาเรายกวัตถุในน้ำ จะรู้สึกว่ามันเบากว่ายกวัตถุขึ้นในอากาศ ดังนั้นถ้าจะขนส่งสินค้าที่มีน้ำหนักมาก ๆ เช่น ข้าว ไม้ โลหะ จะต้องใส่เรือแล้วขนส่งทางทะเล ทำให้มีค่าภาษีที่เกี่ยวข้องกับแรงพยุง เช่น “ทำไมยกวัตถุในน้ำจึงเบากว่ายกในอากาศ” นอกจากนี้แรงพยุงยังระบุไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตามตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้น ป.5 และ ม.3 ดังนี้

“ทดลองและอธิบายแรงพยุงของของเหลว การลอยตัว และการจมของวัตถุ” และ

“ทดลองและอธิบายแรงพยุงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ”

ก่อนอื่นขอให้ท่านยกแท่งเหล็ก หรือก้อนหินตันขนาดเล็ก ๆ มีมวลประมาณ 500 กรัม โดยยกขึ้นในอากาศ แล้วค่อย ๆ หย่อนมือที่มีแท่งเหล็กวางอยู่ลงในน้ำ ปล่อยให้จนกระทั่งแท่งเหล็กและมือจมมิดน้ำ แรงที่แท่งเหล็กกระทำต่อมือเราตั้งแต่ตอนที่แท่งเหล็กอยู่ในอากาศ จนกระทั่งแท่งเหล็กจมน้ำ แรงนี้มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ถ้ายังไม่แน่ใจว่าแรงนั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ขอให้เตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นคือ แท่งเหล็กตันก้อนเดิมมีมวลประมาณ 500 กรัมพร้อมหูเกี่ยว เครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง แล้วทำดังนี้

1. ใช้เครื่องชั่งสปริง ชั่งแท่งเหล็กในอากาศ สังเกตและบันทึกแรงที่กระทำกับแท่งเหล็ก

2. หย่อนแท่งเหล็กที่แขวนอยู่กับเครื่องชั่งสปริงลงในน้ำ เมื่อแท่งเหล็กเริ่มสัมผัสผิวน้ำจนแท่งเหล็กจมอยู่ใต้ผิวน้ำเล็กน้อย สังเกตและบันทึกแรงที่กระทำกับแท่งเหล็ก

ถามว่า “ขณะค่อย ๆ หย่อนแท่งเหล็กที่แขวนกับเครื่องชั่งสปริงลงในน้ำ มีแรงอะไรบ้างที่กระทำต่อแท่งเหล็ก”

เมื่อเรายกแท่งเหล็กด้วยเครื่องชั่งสปริงให้อยู่หนึ่งในอากาศ แรงในแนวตั้งที่กระทำต่อแท่งเหล็กก็จะมีแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงออกแรงดึงแท่งเหล็กไว้ แรงนี้มีทิศทางขึ้น ส่วนโลกก็จะออกแรงกระทำกับแท่งเหล็กในทิศทางลง เรียกแรงนี้ว่า **น้ำหนักหรือแรงโน้มถ่วงของโลก** ส่วนแรงในแนวระดับที่กระทำต่อแท่งแท่งเหล็กก็จะมีแรงดันจากอากาศที่อยู่รอบ ๆ แท่งเหล็ก แรงนี้กระทำในแนวตั้งฉากกับทุกผิวสัมผัสระหว่างอากาศกับแท่งเหล็ก

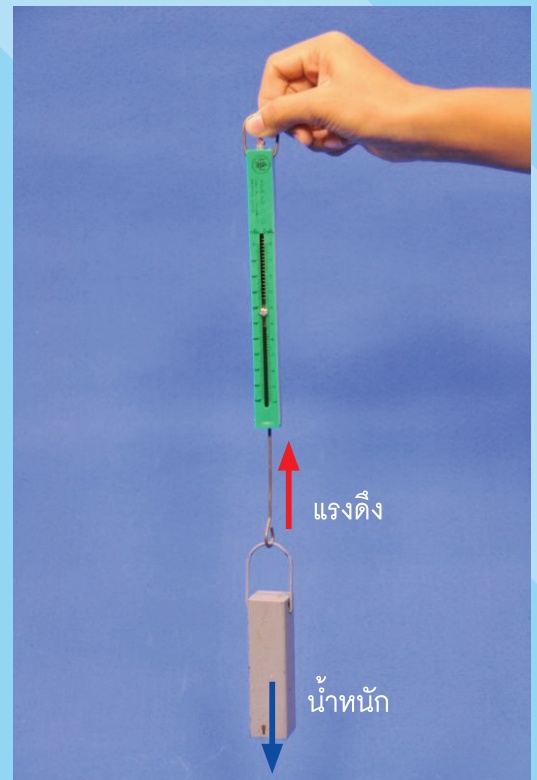
ลองถามดู 1 : ผลรวมของแรงดันอากาศทั้งหมดในระดับเดียวกันที่กระทำต่อแท่งเหล็กมีค่าเป็นเท่าไร

(แนวคำตอบ : มีค่ารวมเป็นศูนย์)

ลองถามดู 2 : ผลรวมของแรงในแนวตั้งที่กระทำต่อแท่งเหล็กมีค่าเป็นเท่าไร

(แนวคำตอบ : มีค่ารวมเป็นศูนย์)

ต่อมาถ้าให้ปลายล่างของแท่งเหล็กสัมผัสผิวน้ำ สังเกตเห็นเข็มของเครื่องชั่งสปริงจะเริ่มขยับขึ้น ถ้าแท่งเหล็กจมน้ำมากขึ้น ส่งผลให้แรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงก็จะน้อยลงอีก เพราะเหตุใดแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงจึงน้อยลง เราจะอธิบายเหตุการณ์นี้ได้อย่างไร



เมื่อค่อย ๆ หย่อนแท่งเหล็กจนปลายล่างของแท่งเหล็กแตะผิวน้ำแล้วแท่งเหล็กก็จมลงในน้ำมากขึ้นเรื่อย ๆ จะเห็นเข็มชี้ของเครื่องชั่งสปริงชี้ค่าแรงได้น้อยลง แสดงว่ามีแรงจากน้ำกระทำกับแท่งเหล็กที่สัมผัสน้ำเฉพาะส่วนที่จมน้ำ และแรงนี้มีทิศทางขึ้นในแนวตั้ง จึงทำให้เข็มของเครื่องชั่งสปริงชี้ค่าแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงได้น้อยลง เรียกแรงที่มาช่วยดึงแท่งเหล็กขึ้นนี้ว่า **แรงพยุง (Buoyant Force)** ถ้าแท่งเหล็กจมนิ่งอยู่ในน้ำ แรงทั้งหมดที่กระทำต่อแท่งเหล็ก แสดงดังภาพ

ถ้าเราปล่อยให้แท่งเหล็กจมมิดน้ำพอดี และให้จมนิ่งได้ผิวน้ำเล็กน้อย แล้วลองเปรียบเทียบแรงพยุงของน้ำต่อแท่งเหล็กทั้งสองกรณีจะมีค่าเป็นอย่างไร ถ้าลองทำดูก็จะพบว่าไม่แตกต่างกัน นั่นคือ เมื่อจมนิ่งน้ำไปแล้วแรงพยุงจะมีค่าคงตัว

ต่อไปการหาค่าแรงพยุง จะทำได้อย่างไร

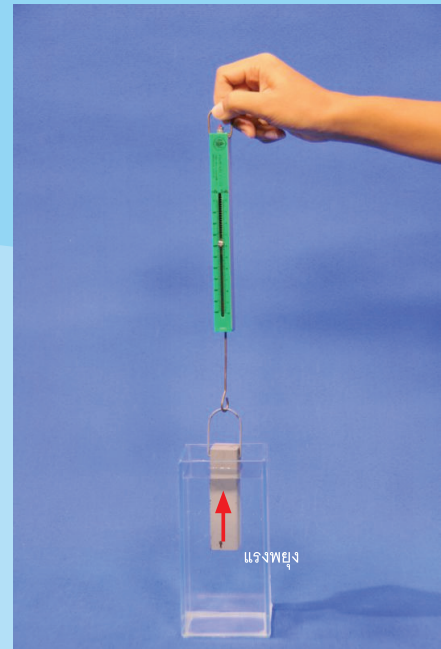
วิธีการหาค่าแรงพยุงของน้ำที่กระทำต่อวัตถุทำได้โดยนำอุปกรณ์คือ เครื่องชั่งสปริง ถ้วยยูริกา บีกเกอร์ แท่งเหล็ก และกระบอกตวง โดยมีวิธีการทำตามขั้นตอนดังนี้

1. ชั่งน้ำหนักของแท่งเหล็กในอากาศ บันทึกผล
2. เติมน้ำให้เต็มถึงปากถ้วยยูริกา แล้วชั่งน้ำหนัก แท่งเหล็กในน้ำที่อยู่ในถ้วยยูริกา โดยหย่อนแท่งเหล็กลงน้ำจนจมนิ่ง และรองรับน้ำที่ล้นออกมาจากปากถ้วยยูริกาด้วยบีกเกอร์หรือกระบอกตวง บันทึกน้ำหนักของแท่งเหล็กที่ชั่งได้ในน้ำ
3. วัดปริมาตรของน้ำด้วยกระบอกตวง บันทึกผล
4. หาน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมา บันทึกผล

เมื่อชั่งแท่งเหล็กในน้ำโดยแท่งเหล็กจมนิ่ง น้ำหนักที่ชั่งได้จะมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของแท่งเหล็กในอากาศ และน้ำหนักส่วนที่ต่างกันนี้จะเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมาหรือน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของแท่งเหล็ก นั่นคือ เมื่อแท่งเหล็กจมนิ่งน้ำ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักของแท่งเหล็กที่ชั่งในอากาศ} - \text{น้ำหนักของแท่งเหล็กที่ชั่งในน้ำ} &= \text{น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่าแท่งเหล็ก} \\ &= \text{น้ำหนักของน้ำที่ถูกแท่งเหล็กแทนที่} \end{aligned}$$

นั่นคือ เมื่อแขวนแท่งเหล็กต้นไว้กับเครื่องชั่งสปริง โดยให้แท่งเหล็กจมน้ำ
 แรงพยุงของน้ำ = น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่าแท่งเหล็ก
 หรือ ขนาดแรงพยุงของน้ำ = ขนาดน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่าแท่งเหล็ก



การค้นพบดังกล่าวนี้ อาร์คิมิดีส (Archimedes) นักปราชญ์ชาวกรีกเป็นผู้ค้นพบธรรมชาติของแรงพยุง และได้เสนอหลักการเกี่ยวกับการลอยและการจมของวัตถุ ซึ่งเรียกว่า หลักอาร์คิมิดีส (Archimedes' principle) คือ วัตถุที่จมในของเหลวหมดทั้งก้อนหรือจมแต่เพียงบางส่วนจะถูกแรงพยุงกระทำ และแรงพยุงจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่

ความเข้าใจเกี่ยวกับแรงพยุงทำให้เราอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในน้ำได้ เช่น ตัวอย่างคำถามที่เกี่ยวข้องกับการทดลองหาค่าแรงพยุง ดังนี้

1. น้ำหนักแห้งเหล็กในอากาศและน้ำหนักแห้งเหล็กในน้ำเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
2. เมื่อแห้งเหล็กจมในน้ำ น้ำที่ล้นออกมาหรือน้ำที่ถูกแห้งเหล็กแทนที่มีปริมาตรเท่าใด
3. น้ำที่ล้นออกมามีน้ำหนักเท่าใด
4. น้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมา เท่ากับส่วนต่างของน้ำหนักแห้งเหล็กในอากาศกับน้ำหนักแห้งเหล็กในน้ำหรือไม่

ตัวอย่างคำถามที่เกี่ยวข้องกับแรงพยุง เช่น

1. ผูกแห้งเหล็กมวล 500 กรัม ด้วยเชือกเส้นเล็กและเหนียว ปล่อยให้แห้งเหล็กจมอยู่ในน้ำซึ่งบรรจุอยู่ในบีกเกอร์ ขนาด 1000 cm^3 ถ้าปล่อยให้แห้งเหล็กจมจนแตะก้นบีกเกอร์
 - แรงพยุงของน้ำมีค่าเท่าไร
 - แรงดึงของเชือกมีค่าเท่าไร
2. ถ้ามีเรือ 1 ลำ ลอยนิ่งในน้ำนิ่ง แรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อเรือมีแรงอะไรบ้าง และออกแรงอย่างไร และถ้ามีคน 1 คน ลงไปในเรือ เรือก็ยังคงลอยนิ่งอยู่ได้ แรงที่กระทำต่อเรือมีแรงอะไรบ้าง และกระทำอย่างไร
3. เด็กคนหนึ่งสวมห่วงยางแล้วลงเล่นน้ำ ขณะที่เขาลอยนิ่งอยู่ในน้ำโดยศีรษะและคอลอยอยู่เหนือผิวน้ำ แต่แขนและมือจับที่ห่วงยาง ถามว่า
 - ร่างกายของเด็กถูกแรงอะไรกระทำบ้าง อย่างไร
 - ห่วงยางถูกแรงอะไรกระทำบ้าง อย่างไร

คำถามต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้เป็นเพียงตัวอย่างเบื้องต้นที่จะช่วยให้เข้าใจ อธิบาย ตลอดจนตอบคำถามที่เกี่ยวกับแรงพยุงได้ ต่อไปอาจได้พบความเกี่ยวข้องของแรงพยุงกับประเด็นสำคัญอื่น ๆ อีก เพราะแรงพยุงมิได้เกิดขึ้นเพียงวัตถุที่สัมผัสกับน้ำและอากาศเท่านั้น ยังมีสารอื่นที่เกี่ยวข้องกับแรงพยุงอยู่อีกมาก 

บรรณานุกรม

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง*

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์*

เล่ม 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.