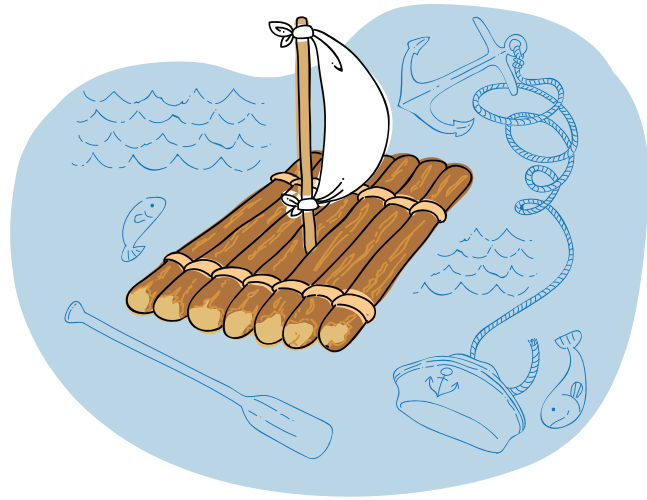


# ท้าว

# ฝ่าวิกฤต



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เวลา 3 ชั่วโมง



สาระสำคัญ

สารไม่ว่าจะอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ล้วนต้องการที่อยู่ หรือการครองที่ ในกรณีที่ของแข็ง อยู่ในของเหลวจะเกิดแรงดันจากของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จม เมื่อรวมแรงดันทั้งหมดที่ของเหลวกระทำ ต่อวัตถุจะได้แรงลัพธ์ที่มีทิศทางขึ้น เรียกแรงนี้ว่า แรงพยุง (buoyant force:  $F_B$ ) โดยนักปราชญ์ชาวกรีกชื่อ อาร์คิมิดีส (Archimedes) ได้ศึกษาและสรุปเป็นหลักการเกี่ยวกับแรงพยุงได้ว่า น้ำหนักวัตถุส่วนที่หายไปเมื่อ ชั่งในของเหลวจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรวัตถุส่วนที่จม

เมื่อวัตถุต่าง ๆ อยู่ในของเหลวจะมีแรงพยุงกระทำอยู่เสมอ วัตถุใดที่จมในของเหลวแสดงว่าน้ำหนักของ วัตถุนั้นมีค่ามากกว่าแรงพยุงในของเหลว และวัตถุใดที่ลอยในของเหลวแสดงว่าแรงพยุงในของเหลวมีค่าเท่ากับ น้ำหนักของวัตถุนั้น การเพิ่มแรงพยุงสามารถทำได้โดยการทำให้ปริมาตรของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่มีค่าเพิ่ม ขึ้น เช่น การนำเหล็กมาต่อและขึ้นรูปเป็นเรือ จะสามารถทำให้ก้อนเหล็กที่จมน้ำ สามารถลอยน้ำได้

ในการสร้างพาหนะเพื่อบรรทุกสิ่งของให้ลอยน้ำนั้นจะใช้หลักการเรื่องแรงพยุงเข้ามาเกี่ยวข้อง การหา ขนาดของแรงพยุงจากมวลและปริมาตรของพาหนะจะช่วยให้สามารถบอกมวลของสิ่งของที่จะบรรทุกได้ เพื่อ ป้องกันการบรรทุกสิ่งของมากเกินไปจนเป็นเหตุให้พาหนะล่ม การบรรทุกสิ่งของบนพาหนะต้องจัดวางสิ่งของ ที่ทำให้ศูนย์ถ่วงไม่อยู่นอกฐานและอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุนเพื่อไม่ให้พาหนะเกิดการพลิกคว่ำ ในขณะที่ เดียวกันยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องคำนึงถึง เช่น วัสดุที่ใช้สร้าง รูปร่างของพาหนะ ความแข็งแรงของพาหนะในการ บรรทุกสิ่งของ



## ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
1. ลงมือปฏิบัติและอธิบายแรงพยางในของเหลวและเขียนแผนภาพเพื่อแสดงแรงที่ทำให้วัตถุจมหรือลอย 2. ทดลอง อธิบายและคำนวณโมเมนต์ของแรงเมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	1. สร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือผลิตภัณฑ์อย่างมีความคิดสร้างสรรค์ตามกระบวนการเทคโนโลยี ตั้งแต่กำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกรวิธีการ ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็น ภาพฉาย แล้วลงมือสร้าง ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไข และประเมินผล

หมายเหตุ: \*ตัวชี้วัด เทคโนโลยี (T) ในที่นี้จะรวมตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี และสาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในขณะที่วิศวกรรมศาสตร์ (E) ไม่ได้ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถเทียบเคียงได้จากกระบวนการเทคโนโลยีในตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี



### สาระการเรียนรู้

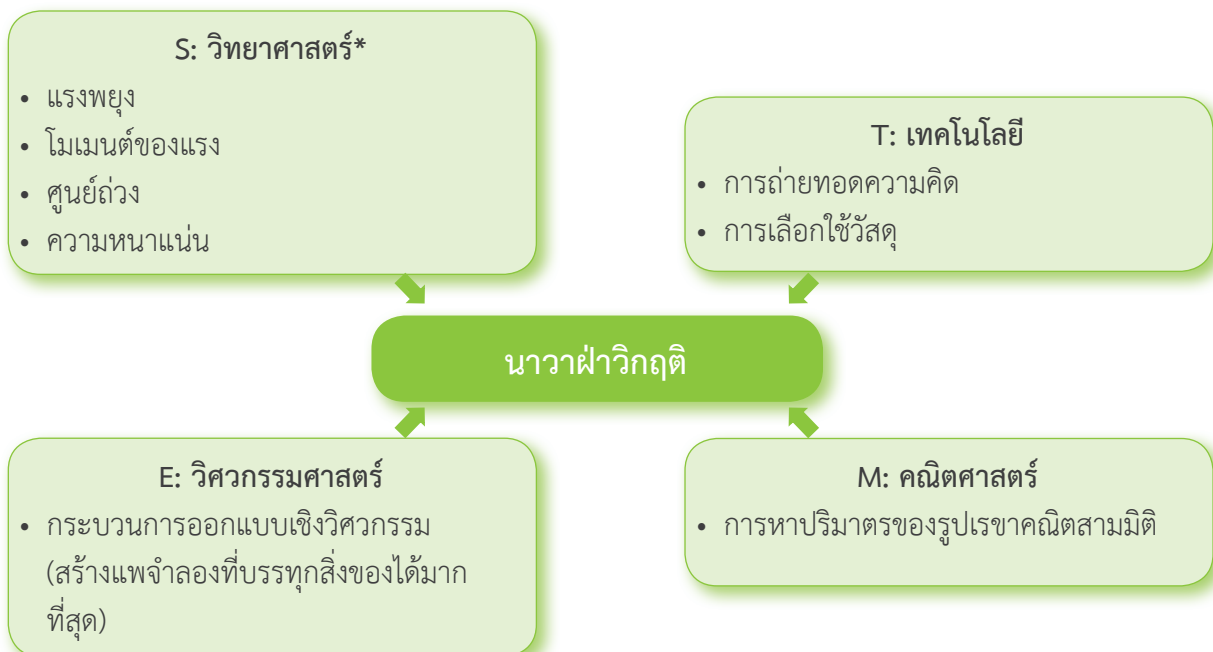
วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<ul style="list-style-type: none"> <li>เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลว มีแรงพยางเนื่องจากของเหลวกระทำต่อวัตถุ การจมหรือการลอยของวัตถุขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุและแรงพยางค์ น้ำหนักของวัตถุและแรงพยางค์ของเหลวมีค่าเท่ากัน วัตถุจะลอยนิ่งอยู่ในของเหลว แต่ถ้าน้ำหนักของวัตถุมีค่ามากกว่าแรงพยางค์ของเหลว วัตถุจะจม</li> <li>เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุที่ไม่ผ่านศูนย์กลางมวลจะทำให้วัตถุเกิดการหมุนรอบจุดหมุนเกิดโมเมนต์ของแรง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ</li> <li>การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรไปใช้ในการแก้ปัญหา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยี ทำให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นกระบวนการสามารถย้อนกลับมาแก้ไขได้ง่าย</li> <li>การถ่ายทอดความคิดเป็นการสื่อสารแนวคิดที่ใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการให้เป็นรูปธรรม เพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ</li> </ul>

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<ul style="list-style-type: none"> <li>- โมเมนต์ของแรงเป็นผลคูณของแรงที่กระทำต่อวัตถุและระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง เมื่อผลรวมของโมเมนต์ของแรงมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน</li> <li>- ของเล่นหลายชนิดประกอบด้วยอุปกรณ์หลายส่วนที่ใช้หลักการโมเมนต์ของแรง ความรู้เรื่องโมเมนต์ของแรงสามารถนำไปใช้ออกแบบและประดิษฐ์ของเล่นได้</li> </ul>		

หมายเหตุ: สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องศูนย์ถ่วงและความหนาแน่นไม่มีในตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่เป็นความรู้ที่จำเป็นสำหรับการออกแบบและสร้างชิ้นงาน



### กรอบแนวคิด



\*เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้



## จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่น แรงพยุง ศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของแรง สมดุล ต่อการหมุนที่ใช้ในการสร้างแพ
2. หาปริมาตรของทรงกระบอกที่ใช้ในการสร้างแพ
3. ถ่ายทอดแนวคิดในการออกแบบแพเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ
4. เลือกใช้วัสดุในการสร้างแพอย่างเหมาะสมพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลสนับสนุน
5. สร้างและทดสอบประสิทธิภาพของแพ



## วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม
1	ขวดพลาสติกพร้อมฝาปิดขนาดเล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร	6 อัน	8	กระดาษขาว 2 หน้า แบบหนา	1 ม้วน
2	ไม้ไอศกรีม	10 อัน	9	กะละมัง	1 ใบ
3	แผ่นพลาสติกลูกฟูก ขนาด A4	2 แผ่น	10	ไม้เสียบลูกชิ้น	3 ไม้
4	ดินน้ำมันมวล 150 กรัม	5 ก้อน	11	เทปกาวปิดกล่อง	1 ม้วน
5	กล่องพลาสติกใส	1 ใบ	12	กรรไกร คัตเตอร์ แผ่นรองตัด	1 ชุด
6	ถ้วยโฟม	1 ใบ	13	เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
7	ถ้วยพลาสติกขนาดเล็ก	1 ใบ	14	ไม้บรรทัด	1 อัน



## แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



### ขั้นระบุปัญหา

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการอภิปรายร่วมกับนักเรียนในหัวข้อ ปัญหาและอุปสรรคที่มากับน้ำท่วม มีอะไรบ้าง  
(แนวคำตอบ เชื้อโรค ปัญหาในการอุปโภคและบริโภค และการคมนาคมขนส่ง)
2. ครูร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์น้ำท่วม โดยครูใช้คำถามกระตุ้นว่า มีวิธีการใดบ้างที่จะไม่ทำให้สิ่งของเปียกน้ำเมื่อเผชิญกับภาวะวิกฤตน้ำท่วม  
(แนวคำตอบ นำสิ่งของใส่ลงไปในภาชนะที่สามารถลอยน้ำได้แล้วปิดฝาให้สนิท เช่น ถังพลาสติก ขวดหรือถังพลาสติก นำสิ่งของไปตั้งหรือแขวนไว้ในที่สูง ทำกำแพงสำหรับกั้นน้ำไม่ให้น้ำเข้ามาท่วมสิ่งของ)

3. ครูเปิดวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นโดยคนไทยในช่วงเหตุการณ์มหาอุทกภัยในประเทศไทยที่เกิดขึ้นเมื่อ ปี พ.ศ. 2554 พร้อมทั้งให้นักเรียนจดบันทึกว่า สิ่งประดิษฐ์ฝ่าวิกฤติอุทกภัยที่ปรากฏในวิดีโอทัศน์มีอะไรบ้าง
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ฝ่าวิกฤติอุทกภัยที่ปรากฏในวิดีโอทัศน์ โดยมีประเด็นในการอภิปรายดังนี้
  - สิ่งประดิษฐ์ที่ปรากฏในวิดีโอทัศน์มีอะไรบ้าง  
(**แนวคำตอบ** เครื่องกรองน้ำ เครื่องเตาไฟฟ้า เครื่องเตาไฟฟ้าต้ม รถมอเตอร์ไซด์ยกสูง รถมอเตอร์ไซด์ลุยน้ำ ส้วมใช้แล้วทิ้ง รองเท้ายกสูงทำจากแก้อีพลาสติก โต๊ะคอมพิวเตอร์ลอยน้ำ รถยนต์ลอยน้ำ รถสองแถวลอยน้ำ กะละมังลอยน้ำ)
  - สิ่งที่ปรากฏในวิดีโอทัศน์ที่ช่วยให้วัตถุบางอย่าง เช่น รถยนต์ มอเตอร์ไซด์ คน สามารถลอยอยู่เหนือน้ำได้มีอะไรบ้าง  
(**แนวคำตอบ** แผ่นโฟม กะละมัง ถังน้ำมัน ขวดน้ำ ไม้ไผ่)
5. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แล้วสมมติสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้  
“นักเรียนเป็นวิศวกรที่จะต้องออกแบบและสร้างแพสำหรับการบรรทุกสิ่งของในช่วงวิกฤติน้ำท่วมให้ได้ปริมาณมากที่สุด โดยใช้งบประมาณในการสร้างอย่างคุ้มค่า และระบุปริมาณสิ่งของที่แพจะสามารถบรรทุกได้อย่างแม่นยำ เพื่อป้องกันไม่ทำให้แพจมน้ำจนทำให้สิ่งของเปียกน้ำ”



### ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

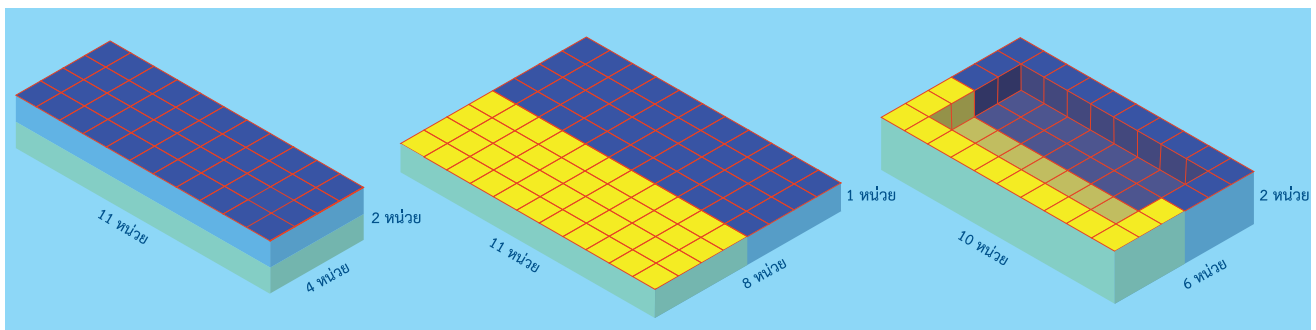
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ถ้าต้องการให้การออกแบบและสร้างแพสำหรับการบรรทุกสิ่งของเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องทำการศึกษาปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแพ จากนั้นครูนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรม โดยชี้แจงให้นักเรียนทราบว่า เพื่อให้การออกแบบและสร้างแพสำหรับการบรรทุกสิ่งของเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนจะต้องทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแพจากกิจกรรม 4 กิจกรรม ดังต่อไปนี้

#### กิจกรรมที่ 1 ทำดินน้ำมันให้ลอยน้ำได้อย่างไร

1. ครูแจกดินน้ำมันให้กับนักเรียนกลุ่มละ 1 ก้อน จากนั้นให้นักเรียนชั่งมวลของดินน้ำมันแล้วบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 1
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่า ถ้าปั้นดินน้ำมันทั้งก้อนเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยม และแผ่นบาง ๆ ดินน้ำมันรูปทรงดังกล่าวจะลอยน้ำหรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 2
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยนำดินน้ำมันที่ปั้นเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยม และแผ่นบาง ๆ มาทดสอบการลอยน้ำ จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 2 และเปรียบเทียบผลการคาดคะเนและผลที่ได้จากการทดลองว่าเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
4. ครูและนักเรียนอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกันว่า ดินน้ำมันที่ปั้นเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยม

และแผ่นบาง ๆ จะไม่ลอยน้ำ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบรูปทรงของดินน้ำมันที่สามารถลอยน้ำได้ โดยการร่างภาพลงใน ใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 3

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการปั้นดินน้ำมันให้เป็นรูปทรงตามทีออกแบบไว้ แล้วทดสอบการลอยน้ำ โดยอนุญาตให้นักเรียนสามารถปรับปรุงชิ้นงานจนกว่าดินน้ำมันจะสามารถลอยน้ำได้
6. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า ดินน้ำมันที่ปั้นเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยม และแผ่นบาง ๆ กับดินน้ำมันที่นักเรียนออกแบบให้ลอยน้ำ มีมวลเท่ากันหรือไม่ จากนั้นให้นักเรียนนำดินน้ำมันที่ลอยน้ำไปชั่งมวลพร้อมบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 4 และ ข้อ 5
7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใดดินน้ำมันที่นักเรียนออกแบบจึงลอยน้ำได้ ทั้ง ๆ ที่มีมวลเท่าเดิม โดยการศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องแรงพยุง จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 6 ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า ดินน้ำมันที่ลอยน้ำได้นั้นจะเป็นรูปทรงที่มีช่องว่างของอากาศอยู่ เมื่อนำไปลอยน้ำจะมีปริมาตรของช่องที่ถูกแทนที่มากกว่าดินน้ำมันทรงตัน เช่น ปริซึมสี่เหลี่ยม แผ่นบาง ๆ แรงพยุงที่กระทำกับดินน้ำมันที่มีช่องว่างของอากาศอยู่จะมีค่ามากกว่าดินน้ำมันรูปทรงตัน จึงทำให้ดินน้ำมันที่มีช่องว่างของอากาศสามารถลอยน้ำได้ ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยภาพจำลองดังนี้



รูปทรง ก  
ภาพจำลองดินน้ำมันที่ปั้นเป็นปริซึมสี่เหลี่ยม

รูปทรง ข  
ภาพจำลองดินน้ำมันที่ปั้นเป็นแผ่นบาง ๆ

รูปทรง ค  
ภาพจำลองดินน้ำมันที่ปั้นเป็นรูปทรงคล้ายเรือ

ภาพการจำลองนำดินน้ำมันที่ปั้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ ไปวางไว้ที่ผิวน้ำ

จากภาพจำลองจะพบว่า เมื่อนำรูปทรงทั้ง 3 ที่ถูกสร้างโดยใช้กล่องลูกบาศก์ตันจำนวนเท่ากันไปวางไว้ที่ผิวน้ำ รูปทรง ค มีปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่มากกว่ารูปทรงอื่น เนื่องจากเป็นรูปทรงที่มีช่องว่างของอากาศที่บริเวณตรงกลาง เมื่อปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยวัตถุมีค่าเพิ่มขึ้น แรงพยุงก็มีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้น วัตถุรูปทรง ค จึงมีแนวโน้มที่จะลอยน้ำได้มากกว่ารูปทรง ก และ ข ในทำนองเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบกับดินน้ำมันรูปทรงต่าง ๆ จะพบว่า การทำดินน้ำมันให้มีรูปทรงคล้ายเรือโดยมีช่องว่างของอากาศอยู่บริเวณตรงกลางมีแนวโน้มที่จะลอยน้ำได้มากกว่าดินน้ำมันรูปทรงตัน เช่น ปริซึมสี่เหลี่ยม แผ่นบาง ๆ

- ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 1 กับการสร้างแพว่า ในการออกแบบและสร้างแพ เพื่อให้ลอยน้ำได้ตึ้นนั้น วัสดุที่นำมาใช้เป็นทุ่นต้องเป็นวัสดุที่มีช่องว่างของอากาศมาก เพื่อให้แรงพยุงมีค่ามาก ซึ่งในกิจกรรมนี้ คือ ขวดพลาสติก ไม้ไอศกรีม และแผ่นพลาสติกลูกฟูก

### กิจกรรมที่ 2 วัตถุอยู่สูงหรือต่ำมีผลต่อการทรงตัวของเรืออย่างไร

- ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยการตั้งคำถามว่า การบรรจุทุกสิ่งของที่ชั้นบนของเรือกับชั้นล่างของเรือ จะมีผลต่อความสามารถในการทรงตัวของเรือหรือไม่ อย่างไร เมื่อนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเรียบร้อยแล้ว ครูจึงบอกนักเรียนว่า นักเรียนสามารถหาคำตอบได้จากการทำกิจกรรมที่ 2 นี้
- ครูนำตัวอย่างเรือสองชั้นที่ทำจากถ้วยโพนมาแสดงพร้อมตั้งคำถามว่า จะสามารถวางดินน้ำมันก้อนเล็กทรงกลม 4 ก้อน ในเรือสองชั้นได้รูปแบบไหนบ้าง โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดรูป 4 รูปแบบ ลงในใบกิจกรรมที่ 2
- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่า การวางดินน้ำมันก้อนเล็กทรงกลม 4 ก้อนในเรือสองชั้นแต่ละรูปแบบ จะทำให้เรือทรงตัวอยู่ได้หรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 2
- นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างเรือ 2 ชั้นตามแบบ แล้วทำการทดลองวางดินน้ำมันก้อนเล็กทรงกลม 4 ก้อนในเรือสองชั้นตามตำแหน่งต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบไว้ในข้อ 3 จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 2 และเปรียบเทียบผลการคาดคะเนและผลที่ได้จากการทดลองว่าเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใด ตำแหน่งที่บรรจุทุกสิ่งของบนเรือจึงมีผลต่อการทรงตัวของเรือ โดยการศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่องศูนย์ถ่วง จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 2 ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า ศูนย์ถ่วงของเรือมีผลต่อการทรงตัวของเรือ โดยเรือที่บรรจุวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่สูงจะมีตำแหน่งศูนย์ถ่วงอยู่สูงด้วย จึงทำให้เรือพลิกคว่ำได้ง่าย ในขณะที่เรือที่บรรจุวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำจะมีตำแหน่งศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำด้วย จึงทำให้เรือสามารถลอยอยู่ในแนวระดับได้โดยไม่พลิกคว่ำ
- ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 2 กับการสร้างแพว่า การสร้างแพและการบรรจุทุกสิ่งของบนแพ ต้องพยายามทำให้จุดศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้แพยังทรงตัวอยู่บนผิวน้ำได้โดยไม่พลิกคว่ำ



### กิจกรรมที่ 3 บรรจุทุกสิ่งของได้เท่าใด

- ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยการแจกขวดพลาสติกที่จะใช้เป็นทุ่นในการสร้างแพ กลุ่มละ 1 อัน พร้อมตั้งคำถามและให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า จะทราบได้อย่างไรว่า ขวดทรงกระบอกนี้สามารถบรรจุทุกสิ่งของเข้าไปข้างในขวดได้มากที่สุดเท่าไรโดยที่ขวดยังไม่จมน้ำ
- ครูทบทวนความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องความหนาแน่นของวัตถุ โดยให้นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น ( $\rho$ ) มวล (m) และปริมาตร (V) ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 1

3. ครูทบทวนความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องแรงพยุง โดยให้นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงพยุง ( $F_b$ ) ความหนาแน่นของของเหลว ( $\rho$ ) ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ ( $V$ ) และขนาดของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ( $g$ ) ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 2
4. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องแรงพยุง และ ใบความรู้ที่ 3 เรื่องความหนาแน่น แล้วอภิปรายร่วมกันว่า จะหาปริมาณสิ่งของที่จะบรรจุทุกเข้าไปในขวดพลาสติกได้มากที่สุดเท่าไร โดยที่ขวดยังสามารถลอยน้ำได้ ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า ขนาดของน้ำหนักวัตถุจะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับขนาดของแรงพยุงหรือขนาดน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่ นั่นคือ  $mg \leq \rho Vg$  จะได้ว่า  $m \leq \rho V$  ดังนั้น ในการคำนวณหามวลของวัตถุจะต้องทราบความหนาแน่นของน้ำและปริมาตรของขวดพลาสติก
5. นักเรียนบอกความหนาแน่นของน้ำโดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 3
6. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 4 เรื่องการหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ แล้วแสดงวิธีการหาปริมาตรของขวดพลาสติกลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 4
7. นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงวิธีการหาปริมาณสิ่งของที่จะบรรจุทุกเข้าไปในขวดพลาสติกได้มากที่สุด โดยที่ขวดยังไม่จมน้ำ ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 5
8. นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบผลการคำนวณโดยการนำดินน้ำมันบรรจุลงไปในขวดพลาสติกให้ได้มวลตามที่คำนวณไว้ แล้วไปทดสอบการลอยน้ำ จากนั้นบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 6
9. ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 3 กับการสร้างแพโดยให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมนี้มาคาดการณ์ว่า ถ้าพิจารณาความสามารถในการบรรจุทุกสิ่งของของแพที่ใช้ขวดพลาสติกเป็นท่อนจำนวนต่าง ๆ จะสามารถบรรจุทุกดินน้ำมันได้มากที่สุดเท่าใด โดยบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 7 และ ข้อ 8

#### กิจกรรมที่ 4 วางวัตถุอย่างไรให้เรือสามารถทรงตัวอยู่ได้

1. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยการตั้งคำถามและอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนว่า การบรรจุทุกสิ่งของที่ระดับเดียวกัน แต่วางในตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ เช่น กลางเรือ ขอบเรือ จะมีผลต่อความสามารถในการลอยอยู่ในแนวระดับของเรือหรือไม่ อย่างไร
2. ครูนำกล่องพลาสติกใสมาให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมตั้งคำถามและให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า หากเปรียบกล่องพลาสติกใสเป็นเรือแล้ว จะสามารถวางดินน้ำมัน 2 ก้อนในตำแหน่งต่าง ๆ ของกล่องพลาสติกใสนี้ได้รูปแบบใดบ้าง พร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่า การวางดินน้ำมัน 2 ก้อนที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกล่องพลาสติกใสแต่ละรูปแบบ จะทำให้เรือทรงตัวอยู่ได้หรือไม่ จากนั้นบันทึกแบบร่างและผลการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 4
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบวางดินน้ำมันที่ตำแหน่งต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 4



4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใดตำแหน่งที่บรรจุทุกสิ่งของบนเรือในระดับเดียวกันจึงมีผลต่อการทรงตัวของเรือ โดยการศึกษาใบความรู้ที่ 5 เรื่องโมเมนต์ของแรง จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 4 ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า ตำแหน่งในการวางวัตถุมีผลต่อการทรงตัวในแนวระดับของเรือที่บรรจุวัตถุชิ้นนั้น ถ้าวางวัตถุทั้ง 2 ก้อนที่ตำแหน่งห่างจากจุดกึ่งกลางของเรือไปฝั่งใดฝั่งหนึ่งจะมีแรงกระทำต่อวัตถุที่ไม่ผ่านศูนย์กลางมวล ทำให้วัตถุเกิดการหมุนรอบจุดหมุนเกิดโมเมนต์ของแรง (โมเมนต์ของแรงเป็นผลคูณของแรงที่กระทำต่อวัตถุและระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง) ส่งผลทำให้เรือหมุนหรือเอียง แต่ถ้าวางวัตถุ 2 ก้อนในตำแหน่งที่ทำให้ผลรวมโมเมนต์ของแรงมีค่าเป็นศูนย์ คือผลรวมโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา วัตถุจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน ส่งผลให้เรือสามารถทรงตัวอยู่ในแนวระดับได้
5. ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 4 กับการสร้างแพว่า การสร้างแพและการบรรจุทุกสิ่งของลงบนแพ ต้องทำให้ผลรวมของโมเมนต์ของแรงมีค่าเป็นศูนย์หรือเกิดสภาพสมดุลต่อการหมุน นั่นคือ ผลรวมโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา เพื่อให้แพไม่พลิกคว่ำ



### ขั้นตอนแบบวิธีการแก้ปัญหา

7. ครูทบทวนสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมนี้อีกครั้งว่า นักเรียนจะต้องสร้างแพที่สามารถบรรจุทุกสิ่งของได้มากที่สุดและใช้งบประมาณอย่างคุ้มค่าที่สุด โดยเชื่อมโยงความรู้ที่นักเรียนได้รับจากการทำกิจกรรมที่ 1-4 กับการออกแบบและสร้างแพ ดังนี้
  - กิจกรรมที่ 1 ทำให้นักเรียนได้ทราบว่า ในการออกแบบและสร้างแพเพื่อให้ลอยน้ำได้ดีนั้น วัสดุที่นำมาใช้เป็นทุ่นต้องเป็นรูปทรงที่มีช่องว่างของอากาศมากเพื่อทำให้มีปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่มากขึ้น ส่งผลให้แรงพยุงมีค่ามาก
  - กิจกรรมที่ 2 ทำให้นักเรียนได้ทราบว่า การออกแบบและสร้างแพเพื่อบรรจุทุกสิ่งของ ต้องคำนึงถึงศูนย์ถ่วงของแพ โดยจะต้องทำให้ศูนย์ถ่วงของแพและสิ่งของที่บรรจุอยู่ในระดับต่ำที่สุด จึงจะทำให้แพสามารถทรงตัวอยู่ได้โดยไม่พลิกคว่ำ
  - กิจกรรมที่ 3 ทำให้นักเรียนได้ทราบว่า ปริมาณสิ่งของที่แพจะบรรจุได้สามารถพิจารณาได้จากขนาดของแรงพยุงและน้ำหนักของวัตถุ โดยขนาดของแรงพยุงที่กระทำต่อวัตถุที่ลอยน้ำจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ ซึ่งขนาดของแรงพยุงจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่
  - กิจกรรมที่ 4 ทำให้นักเรียนได้ทราบว่า การบรรจุทุกสิ่งของบนแพต้องทำให้ผลรวมโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา เพื่อให้เกิดสภาพสมดุล
8. ครูกำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแพ โดยวัสดุที่ใช้ในการสร้างแพ คือ แผ่นพลาสติกลูกฟูก ไม้ไอศกรีม และขวดพลาสติก ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดมีราคาที่ใช้จ่ายเพื่อเป็นต้นทุนในการสร้างแพ ส่วนกระดาษขาวสำหรับยัดติด นักเรียนสามารถใช้ได้อย่างไม่จำกัด โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายสำหรับกระดาษวัสดุและอุปกรณ์มีดังนี้

- ขวดพลาสติก ราคา 5 บาท
  - แผ่นพลาสติกลูกฟูก ราคา 8 บาท
  - ไม้ไอศกรีม ราคา 1 บาท
9. ครูอธิบายเงื่อนไขในการบรรลุสิ่งของบนแพที่สร้างขึ้น คือ
- แพที่สร้างขึ้นจะต้องลอยอยู่ในกะละมังที่ใส่น้ำ โดยที่แพจะต้องไม่สัมผัสกับขอบหรือก้นของกะละมัง
  - สิ่งของที่บรรทุกลงบนแพที่สร้างขึ้น คือ ดินน้ำมัน ซึ่งจะมีการเพิ่มปริมาณการบรรทุกครั้งละ 1 ก้อน โดยไม่มีการเปลี่ยนรูปและปรับแต่งรูปร่างของดินน้ำมัน
  - การบรรทุกดินน้ำมัน 1 ก้อน ได้รับเงินจำนวน 10 บาท
  - แต่ละกลุ่มจะต้องระบุเป้าหมายที่จะบรรทุกได้ ถ้าบรรทุกได้จริงตามที่ระบุไว้ จะได้เงินโบนัส 15 บาท
  - หลังจากได้รับโบนัสแล้ว ถ้าบรรทุกดินน้ำมันได้เพิ่มจะได้เงิน 5 บาท
  - พาหนะจะต้องบรรทุกดินน้ำมันให้ลอยอยู่เหนือน้ำได้ อย่างน้อย 5 วินาที จึงจะสามารถเพิ่มปริมาณดินน้ำมันในลำดับต่อไปได้
  - ในการบรรทุกดินน้ำมันแต่ละรอบ สามารถทำซ้ำได้รอบละ 2 ครั้ง เมื่อครบ 2 ครั้ง แล้วยังไม่สามารถบรรทุกได้ ให้ถือว่าปริมาณดินน้ำมันในลำดับก่อนหน้าเป็นปริมาณที่บรรทุกได้สูงที่สุด
  - ห้ามส่วนใดส่วนหนึ่งของก้อนดินน้ำมันที่วางบนแพที่สร้างขึ้นสัมผัสกับน้ำ
10. ครูเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตจริงว่า ในการสร้างแพต่าง ๆ จำเป็นที่จะต้องทราบปริมาณสิ่งของหรือผู้โดยสารที่แพสามารถบรรทุกได้ เพื่อให้สามารถขนส่งได้ปริมาณมากที่สุดแต่ยังคงมีความปลอดภัย โดยครูอาจยกตัวอย่างกรณีแพหรือโป๊ะล่มเนื่องจากการบรรทุกคนมากเกินไปเกินกว่าจำนวนที่กำหนด จากนั้น ครูจึงชี้แจงเพิ่มเติมว่า เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับสิ่งของที่บรรทุก นักเรียนจะต้องคาดการณ์ปริมาณดินน้ำมันที่แพที่นักเรียนจะสามารถบรรทุกได้ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมที่ 3 ถ้าปริมาณดินน้ำมันที่คาดการณ์ว่าจะบรรทุกได้เท่ากับปริมาณที่บรรทุกได้จริง จะได้เงินโบนัส 15 บาท
11. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่างแบบเรือที่จะสร้างขึ้น พร้อมบอกปริมาณวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ คำนวณค่าใช้จ่ายที่ใช้ และคาดการณ์ปริมาณสิ่งของที่จะบรรทุกได้ โดยบันทึกในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 1 2 และ 3



### ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

12. นักเรียนวางแผนการทำงานร่วมกันแล้วลงมือสร้างแพตามรูปแบบและวัสดุอุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มออกแบบไว้



### ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

13. นักเรียนทำการทดสอบแพที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งสังเกตและบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 4
14. นักเรียนนำผลการทดสอบแพที่สร้างขึ้นมาหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้น เพื่อให้สามารถบรรทุกดินน้ำมันให้ได้มากที่สุด จากนั้นลงมือปรับปรุงชิ้นงานแล้วนำไปทดสอบการทำงานอีกครั้งพร้อมกับบันทึกข้อมูลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 4



## แนะนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

15. นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการออกแบบและสร้างแพ และผลการทดสอบแพ
16. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำกิจกรรมในประเด็นดังต่อไปนี้
  - แพที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถบรรจุทุกสิ่งของได้ปริมาณมากและคุ้มค่าในการสร้างหรือไม่อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
  - ลักษณะของแพที่บรรจุทุกสิ่งของได้ปริมาณมาก ๆ และคุ้มค่าในการสร้างเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
  - แพที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถบรรจุทุกสิ่งของได้จำนวนเท่ากับที่คาดการณ์หรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
  - วิธีการที่ดีที่สุดที่ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณสิ่งของที่บรรจุได้ให้แม่นยำคืออะไร
17. นักเรียนบันทึกผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 5
18. ครูอาจเชื่อมโยงความรู้โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างแพ เช่น การบรรจุทุกสิ่งของลงเรือจะบรรจุที่บริเวณท้องเรือ การออกแบบฐานเรือโดยทำให้ฐานกว้างและท้องเรือโค้งมนเพื่อไม่ให้เรือพลิกคว่ำ การถ่วงเรือเพื่อให้ทรงตัวได้ดี การบรรจุทุกสิ่งของบนเรือ แพ หรือโป๊ะเพื่อให้สมดุลต่อการหมุน การกำหนดปริมาณสิ่งของหรือผู้โดยสารที่เรือ แพ หรือโป๊ะ จะบรรจุทุกได้



## การวัดประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	คะแนน (ร้อยละ)
1. การอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่น แรงพยุง ศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของแรง สมดุลต่อการหมุนที่ใช้ในการสร้างแพ	ใบกิจกรรม	15
2. การหาปริมาตรของทรงกระบอกที่ใช้ในการสร้างแพ	ใบกิจกรรม	15
3. การออกแบบแพเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ	ใบกิจกรรม	15
4. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างแพ	ใบกิจกรรม	15
5. ความสำเร็จของชิ้นงาน	ใบประเมินชิ้นงาน	10
6. การนำเสนอ	ใบประเมินการนำเสนอ	10
7. ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงาน	ใบประเมินชิ้นงาน	10
8. การทำงานเป็นกลุ่ม	แบบสังเกตพฤติกรรม	10

## เกณฑ์การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่น แรงพยุลง ศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของแรง สมดุลต่อการหมุนที่ใช้ในการสร้างแพ	อธิบายความรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่น แรงพยุลง ศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของแรง สมดุลต่อการหมุนที่ใช้ในการสร้างแพได้ถูกต้อง	อธิบายความรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่น แรงพยุลง ศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของแรง สมดุลต่อการหมุนได้ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงกับการออกแบบและสร้างแพได้	ไม่สามารถอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่น แรงพยุลง ศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของแรง สมดุลต่อการหมุนที่ใช้ในการสร้างแพได้
2. การหาปริมาตรของทรงกระบอกที่ใช้ในการสร้างแพ	หาปริมาตรของขวดทรงกระบอกที่ใช้ในการสร้างแพ และคำนวณหามวลของวัตถุที่มากที่สุดที่ขวดจะสามารถบรรจุได้ โดยไม่จมน้ำได้อย่างถูกต้อง	หาปริมาตรของขวดทรงกระบอกที่ใช้ในการสร้างแพได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สามารถคำนวณหามวลของวัตถุที่มากที่สุดที่ขวดจะสามารถบรรจุได้ โดยไม่จมน้ำ	ไม่สามารถคำนวณหาปริมาตรของขวด ทรงกระบอกที่ใช้ในการสร้างแพได้
3. การออกแบบแพเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ	แบบร่างแพมีความชัดเจนสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และแสดงเหตุผลในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	แบบร่างแพสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ แต่แสดงเหตุผลในการออกแบบไม่ชัดเจน	แบบร่างแพไม่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และไม่สามารถแสดงเหตุผลในการออกแบบ
4. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างแพ	เลือกวัสดุที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งานและสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกวัสดุที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งานแต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกวัสดุไม่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน
5. ความสำเร็จของชิ้นงาน	สร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้ได้เสร็จสมบูรณ์และชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	สร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้ได้เสร็จสมบูรณ์หรือชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้	ไม่สามารถสร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้ได้

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
6. การนำเสนอ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่ายและรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่าย หรือรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ไม่สามารถนำเสนอได้
7. ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงาน	มีความแปลกใหม่และประณีต	มีความแปลกใหม่หรือประณีต	ไม่มีความแปลกใหม่และไม่ประณีต
8. การทำงานเป็นกลุ่ม	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานแต่มีสมาชิกบางส่วนไม่มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	สมาชิกบางส่วนไม่ได้มีส่วนร่วมในการทำงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

#### เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน	17 – 21	คะแนน	หมายถึง	ดี
คะแนน	8 - 16	คะแนน	หมายถึง	พอใช้
คะแนน	1 - 7	คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

\*\* เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม



#### ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ในกรณีที่ไม่สามารถหาวัสดุตามรายการที่กำหนดได้ สามารถใช้วัสดุทดแทนอื่น ๆ ได้ เช่น ใช้ขวดน้ำพลาสติกแทนขวดพลาสติกขนาดเล็ก ใช้ไม้แทนกระดาษลูกฟูก
2. ครูสามารถเพิ่มวัสดุอื่น ๆ เพื่อเป็นทางเลือกในการสร้างชิ้นงานที่มีรูปแบบหลากหลาย เช่น ถูพลาสติก ลวด
3. ในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของชิ้นงาน ครูอาจให้นักเรียนแต่ละคนลงคะแนนชิ้นงานที่ตนเองชอบยกเว้นชิ้นงานของกลุ่มตนเอง ในประเด็นดังนี้
  - ชิ้นงานที่มีความโดดเด่นและแปลกใหม่
  - ชิ้นงานที่สร้างได้ประณีต มีการเก็บรายละเอียดของชิ้นงานได้เรียบร้อย
4. กิจกรรมนี้เป็นตัวอย่างการสร้างแพเพื่อบรรจุสิ่งของให้ลอยนิ่งในแหล่งน้ำที่ไม่มีคลื่นน้ำมารบกวน ซึ่งในการออกแบบและสร้างแพที่ลอยอยู่ในบริเวณที่มีคลื่นน้ำมารบกวนหรือทำให้แพมีการเคลื่อนที่จำเป็นที่จะต้องใช้ความรู้ด้านอื่น ๆ เข้ามาประกอบด้วย

5. ครูอาจกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการนำเสนอสมมติฐานในการอธิบายวิธีการสร้างพีระมิดของชาวอียิปต์โบราณว่า ชาวอียิปต์โบราณมีการสร้างคลองและระบบส่งน้ำเพื่ออาศัยแรงพยุลงมาช่วยในการขนย้ายหินไปยังที่ต่าง ๆ โดยการผูกหินเข้ากับทุ่นหรือแพ แล้วปล่อยให้ลอยไปตามคลองหรือระบบส่งน้ำ



### สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 - 5
2. วิดีทัศน์สิ่งประดิษฐ์ฝาวีถตุ๊กทกภัย: <https://www.youtube.com/watch?v=vTXWnqpg2d8>
3. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
4. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานการออกแบบและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

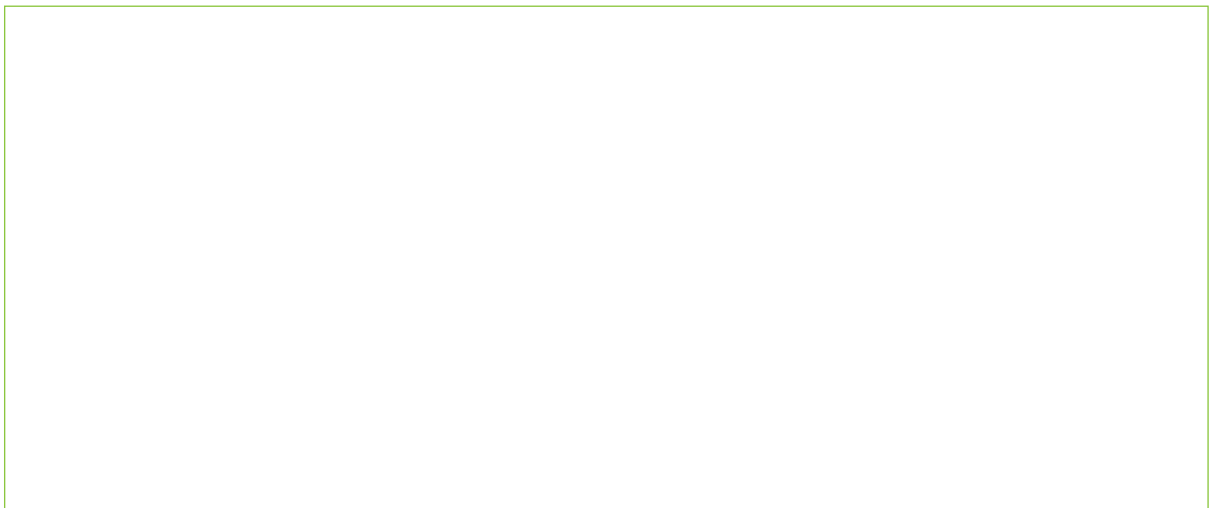
## แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 1

### ทำดินน้ำมันให้ลอยน้ำได้อย่างไร

1. มวลของก้อนดินน้ำมัน คือ 150 กรัม
2. เมื่อนำดินน้ำมันที่ปั้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ ไปวางที่ผิวน้ำ ดินน้ำมันลอยน้ำหรือไม่

รูปทรง	ดินน้ำมันจะลอยน้ำได้หรือไม่ (✓) ได้ (X) ไม่ได้	
	การคาดคะเน	ผลการทดสอบ
ทรงกลม		X
ปริซึมสี่เหลี่ยม		X
แผ่นบาง		X

3. วาดรูปทรงของดินน้ำมันที่สามารถลอยน้ำได้



4. มวลของดินน้ำมันตามแบบข้อ 3 ที่ลอยน้ำได้ คือ 150 กรัม
5. ดินน้ำมันรูปทรงต่าง ๆ ที่จมน้ำ และดินน้ำมันที่ปั้นตามแบบในข้อ 3 มีมวลเท่ากันหรือไม่

**แนวคำตอบ** เท่ากัน

6. เพราะเหตุใดดินน้ำมันในข้อ 3 จึงสามารถลอยน้ำได้

**แนวคำตอบ** ดินน้ำมันที่ปั้นตามแบบในข้อ 3 นั้น เป็นรูปทรงที่มีช่องว่างของอากาศอยู่ เมื่อนำไปลอยน้ำ ดินน้ำมันรูปทรงที่มีช่องว่างของอากาศจะเข้าไปแทนที่ของเหลวที่ใต้มากกว่าดินน้ำมันทรงตัน เช่น ปริซึมสี่เหลี่ยม แผ่นบาง ๆ แรงพยุงที่กระทำกับดินน้ำมันที่มีช่องว่างของอากาศอยู่จึงมีค่ามากกว่าดินน้ำมันรูปทรงตัน จึงทำให้ดินน้ำมันที่มีช่องว่างของอากาศสามารถลอยน้ำได้

## แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 2

### วัตถุอยู่สูงหรือต่ำมีผลต่อการทรงตัวของเรืออย่างไร

จงออกแบบการทดสอบการทรงตัวของเรือจากการนำดินน้ำมันทรงกลมขนาดเล็ก 4 ก้อน ไปวางบนเรือที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ

แบบร่างการวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ	เรือจะทรงตัวได้หรือไม่ (✓) ได้ (X) ไม่ได้	
	การคาดคะเน	ผลการทดสอบ

### สรุปผล

ศูนย์ถ่วงของเรือมีผลต่อการทรงตัวของเรือ โดยเรือที่บรรทุกวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่สูงจะมีตำแหน่งศูนย์ถ่วงอยู่สูงด้วยจึงทำให้เรือพลิกคว่ำได้ง่าย ในขณะที่เรือที่บรรทุกวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำจะมีตำแหน่งศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำด้วย จึงทำให้เรือสามารถลอยอยู่ในแนวระดับได้โดยไม่พลิกคว่ำ



### แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 3

#### บรรทุกสิ่งของได้เท่าใด

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น ( $\rho$ ) มวล ( $m$ ) และปริมาตร ( $V$ ) คือ

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

2. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงพยุง ( $F_B$ ) ความหนาแน่นของของเหลว ( $\rho$ ) ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ ( $V$ ) และขนาดของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ( $g$ ) คือ

$$\text{แนวคำตอบ } F_B = \rho Vg$$

3. ความหนาแน่นของน้ำ มีค่าเท่ากับ  $1000 \text{ kg/m}^3$  หรือ  $1 \text{ g/cm}^3$

4. จงแสดงวิธีหาปริมาตรของขวดพลาสติก

$$\begin{aligned} \text{แนวคำตอบ จาก ปริมาตรของทรงกระบอก (V)} &= \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง} \\ &= \pi r^2 h \\ &= 3.14 \times 2.3 \times 2.3 \times 7.0 \\ &= 116.27 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

ดังนั้น ปริมาตรของขวดพลาสติกเท่ากับ  $116.27$  ลูกบาศก์เซนติเมตร

5. จงแสดงวิธีหามวลของขวดพลาสติก 1 อัน ที่บรรทุกดินน้ำมันอยู่ภายในได้มากที่สุด โดยที่ขวดไม่จมน้ำ

**แนวคำตอบ** จาก ขนาดของแรงพยุง = ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่

$$F_B = \rho Vg$$

วัตถุที่ลอยน้ำ      น้ำหนักของวัตถุ  $\leq$  ขนาดของแรงพยุง

$$mg \leq \rho Vg$$

นั่นคือ

$$\text{มวลของวัตถุ (m)} \leq \rho V$$

$$\text{มวลของวัตถุ (m)} \leq 1 \text{ g/cm}^3 \times 116.27 \text{ cm}^3$$

$$\text{มวลของวัตถุ (m)} \leq 116.27 \text{ g}$$

ดังนั้น มวลของวัตถุที่ขวดพลาสติกและดินน้ำมันที่มากที่สุดโดยไม่จมน้ำ เท่ากับ  $116$  กรัม

6. มวลของวัตถุที่บรรจุอยู่ในขวดพลาสติกเท่ากับ  $116.27$  กรัม แบ่งเป็นมวลของขวดพลาสติกเท่ากับ  $16.27$  กรัม และมวลของดินน้ำมันเท่ากับ  $100$  กรัม ผลการทดสอบการลอยน้ำพบว่า ขวดพลาสติกลอยน้ำ

7. มวลของดินน้ำมัน 1 ก้อน ที่จะบรรทุกบนพาหนะที่สร้างขึ้น มีค่าเท่ากับ  $150$  กรัม

8. ถ้าพิจารณาเฉพาะความสามารถในการบรรจุทุกสิ่งของของขวดพลาสติก แพทที่ใช้ขวดพลาสติกเป็นหุ่นจำนวนต่อไปนี้ สามารถบรรจุดินน้ำมันได้มากที่สุดเท่าใด

แนวคำตอบ

จำนวนขวด (อัน)	มวลที่บรรจุได้มากที่สุด (กรัม)	จำนวนดินน้ำมันที่บรรจุ (ก้อน)	จำนวนขวด (อัน)	มวลที่บรรจุได้มากที่สุด (กรัม)	จำนวนดินน้ำมันที่บรรจุ (ก้อน)
1	100	0	5	500	3
2	200	1	6	600	4
3	300	2	7	700	4
4	400	2	8	800	5

## แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 4

### วางวัตถุอย่างไรให้เรือสามารถทรงตัวอยู่ได้

จงออกแบบการทดสอบเสถียรภาพของเรือจากการวางดินน้ำมัน 2 ก้อน ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ

แบบร่างการวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ	เรือจะทรงตัวได้หรือไม่ (✓) ได้ (X) ไม่ได้	
	การคาดคะเน	ผลการทดสอบ

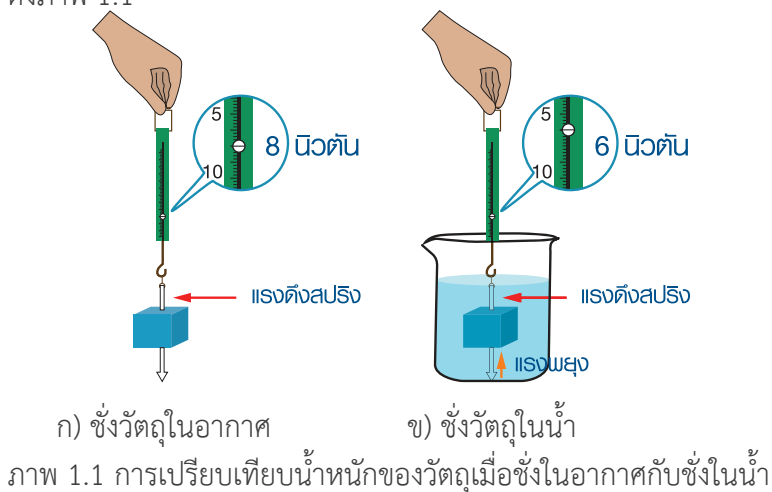
#### สรุปผล

ตำแหน่งในการวางวัตถุมีผลต่อการทรงตัวในแนวระดับของเรือที่บรรทุกวัตถุนั้น ถ้าวางวัตถุทั้ง 2 ก้อนที่ตำแหน่งห่างจากจุดกึ่งกลางของเรือไปฝั่งใดฝั่งหนึ่งจะมีแรงกระทำต่อวัตถุที่ไม่ผ่านศูนย์กลางมวล ทำให้วัตถุเกิดการหมุนรอบจุดหมุนเกิดโมเมนต์ของแรง (โมเมนต์ของแรงเป็นผลคูณของแรงที่กระทำต่อวัตถุและระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง) ส่งผลทำให้เรือหมุนหรือเอียง แต่ถ้าวางวัตถุ 2 ก้อนในตำแหน่งที่ทำให้ผลรวมโมเมนต์ของแรงมีค่าเป็นศูนย์ คือผลรวมโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา วัตถุจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน ส่งผลให้เรือสามารถทรงตัวอยู่ในแนวระดับได้

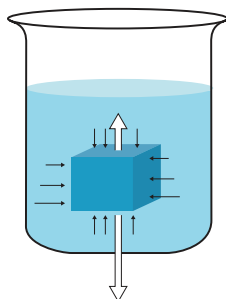
# ใบความรู้ที่ 1

## แรงพยุง

สารไม่ว่าจะอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ล้วนต้องการที่อยู่ หรือการครองที่ ในกรณีที่ของแข็งอยู่ในของเหลวจะเกิดแรงดันจากของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จม แรงดังกล่าวเป็นสาเหตุทำให้การชั่งน้ำหนักวัตถุในของเหลวน้อยกว่าเมื่อชั่งในอากาศ ดังภาพ 1.1



พิจารณากรณีวัตถุจมอยู่ในของเหลวทั้งก้อน ดังภาพ 1.2 ที่ของเหลวระดับเดียวกันจะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อวัตถุขนาดเท่ากันในทิศตั้งฉากกับผิวของวัตถุ นั่นคือ แรงเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับเดียวกันทางด้านซ้ายและด้านขวาของวัตถุมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับจึงเป็นศูนย์ ในทำนองเดียวกัน แรงเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับเดียวกันทางด้านหน้าและด้านหลังของวัตถุมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับจึงเป็นศูนย์ ส่วนแรงเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุในแนวตั้งที่บริเวณผิวด้านบนและผิวด้านล่างจะมีค่าไม่เท่ากันเนื่องจากอยู่ในความลึกต่างกัน ที่บริเวณผิวด้านล่างจะอยู่ในของเหลวที่มีความลึกมากกว่า จึงถูกแรงดันเนื่องจากของเหลวกระทำมากกว่าบริเวณผิวด้านบนที่อยู่ในของเหลวที่มีความลึกน้อยกว่า ทำให้ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุด้านล่างมีขนาดมากกว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุด้านบน แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจึงอยู่ในทิศทางขึ้น เมื่อรวมแรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุทั้งหมดจะได้แรงลัพธ์ที่มีทิศทางขึ้น เรียกแรงนี้ว่า **แรงพยุง (buoyant force:  $F_b$ )**



ภาพ 1.2 แรงดันเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ

จากภาพ 1.1 ข ถ้าวัตถุอยู่นิ่งในน้ำ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่าเท่ากับศูนย์ ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน จะได้ว่า

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

นักปราชญ์ชาวกรีกชื่อ อาร์คิมิดีส (Archimedes) ได้ศึกษาเกี่ยวกับขนาดของแรงที่เกิดขึ้นในของเหลวที่กระทำต่อวัตถุที่จมอยู่ในของเหลว และสรุปเป็นหลักการเกี่ยวกับแรงพยุงได้ คือ “น้ำหนักวัตถุส่วนที่หายไปเมื่อชั่งในของเหลว จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรวัตถุส่วนที่จม” นั่นคือ

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

จากหลักของอาร์คิมิดีส สามารถพิสูจน์ได้ว่า

$$F_B = \rho V g$$

โดย  $\rho$  คือ ความหนาแน่นของของเหลว มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{kg/m}^3$ )

$V$  คือ ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร ( $\text{m}^3$ )

$g$  คือ ขนาดของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ( $\text{m/s}^2$ )

$F_B$  คือ ขนาดของแรงพยุง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

เมื่อนำวัตถุต่าง ๆ ไปวางในของเหลว จะพบว่า วัตถุบางชนิดจมลงในของเหลวทั้งก้อน แต่บางชนิดจมบางส่วนและมีบางส่วนลอยพ้นผิวของของเหลว เมื่อวัตถุเหล่านั้นอยู่ในของเหลวจะมีแรงพยุงกระทำอยู่เสมอ วัตถุที่จมในของเหลวแสดงว่า น้ำหนักของวัตถุมากกว่าแรงพยุงในของเหลว และวัตถุที่ลอยในของเหลวแสดงว่าแรงพยุงในของเหลวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ การเพิ่มแรงพยุงสามารถทำได้โดยการทำให้อัตถุแทนที่ของเหลวมีปริมาตรมากขึ้นเป็นผลทำให้วัตถุลอยในของเหลวได้ เช่น ดินน้ำมันซึ่งเป็นวัตถุที่จมน้ำ แต่เมื่อนำมาปั้นเป็นวัตถุที่มีที่ว่างตรงกลาง ทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น เมื่อบางบนผิวน้ำจะแทนที่น้ำได้มากขึ้น แรงพยุงจึงเพิ่มขึ้น ทำให้ดินน้ำมันลอยน้ำได้ เรือที่ทำด้วยเหล็กสามารถลอยน้ำได้ก็ด้วยเหตุผลเดียวกัน หลักของอาร์คิมิดีส ที่พบเห็นได้โดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำแข็งลอยเหนือผิวน้ำ เรือหรือทุ่นลอยบนน้ำ เรือดำน้ำ โคมลอยหรือบอลลูน การดำรงชีวิตของปลาในน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ การฝึกปฏิบัติการของมนุษย์อวกาศในน้ำเพื่อเลียนแบบสถานการณ์ไร้น้ำหนักในอวกาศ ก็อาศัยหลักการของแรงพยุง



ก)



ข)

ภาพ 1.3 ก) บอลลูนและโคมลอยในอากาศ ข) การฝึกปฏิบัติการของมนุษย์อวกาศในน้ำ

**ตัวอย่าง 1.1** เมื่อนำวัตถุก้อนหนึ่งใส่ลงในน้ำ ปรากฏว่าวัตถุลอยน้ำ โดยมีปริมาตรส่วนที่จมน้ำเป็น 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนักของวัตถุนี้มีค่าเป็นเท่าใด ถ้ากำหนดให้ ความหนาแน่นของน้ำมีค่าเท่ากับ  $1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

**วิธีทำ** ในกรณีวัตถุลอยในน้ำ ดังนั้น  
ขนาดน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน = ขนาดของแรงพยุง

$$mg = \rho Vg$$

$$m = \rho V$$

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

แทนค่าจะได้

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

$$m = 150 \text{ g}$$

**ตอบ** น้ำหนักของวัตถุเท่ากับ 150 กรัม

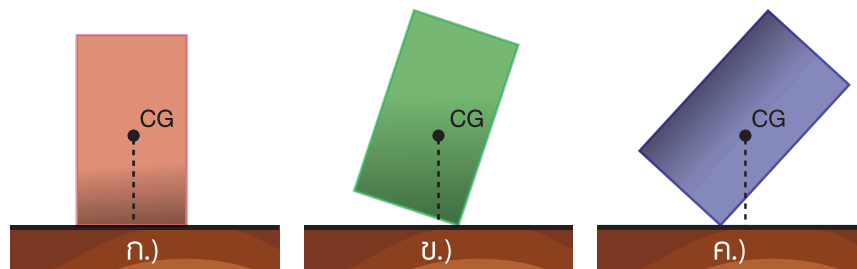
## ใบความรู้ที่ 2

### ศูนย์ถ่วง

เมื่อวัตถุใด ๆ อยู่บนผิวโลก มวล (Mass) ของวัตถุจะถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำอยู่ตลอดเวลา แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุ เรียกว่า น้ำหนัก (Weight) ของวัตถุ โดยตำแหน่งที่รวมน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน เรียกว่า ศูนย์ถ่วง (Centre of Gravity: CG)

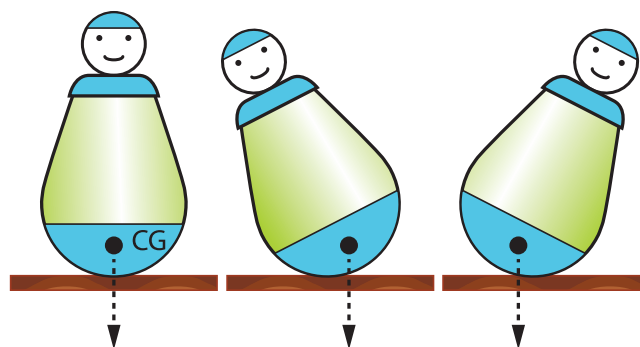
ศูนย์ถ่วง เปรียบเสมือนจุดที่แรงลัพธ์ของแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุ ซึ่งในสถานการณ์ทั่วไป ศูนย์ถ่วงกลางมวลกับศูนย์ถ่วงจะเป็นจุดเดียวกัน โดยเฉพาะเมื่อวัตถุอยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ยกเว้นแต่ในกรณีที่ว่าวัตถุมีขนาดใหญ่มาก ๆ จนแต่ละส่วนของวัตถุนั้นอยู่ในสนามโน้มถ่วงที่ไม่เท่ากัน เช่น ภูเขาสูง ๆ สนามโน้มถ่วงที่บริเวณส่วนล่างของภูเขาที่อยู่ใกล้ผิวโลกจะมีค่ามาก แต่บริเวณที่สูงขึ้นไปจะมีขนาดของสนามโน้มถ่วงที่ลดลง ทำให้แรงที่โลกดึงดูดภูเขานั้นมีค่าลดลงในบริเวณที่สูงขึ้น ศูนย์ถ่วงของภูเขาสูงจะอยู่คนละตำแหน่งกับศูนย์กลางมวล โดยตำแหน่งของศูนย์ถ่วงจะอยู่ต่ำกว่าศูนย์กลางมวล

ถ้าหากตำแหน่งของศูนย์ถ่วงและแนวตั้งที่ผ่านศูนย์ถ่วงตั้งฉากกับพื้นอยู่ในช่วงฐานของวัตถุ วัตถุจะสามารถทรงตัวอยู่ได้โดยไม่ล้ม ดังภาพ 2.1ก) และ 2.1ข) ถ้าแนวตั้งที่ผ่านศูนย์ถ่วงอยู่นอกฐานวัตถุจะล้ม ดังภาพ 2.1ค) นั่นคือ แนวเส้นตั้งฉากระหว่างตำแหน่งศูนย์ถ่วงกับฐาน มีผลต่อการทรงตัวของวัตถุนั้น



ภาพ 2.1 วัตถุก้อนเดิมวางตัวอยู่บนฐานแบบต่าง ๆ

ตุ๊กตาล้มลุกเป็นของเล่นที่ไม่ล้มเมื่อถูกแรงผลัก ทั้งนี้เนื่องจากน้ำหนักส่วนใหญ่ของตุ๊กตาล้มลุกอยู่ด้านล่าง ทำให้ศูนย์ถ่วงของตุ๊กตาล้มลุกอยู่ต่ำ ดังนั้น ไม่ว่าจะออกแรงผลักตุ๊กตาล้มลุกอย่างไร แนวเส้นตั้งฉากจากศูนย์ถ่วงในแนวตั้งกับฐานจะไม่ออกนอกฐาน ดังภาพ 2.2



ภาพ 2.2 ตุ๊กตาล้มลุก

### ใบความรู้ที่ 3

#### ความหนาแน่น

**ความหนาแน่น (density)** เป็นสมบัติเฉพาะของสาร หาได้จากปริมาณมวลในหนึ่งหน่วยปริมาตร ถ้าให้  $m$  เป็นมวลของสารซึ่งมีปริมาตร  $V$  และ  $\rho$  (อ่านว่า โร “rho”) เป็นความหนาแน่นของสาร จะได้

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

ความหนาแน่น มีหน่วย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{kg/m}^3$ )

**ตาราง 1** ความหนาแน่นของสารบางชนิดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ

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

สาร	ความหนาแน่น ( $\text{kg/m}^3$ )
ปรอท	$13.6 \times 10^3$
น้ำทะเล	$1.03 \times 10^3$
น้ำ (4 °C)	$1.00 \times 10^3$
แก๊ส	
อากาศ	1.29
ฮีเลียม	0.179
คาร์บอนไดออกไซด์	1.98

**ตัวอย่าง** เหล็กทรงลูกบาศก์ภายในกล่อง มีปริมาตร 0.80 ลูกบาศก์เมตร และมวล 1.00 กิโลกรัม เหล็กก้อนนี้มีความหนาแน่นเท่าใด

**วิธีทำ** จากสมการ

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

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

มวลของเหล็ก  $m = 1.0 \text{ kg}$

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

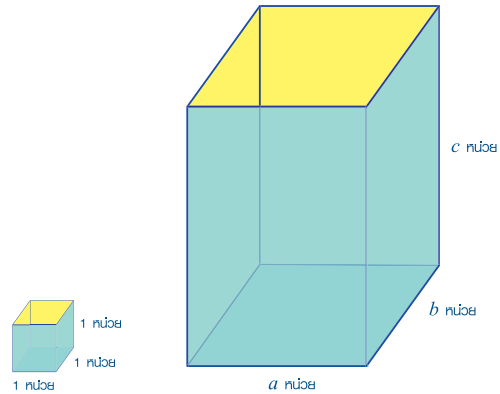
**ตอบ** ความหนาแน่นของเหล็กทรงลูกบาศก์ภายในกล่องเท่ากับ 1.25 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



## ใบความรู้ที่ 4

### การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ

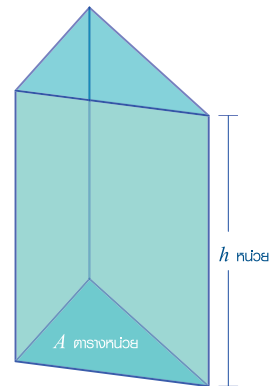
การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ เช่น ลูกบาศก์ ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย หรือ ทรงกลม เป็นการวัดค่าความจุของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น ๆ มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์หน่วย การหาปริมาตรหรือการวัดค่าความจุของรูปเรขาคณิตเป็นการหาว่าจะต้องใช้ลูกบาศก์ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง 1 หน่วย ในการตวงวัตถุ เช่น น้ำ ก็ครึ่งหรือด้วยอัตราส่วนเท่าไร จึงจะเต็มรูปเรขาคณิตสามมิติที่ต้องการหาพอดี



การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ สามารถคำนวณได้ดังนี้

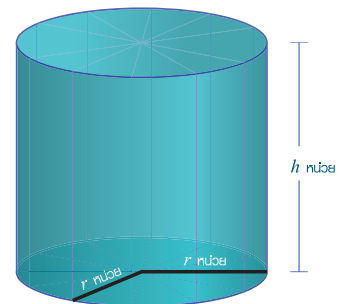
- 1) การหาปริมาตรปริซึม

$$\text{ปริมาตรของปริซึม} = \text{พื้นที่ฐาน (A)} \times \text{สูง (h)}$$

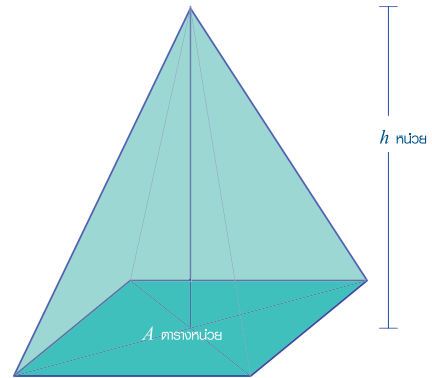


- 2) การหาปริมาตรทรงกระบอก

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

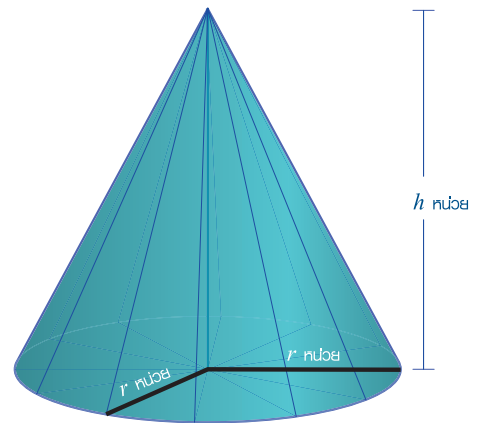


3) การหาปริมาตรพีระมิดตรง



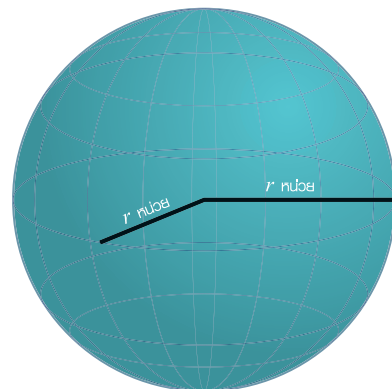
$$\text{ปริมาตรของพีระมิดตรง} = \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน (A)} \times \text{สูง (h)}$$

4) การหาปริมาตรกรวย



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

5) การหาปริมาตรทรงกลม



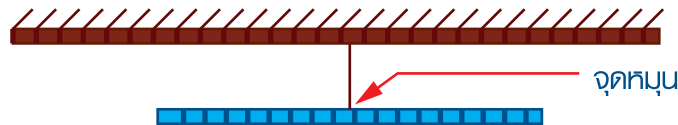
$$\text{ปริมาตรของทรงกลม} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

## ใบความรู้ที่ 5

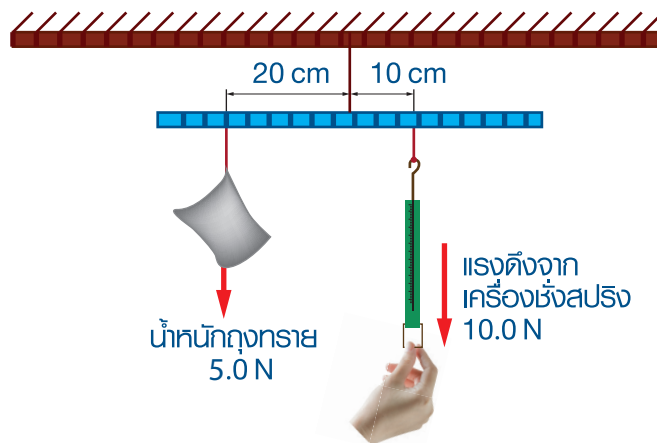
### โมเมนต์ของแรง

ถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วแนวแรงนั้นผ่านจุดจุดหนึ่งซึ่งเสมือนเป็นที่รวมของวัตถุทั้งก้อน ซึ่งเรียกตำแหน่งนี้ว่า ศูนย์กลางมวล (Center of Mass) วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่โดยไม่หมุน แต่ในบางกรณี แนวแรงที่กระทำไม่ผ่านศูนย์กลางมวล วัตถุจะหมุนรอบศูนย์กลางมวล แต่ถ้าวัตถุถูกยึดรอบแกนหมุน วัตถุจะหมุนรอบแกนหมุนนั้น เช่น การผลักประตู การผลักหน้าต่าง การหมุนพวงมาลัย

เมื่อแขวนคานให้อยู่ในแนวระดับ คานจะอยู่ในสภาพสมดุล ถ้าออกแรงดึงปลายด้านใดด้านหนึ่ง คานจะหมุนรอบจุดที่แขวนคาน เรียกจุดที่แขวนคานนี้ว่า จุดหมุน (fulcrum) ดังภาพ 5.1 เมื่อแขวนถ่วงทรายไปยังคานที่สมดุลในแนวระดับ โดยห่างจากจุดหมุนไปทางซ้ายมือ จะพบว่า ถ้าต้องการให้คานอยู่ในสภาพสมดุลจะต้องเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงทางด้านขวามือของจุดหมุน แล้วออกแรงดึงจนคานสมดุลในแนวระดับ โดยแรงดึงจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวที่เกี่ยวเครื่องชั่งสปริง กล่าวคือ ถ้าเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงใกล้จุดหมุนจะออกแรงดึงคานมาก แต่ถ้าเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงห่างจากจุดหมุน จะออกแรงดึงคานน้อยลง เช่น แขวนถ่วงทราย 1 ถัง (หนัก 5.0 นิวตัน) ห่างจากจุดหมุน 20 เซนติเมตร แล้วเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงห่างจากจุดหมุน 10 เซนติเมตร จะต้องดึงคานด้วยแรง 10.0 นิวตัน ในแนวตั้งฉากกับคาน จึงจะทำให้คานอยู่ในสภาพสมดุล ดังภาพ 5.2



ภาพ 5.1 จุดหมุนของคาน



ภาพ 5.2 คานอยู่ในสภาพสมดุล

เมื่อพิจารณา ผลคูณระหว่างแรงที่ดึงคานลงกับระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง จะได้ว่า

ทางด้านขวาของจุดหมุน

$$\begin{aligned} \text{แรงที่เครื่องชั่งสปริงดึงคาน} \times 10 \text{ เซนติเมตร} &= 10.0 \text{ N} \times \frac{10}{100} \text{ m} \\ &= 1.0 \text{ N m} \end{aligned}$$

ทางด้านซ้ายของจุดหมุน

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักของถ่วงทราย} \times 20 \text{ เซนติเมตร} &= 5.0 \text{ N} \times \frac{20}{100} \text{ m} \\ &= 1.0 \text{ N m} \end{aligned}$$

จะเห็นได้ว่า คานจะอยู่ในสภาวะสมดุล เมื่อ ผลคูณระหว่างแรงที่ดึงคานลงกับระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรงทางด้านขวาของจุดหมุน จะมีค่าเท่ากับทางด้านซ้ายของจุดหมุน

ผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง เรียกว่า โมเมนต์ของแรง (moment of force;  $M$ ) ซึ่งโมเมนต์เป็นผลของแรงที่ทำให้วัตถุเกิดการหมุน เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

โมเมนต์ของแรง = แรง  $\times$  ระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง

$$M = Fl$$

เมื่อ  $F$  คือ แรง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

$l$  คือ ระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

$M$  คือ โมเมนต์ของแรง มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N m)

เมื่อพิจารณาทิศทางการหมุนของคานกับการหมุนของเข็มนาฬิกา จะพบว่า มีการหมุนสองแบบ คือ การหมุนตามเข็มนาฬิกาและการหมุนทวนเข็มนาฬิกา

โมเมนต์ของแรงที่ทำให้คานหมุนตามเข็มนาฬิกา รอบจุดหมุน เรียกว่า โมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา ส่วนโมเมนต์ของแรงที่ทำให้คานหมุนทวนเข็มนาฬิกา รอบจุดหมุน เรียกว่า โมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกา

เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อคาน แล้วผลรวมโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา คานจะอยู่ในสภาวะสมดุล เรียกว่า สมดุลต่อการหมุน

หลักการสมดุลมีการประยุกต์ใช้มากกว่า โดยเฉพาะการนำหลักการสมดุลไปใช้กับเครื่องกลอย่างง่าย เช่น คาน คีมตัดลวด ไขควง ล้อกับเพลา และก้าน เป็นต้น ซึ่งเครื่องกลอย่างง่ายเหล่านี้สามารถผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน