



กิจกรรมสะเต็มศึกษา

STEM Education

แรงลอยตัว

โดย

นางพรรณภรณ์ เพลินไพศาล

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

โรงเรียนปราชญ์กัลยาณี

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7

แรงลอยตัว

จุดประสงค์

1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่นแรงพยุง โมเมนต์ของแรง สมดุลต่อการหมุนที่ใช้ในการสร้างแพ
2. หาปริมาตรของทรงกระบอกในการสร้างแพ
3. ถ่ายทอดแนวคิดในการออกแบบแพเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ
4. เลือกใช้วัสดุในการสร้างแพอย่างเหมาะสมพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลสนับสนุน
5. สร้างและทดสอบประสิทธิภาพของแพ

วัสดุอุปกรณ์

1. ขวดพลาสติก 6 ขวด
2. ไม้ไอศกรีม 10 อัน
3. แผ่นพลาสติกลูกฟูกขนาด เอ 4
4. ดินน้ำมัน 5 ก้อน
5. กล่องพลาสติกใส 1 ใบ
6. ถ้วยโฟม 1 ใบ
7. ถ้วยพลาสติกขนาดเล็ก 1 ใบ
8. กระดาษขาว 2 หน้าแบบหนา
9. กะละมัง 1 ใบ
10. ไม้เสียบลูกชิ้น 3 อัน
11. เทปกาว 1 ม้วน
12. กรรไกร คัตเตอร์ แผ่นรองตัด 1 ชุด
13. เครื่องชั่ง 1 เครื่อง

14. ไม้บรรทัด 1 อัน

วิธีดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1 ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแพ

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าปัญหาและอุปสรรคที่มากับน้ำท่วม มีอะไรบ้าง
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์น้ำท่วมว่า มีวิธีการใดบ้าง ที่จะไม่ทำให้สิ่งของเปียกเมื่อเผชิญกับภาวะวิกฤติน้ำท่วม
3. นักเรียนแบ่งกลุ่มละ 5-6 คน แล้วศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ ปัญหาที่แต่ละกลุ่มต้องแก้ปัญหาคือ

"นักเรียนเป็นวิศวกรที่จะต้องออกแบบและสร้างแพสำหรับบรรทุกสิ่งของในช่วงน้ำท่วมให้ได้ปริมาณมากที่สุด โดยใช้งบประมาณในการสร้างอย่างคุ้มค่า และระบุปริมาณสิ่งของที่แพจะสามารถบรรทุกได้อย่างแม่นยำ เพื่อป้องกันไม่ให้แพจมน้ำจนทำให้สิ่งของเปียกน้ำ"

กิจกรรมที่ 1 ทำให้ดินน้ำมันลอยน้ำได้อย่างไร

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำดินน้ำมัน 1 ก้อนไปซึ่งมวลแล้วบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 1
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่า ถ้าปั้นดินน้ำมันทั้งก้อนเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยมและแผ่นบางๆ ดินน้ำมันรูปทรงดังกล่าวจะลอยน้ำหรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 2
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยนำดินน้ำมันที่ปั้นเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยม และแผ่นบางๆ มาทดสอบการลอยน้ำจากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 2 และเปรียบเทียบผลการคะเน และผลที่ได้จากการทดลองว่าเหมือนกันหรือไม่อย่างไร
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปราย และลงข้อสรุปร่วมกันว่า ดินน้ำมันที่ปั้นเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยม และแผ่นบางๆ สามารถลอยน้ำได้หรือไม่ จากนั้นร่วมกันออกแบบรูปทรงของดินน้ำมันที่ลอยน้ำได้โดยการร่างภาพลงในใบกิจกรรม ที่ 1 ข้อ 3
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการปั้นดินน้ำมันให้เป็นรูปทรงตามที่ออกแบบไว้ แล้วทดสอบการลอยน้ำ โดยสามารถปรับปรุงชิ้นงานได้จนกว่าดินน้ำมันจะลอยน้ำ

กิจกรรมที่ 2 บรรทุกสิ่งของได้เท่าใด

1. นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า จะหาปริมาณสิ่งของที่จะบรรทุกเข้าไปในขวดพลาสติกได้มากที่สุดเท่าไร โดยที่ขวดยังลอยน้ำได้ โดยศึกษาไปความรู้ที่1 แรงพยุงและไปความรู้ที่2 เรื่องความหนาแน่น
2. นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ ระหว่างความหนาแน่น มวล และปริมาตรลงในใบกิจกรรมที่2 ข้อ 1
3. นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงพยุง ความหนาแน่นของของเหลว ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ และขนาดของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกลงในใบกิจกรรมที่2 ข้อ2
4. นักเรียนบอกความหนาแน่นของน้ำโดยบันทึกลงในใบกิจกรรม ที่2 ข้อ3
5. นักเรียนศึกษาไปความรู้ที่3 เรื่องการหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ แล้วแสดงวิธีหาปริมาตร ของขวดพลาสติกลงในใบกิจกรรมที่ 2 ข้อ4
6. นักเรียนแต่ละกลุ่ม แสดงวิธีหาปริมาณของสิ่งของที่จะบรรทุกเข้าไปในขวดพลาสติกได้มากที่สุดโดยที่ขวดยังสามารถลอยน้ำได้ลงในใบกิจกรรมที่2 ข้อ5
7. นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบผลการคำนวณโดยการนำดินน้ำมันบรรจุลงในขวดพลาสติกให้ได้มวลตามที่คำนวณไว้ แล้วไปทดสอบการลอยน้ำ จากนั้นบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่2 ข้อ6
8. นักเรียนนำผลที่ได้จากกิจกรรมนี้ มาคาดการณ์ว่า ถ้าพิจารณาความสามารถในการบรรทุกสิ่งของของแพที่ใช้ขวดพลาสติกเป็นท่อนจำนวนต่างๆ จะสามารถบรรทุกดินน้ำมันได้มากที่สุดเท่าใด โดยบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่2 ข้อ 7 และข้อ 8

ตอนที่2 สร้างแพ

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบแพที่จะสร้าง
2. นักเรียนลงมือสร้างแพ

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบแผนที่สร้างขึ้นและบันทึกผลลงในใบกิจกรรม
4. นักเรียนสรุปผลการอภิปราย

ใบกิจกรรมที่ 1

ทำให้ดินน้ำมันให้ลอยน้ำได้อย่างไร

1. มวลของก้อนดินน้ำมันคือ

.....

2. เมื่อนำดินน้ำมันที่ปั้นเป็นรูปทรงต่างๆไปวางที่ผิวน้ำ ดินน้ำมันลอยน้ำหรือไม่

รูปทรง	ดินน้ำมันจะลอยน้ำได้หรือไม่	
	การคาดคะเน	ผลการทดสอบ
ทรงกลม		
ปริซึมทรงสี่เหลี่ยม		
แผ่นบาง		

3. วาดรูปทรงของดินน้ำมันที่สามารถลอยน้ำได้

4. มวลของดินน้ำมันตามแบบข้อ 3 ที่ลอยน้ำได้คือ

.....

5. ดินน้ำมันรูปทรงต่างๆที่จมน้ำและดินน้ำมันที่ปั้นตามแบบในข้อ 3 มีมวลเท่ากันหรือไม่.....

6. เพราะเหตุใดดินน้ำมันในข้อ 3 จึงลอยน้ำได้

.....

ใบกิจกรรมที่ 2

บรรทุกสิ่งของได้เท่าใด

1.ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น(ρ) มวล(m) และปริมาตร(V)คือ

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

2.ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงพยุง (F_B) ความหนาแน่นของของเหลว (ρ) ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่(V) และขนาดของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก(g) คือ

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

3.ความหนาแน่นของน้ำ มีค่าเท่ากับ..... kg/m^3 หรือ g/cm^3

4.จงแสดงวิธีหาปริมาตรของขวดพลาสติก

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

5.จงแสดงวิธีหามวลของขวดพลาสติก 1 อัน ที่บรรทุกดินน้ำมันอยู่ภายในได้มากที่สุด โดยที่ขวดไม่จมน้ำ

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

6.มวลของวัตถุที่บรรจุอยู่ในขวดพลาสติกเท่ากับ.....แบ่งเป็นมวลของขวดพลาสติก

เท่ากับ.....และมวลดินน้ำมันเท่ากับ.....ผลการทดสอบการลอยน้ำพบว่า

7.มวลของดินน้ำมัน 1 ก้อน ที่จะบรรทุกบนแพที่สร้างขึ้น มีค่าเท่ากับ.....

ใบกิจกรรมที่ 5

การสร้างแพเพื่อบรรทุกสิ่งของ

1.แบบร่าง

2.รายการวัสดุและอุปกรณ์

รายการ	ราคา(บาท)	จำนวน	รวม
ขวดพลาสติก	5		
แผ่นพลาสติกลูกฟูก	8		
ไม้ไผ่สกริม	1		
		รวม	

ใบความรู้ที่ 1

แรงพยุง

สารไม่ว่าจะอยู่ในสถานะของแข็งหรือของเหลว หรือแก๊ส ล้วนต้องการที่อยู่ หรือการครองที่ ในกรณีของแข็ง. อยู่ในของเหลวจะเกิดแรงดันจากของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จม แรงดังกล่าวเป็นสาเหตุให้การขึ้นน้ำหนักวัตถุในของเหลวน้อยกว่าเมื่อชั่งในอากาศ

พิจารณากรณีวัตถุจมนิ่งอยู่ในของเหลวทั้งก้อน ที่ของเหลวระดับเดียวกันจะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อวัตถุขนาดเท่ากันในทุกทิศทางตั้งฉากกับผิววัตถุ นั่นคือ แรงเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับเดียวกันทางด้านซ้ายและด้านขวาของวัตถุมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับจึงเป็นศูนย์ ในทำนองเดียวกัน แรงเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุในระดับเดียวกันทางด้านหน้าและด้านหลังของวัตถุมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับจึงเป็นศูนย์ ส่วนแรงเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุในแนวตั้งที่บริเวณผิวด้านบนและผิวด้านล่างจะมีค่าไม่เท่ากันเนื่องจากอยู่ในความลึกต่างกัน ที่บริเวณผิวด้านล่างจะอยู่ในของเหลวที่มีความลึกมากกว่า จึงถูกแรงดันเนื่องจากของเหลวกระทำมากกว่าบริเวณผิวด้านบนที่อยู่ในของเหลวที่มีความลึกน้อยกว่าทำให้ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุด้านล่างมีขนาดมากกว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุด้านบน แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจึงอยู่ในทิศทางขึ้น เมื่อรวมแรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุทั้งหมดจะได้แรงลัพธ์ที่มีทิศทางขึ้น เรียกแรงนี้ว่า แรงพยุง(buoyant force: F_b)

$$\text{แรงพยุง} = \text{น้ำหนักวัตถุที่ชั่งในอากาศ} - \text{น้ำหนักวัตถุที่ชั่งในของเหลว}$$

นักปราชญ์ชาวกรีกชื่อ อาร์คิมิดีส (Archimedes) ได้ศึกษาเกี่ยวกับขนาดของแรงที่เกิดขึ้นในของเหลวที่กระทำต่อวัตถุที่จมอยู่ในของเหลว และสรุปเป็นหลักการเกี่ยวกับแรงพยุงได้ คือ น้ำหนักวัตถุส่วนที่หายไปเมื่อชั่งในของเหลว จะเท่ากับน้ำหนักที่จมอยู่ในของเหลว และสรุปเป็นหลักการเกี่ยวกับแรงพยุงได้ คือ น้ำหนักวัตถุส่วนที่หายไปเมื่อชั่งในของเหลว จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรวัตถุที่จม นั่นคือ

$$\text{ขนาดของแรงพยุง} = \text{ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่}$$

จากหลักของอาร์คิมิดีส สามารถพิสูจน์ได้ว่า

$$F_b = pV_g$$

โดย p คือ ความหนาแน่นของของเหลว มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(kg/m^3)

V คือ ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร (m^3)

g คือ ขนาดของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (m/s^2)

FB คือ ขนาดของแรงพยุง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

เมื่อนำวัตถุต่างๆ ไปวางในของเหลว จะพบว่า วัตถุบางชนิดจมอยู่ในของเหลวทั้งก้อน ต่บางชนิดจมบางส่วนและมีบางส่วนลอยพ้นผิวของของเหลว เมื่อวัตถุเหล่านั้นอยู่ในของเหลวจะมีแรงพยุงกระทำอยู่เสมอ วัตถุที่จมในของเหลวแสดงว่าน้ำหนักของวัตถุมากกว่าแรงพยุงในของเหลว และวัตถุที่ลอยอยู่ในของเหลวแสดงว่าแรงพยุงในของเหลวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ การเพิ่มแรงพยุงสามารถทำได้โดยการทำได้โดยการทำให้วัตถุแทนที่ของเหลวมีปริมาตรมากขึ้นเป็นผลทำให้วัตถุลอยในของเหลวได้ เช่น ดินน้ำมันซึ่งเป็นวัตถุที่จมน้ำ แต่เมื่อนำมาปั้นเป็นวัตถุที่มีที่ว่างตรงกลาง ทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น เมื่อวางบนผิวน้ำจะแทนที่น้ำได้มากขึ้น แรงพยุงจะเพิ่มขึ้น ทำให้ดินน้ำมันลอยน้ำได้ เรือที่ทำได้ด้วยเหล็กสามารถลอยน้ำได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน หลักของอาร์คิมิดีส

ที่พบเห็นได้โดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำแข็งลอยเหนือผิวน้ำ เรือทุ่นลอยบนน้ำ เรือดำน้ำโคมลอยหรือบอลูน การดำรงชีวิตปลาในน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ การฝึกปฏิบัติการของมนุษย์อวกาศในน้ำเพื่อเลียนแบบสถานการณ์ใต้น้ำหนักในอวกาศก็อาศัยหลักการแรงพยุง

ตัวอย่าง 1.1 เมื่อนำวัตถุก้อนหนึ่งใส่ลงในน้ำ ปรากฏว่าวัตถุลอยน้ำ โดยมีปริมาตรส่วนที่จมน้ำเป็น

150 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนักของวัตถุนี้มีค่าเป็นเท่าใด ถ้ากำหนดให้ ความหนาแน่นเท่ากับ

$$1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

วิธีทำ ในกรณีวัตถุลอยในน้ำ ดังนั้น

$$\text{ขนาดน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน} = \text{ขนาดของแรงพยุง}$$

$$Mg = pVg$$

$$M = pV$$

ความหนาแน่นของน้ำมีค่าเท่ากับ $1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ หรือ 1 g/m^3 แทนค่าจะได้

$$M = (1 \text{ g/m}^3) (150 \text{ cm}^3)$$

M= 150 g

ตอบ น้ำหนักของวัตถุเท่ากับ 150 กรัม

ใบความรู้ที่ 2

ความหนาแน่น (density) เป็นสมบัติเฉพาะของสาร หาได้จากปริมาณมวลหนึ่งหน่วยปริมาตร ถ้าให้ m เป็นมวลของสาร V และ ρ (อ่านว่า โร rho) เป็นความหนาแน่นของสารจะได้

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ความหนาแน่น มีหน่วย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m³)

ตาราง ความหนาแน่นของสารบางชนิดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ

สาร	ความหนาแน่น(kg/m ³)
ของแข็ง	
ทอง	$19.3 * 10^3$
เหล็ก	$7.8 * 10^3$
อะลูมิเนียม	$2.7 * 10^3$
แก้ว	$2.4-2.8 * 10^3$
น้ำแข็ง	$0.92 * 10^3$
ไม้	$0.3-0.9 * 10^3$
โฟม	$0.10 * 10^3$

สาร	ความหนาแน่น(kg/m ³)
ของเหลว	
ปรอท	$13.6 * 10^3$
น้ำทะเล	$1.03 * 10^3$
น้ำ	$1.00 * 10^3$
แก๊ส	
อากาศ	1.29
ฮีเลียม	0.179

คาร์บอนไดออกไซด์	1.98
------------------	------

ตัวอย่าง เหล็กทรงลูกบาศก์ภายในกลวงมีปริมาตร 0.80 ลูกบาศก์เมตร และมวล 1.00 กิโลกรัม เหล็กก้อนนี้มีความหนาแน่นเท่าใด

วิธีทำ จากสมการ

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ในที่นี้ ปริมาตรของเหล็กทรงลูกบาศก์ในกลวง $V = 0.8 \text{ m}^3$

มวลของเหล็ก

$$m = 1.0 \text{ kg}$$

แทนค่าจะได้

$$\rho = \frac{1.00 \text{ kg}}{0.80 \text{ m}^3} = 1.25 \text{ kg/m}^3$$

ตอบความหนาแน่น ของเหล็กทรงลูกบาศก์ภายในกลวงเท่ากับ 1.25 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ใบความรู้ที่ 3

การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ

การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ เช่น ลูกบาศก์ ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย หรือ ทรงกลม เป็นการวัดค่าความจุของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นๆ มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์หน่วย การหาปริมาตร หรือการวัดค่าความจุของรูปเรขาคณิตเป็นการหาว่า จะต้องใช้ลูกบาศก์ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง 1 หน่วย ในการตวงวัตถุ เช่นน้ำ ก็ครึ่งหรือด้วยอัตราส่วนเท่าไร จึงจะเต็มรูปเรขาคณิตสามมิติที่ต้องการพอดี

การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ สามารถคำนวณได้ดังนี้

1.การหาปริมาตรปริซึม

$$\text{ปริมาตรปริซึม} = \text{พื้นที่ฐาน (A)} * \text{สูง (h)}$$

2.การหาปริมาตรทรงกระบอก

$$\text{ปริมาตรทรงกระบอก} = \pi r^2 h$$

3.การหาปริมาตรพีระมิดตรง

$$\text{ปริมาตรพีระมิดตรง} = \frac{1}{3} * \text{พื้นที่ฐาน (A)} * \text{สูง (h)}$$

4.การหาปริมาตรกรวย

$$\text{ปริมาตรกรวย} = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$

5.การหาปริมาตรทรงกลม

$$\text{ปริมาตรทรงกลม} = \frac{4}{3} \pi r^3$$