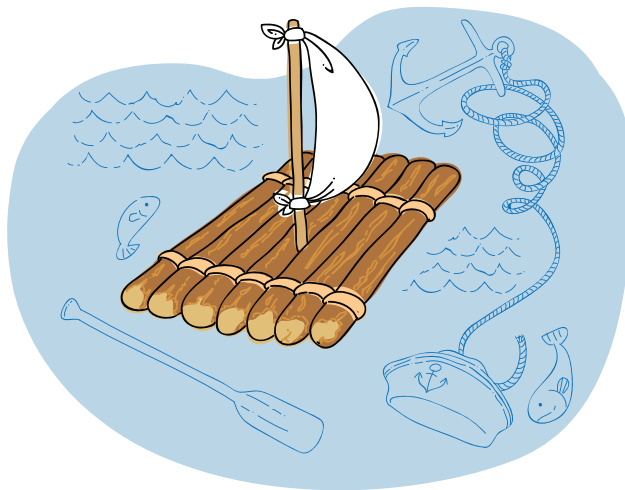


นาวา ฝ่าวิกฤต



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เวลา 3 ชั่วโมง



จุดประสงค์

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



วิธีดำเนินการกิจกรรม

ตอนที่ 1 ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแพ

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ปัญหาและอุปสรรคที่มากับน้ำท่วม มีอะไรบ้าง
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์น้ำท่วมว่า มีวิธีการใดบ้างที่จะไม่ทำให้สิ่งของเปียกน้ำเมื่อเผชิญกับภาวะวิกฤตน้ำท่วม
3. นักเรียนศึกษาวิดีโอที่เกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นโดยคนไทยในช่วงเหตุการณ์มหาอุทกภัยในประเทศไทยที่เกิดขึ้นเมื่อ ปี พ.ศ. 2554 พร้อมทั้งจดบันทึกว่า สิ่งประดิษฐ์ฝ่าวิกฤตอุทกภัยที่ปรากฏในวิดีโอมีอะไรบ้าง
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ฝ่าวิกฤตอุทกภัยที่ปรากฏในวิดีโอ โดยมีประเด็นในการอภิปรายดังนี้
 - สิ่งประดิษฐ์ที่ปรากฏในวิดีโอมีอะไรบ้าง
 - สิ่งปรากฏในวิดีโอที่ช่วยให้วัตถุบางอย่าง เช่น รถยนต์ มอเตอร์ไซด์ คน สามารถลอยอยู่เหนือน้ำได้มีอะไรบ้าง
5. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน ตามความเหมาะสม แล้วศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาที่แต่ละกลุ่มจะต้องแก้ปัญหา คือ
“นักเรียนเป็นวิศวกรที่จะต้องออกแบบและสร้างแพสำหรับบรรทุกสิ่งของในช่วงวิกฤตน้ำท่วมให้ได้ปริมาณมากที่สุด โดยใช้งบประมาณในการสร้างอย่างคุ้มค่า และระบุปริมาณสิ่งของที่แพจะสามารถบรรทุกได้อย่างแม่นยำ เพื่อป้องกันไม่ให้แพจมน้ำจนทำให้สิ่งของเปียกน้ำ”
6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ถ้าต้องการให้การออกแบบและสร้างแพสำหรับการบรรทุกสิ่งของเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องทำการศึกษาปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแพ

กิจกรรมที่ 1 ทำดินน้ำมันให้ลอยน้ำได้อย่างไร

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำดินน้ำมัน 1 ก้อน ไปชั่งมวลแล้วบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 1
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่า ถ้าปั้นดินน้ำมันทั้งก้อนเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยมและแผ่นบาง ๆ ดินน้ำมันรูปทรงดังกล่าวจะลอยน้ำหรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 2
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยนำดินน้ำมันที่ปั้นเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยมและแผ่นบาง ๆ มาทดสอบการลอยน้ำ จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 2 และเปรียบเทียบผลการคาดคะเนและผลที่ได้จากการทดลองว่าเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกันว่า ดินน้ำมันที่ปั้นเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยมและแผ่นบาง ๆ สามารถลอยน้ำได้หรือไม่ จากนั้นร่วมกันออกแบบรูปทรงของดินน้ำมันที่สามารถลอยน้ำได้ โดยการร่างภาพลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 3
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการปั้นดินน้ำมันให้เป็นรูปทรงตามที่ออกแบบไว้ แล้วทดสอบการลอยน้ำ โดยสามารถปรับปรุงชิ้นงานได้จนกว่าดินน้ำมันจะลอยน้ำ

- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำดินน้ำมันที่ลอยน้ำไปซึ่งมวลพร้อมบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 4 และ ข้อ 5
- นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใดดินน้ำมันที่นักเรียนออกแบบจึงลอยน้ำได้ ทั้ง ๆ ที่มีมวลเท่าเดิม โดยการศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แรงพยุง จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 6

กิจกรรมที่ 2 วัดถุอยู่สูงหรือต่ำมีผลต่อการทรงตัวของเรืออย่างไร

- นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การบรรจุทุกสิ่งของที่ชั้นบนของเรือกับชั้นล่างของเรือ จะมีผลต่อความสามารถในการลอยอยู่ในแนวระดับของเรือหรือไม่ อย่างไร
- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่า จะสามารถวางดินน้ำมันก้อนเล็กทรงกลม 4 ก้อน ที่เรือสองชั้นได้รูปแบบไหนบ้าง โดยให้วาดรูป 4 รูปแบบ ลงในใบกิจกรรมที่ 2
- นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่า การวางดินน้ำมันก้อนเล็กทรงกลม 4 ก้อน ที่เรือสองชั้นแต่ละรูปแบบ จะทำให้เรือทรงตัวอยู่ได้หรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 2
- นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการสร้างเรือ 2 ชั้นตามแบบ แล้วทำการทดลองโดยนำดินน้ำมันก้อนเล็กทรงกลม 4 ก้อน ไปวางที่เรือสองชั้นตำแหน่งต่าง ๆ จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 2 และเปรียบเทียบผลการคาดคะเนและผลที่ได้จากการทดลองว่าเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
- นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใด ตำแหน่งที่บรรจุทุกสิ่งของบนเรือจึงมีผลต่อการทรงตัวของเรือ โดยการศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ศูนย์ถ่วง จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 2

กิจกรรมที่ 3 บรรทุกสิ่งของได้เท่าใด

- นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า จะหาปริมาณสิ่งของที่จะบรรจุทุกเข้าไปในขวดพลาสติกได้มากที่สุดเท่าไร โดยที่ขวดยังสามารถลอยน้ำได้ โดยศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แรงพยุง และ ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ความหนาแน่น
- นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น (ρ) มวล (m) และปริมาตร (V) ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 1
- นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงพยุง (F_b) ความหนาแน่นของของเหลว (ρ) ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ (V) และขนาดของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 2
- นักเรียนบอกความหนาแน่นของน้ำโดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 3
- นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ แล้วแสดงวิธีการหาปริมาตรของขวดพลาสติกลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 4
- นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงวิธีการหาปริมาณสิ่งของที่จะบรรจุทุกเข้าไปในขวดพลาสติกได้มากที่สุดโดยที่ขวดยังสามารถลอยน้ำได้ ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 5

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบผลการคำนวณโดยการนำดินน้ำมันบรรจุลงไปในช่วงพลาสติกให้ได้มวลตามที่คำนวณไว้ แล้วไปทดสอบการลอยน้ำ จากนั้นบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 6
8. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมนี้ มาคาดการณ์ว่า ถ้าพิจารณาความสามารถในการบรรจุสิ่งของของแพที่ใช้ช่วงพลาสติกเป็นท่อนจำนวนต่าง ๆ จะสามารถบรรจุดินน้ำมันได้มากที่สุดเท่าใด โดยบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 7 และ ข้อ 8

กิจกรรมที่ 4 วางวัตถุอย่างไรให้เรือสามารถทรงตัวอยู่ได้

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การบรรจุสิ่งของที่ระดับเดียวกัน แต่วางในบริเวณต่าง ๆ ของเรือ เช่น กลางเรือ ขอบเรือ จะมีผลต่อความสามารถในการลอยอยู่ในแนวระดับของเรือหรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่า จะสามารถวางดินน้ำมัน 2 ก้อนในบริเวณต่าง ๆ ของกล่องพลาสติกใส่นี้ที่เปรียบเสมือนว่าเป็นเรือ ได้รูปแบบใดบ้าง พร้อมทั้งคาดคะเนว่า การวางดินน้ำมัน 2 ก้อนที่บริเวณดังกล่าว จะทำให้เรือทรงตัวอยู่ได้หรือไม่ จากนั้นบันทึกแบบร่างและผลการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 4
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบวางดินน้ำมันที่ตำแหน่งต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 4
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใดตำแหน่งที่บรรจุสิ่งของบนเรือในระดับเดียวกันจึงมีผลต่อการทรงตัวของเรือ โดยการศึกษาใบความรู้ที่ 5 เรื่องโมเมนต์ของแรง จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 4

ตอนที่ 2 สร้างแพ

1. นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแพ โดยมีค่าใช้จ่ายในการสร้างแพดังนี้
 - ขวดพลาสติก ราคา 5 บาท
 - แผ่นพลาสติกลูกฟูก ราคา 8 บาท
 - ไม้ไอศกรีม ราคา 1 บาท
 - กระดาษกาวสำหรับยึดติด ไม่คิดค่าใช้จ่าย
2. นักเรียนศึกษาเงื่อนไขในการบรรจุสิ่งของบนแพที่สร้างขึ้น ดังนี้
 - แพที่สร้างขึ้นจะต้องลอยอยู่ในกะละมังที่ใส่น้ำ โดยที่แพจะต้องไม่สัมผัสกับขอบหรือก้นของกะละมัง
 - สิ่งของที่บรรจุลงบนแพที่สร้างขึ้น คือ ดินน้ำมัน ซึ่งจะมีการเพิ่มปริมาณการบรรจุทุกครั้งละ 1 ก้อน โดยไม่มีการเปลี่ยนรูปและปรับแต่งรูปร่างของดินน้ำมัน
 - การบรรจุดินน้ำมัน 1 ก้อน ได้รับเงินจำนวน 10 บาท
 - นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องคาดการณ์ปริมาณดินน้ำมันที่แพจะสามารถบรรจุได้โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมที่ 3 ถ้าปริมาณดินน้ำมันที่คาดการณ์ว่าจะบรรจุได้เท่ากับปริมาณที่บรรจุได้จริง จะได้เงินโบนัส 15 บาท

- หลังจากได้รับโบนัสแล้ว ถ้าบรรทุกดินน้ำมันได้เพิ่มจะได้เงิน 5 บาท
 - พาหนะจะต้องบรรทุกดินน้ำมันให้ลอยอยู่บนน้ำได้ อย่างน้อย 5 วินาที จึงจะสามารถเพิ่มปริมาณดินน้ำมันในลำดับต่อไปได้
 - ในการบรรทุกดินน้ำมันแต่ละรอบ สามารถทำซ้ำได้รอบละ 2 ครั้ง เมื่อครบ 2 ครั้งแล้วยังไม่สามารถบรรทุกได้ ให้ถือว่าปริมาณดินน้ำมันในลำดับก่อนหน้าเป็นปริมาณที่บรรทุกได้สูงที่สุด
 - ห้ามส่วนใดส่วนหนึ่งของก้อนดินน้ำมันที่วางบนแพที่สร้างขึ้นสัมผัสกับน้ำ
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่างแบบเรือที่จะสร้างขึ้น พร้อมบอกปริมาณวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ คำนวณค่าใช้จ่าย และคาดการณ์ปริมาณสิ่งของที่จะบรรทุกได้ โดยบันทึกในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 1 2 และ 3
 4. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือสร้างแพโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มออกแบบไว้
 5. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบแพที่สร้างขึ้นและบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 4
 6. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการออกแบบและสร้างแพ และผลการทดสอบแพ
 7. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำกิจกรรมในประเด็นดังต่อไปนี้
 - แพที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถบรรทุกสิ่งของได้ปริมาณมากและคุ้มค่าในการสร้างหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
 - ลักษณะของแพที่สามารถบรรทุกสิ่งของได้ปริมาณมาก ๆ และคุ้มค่าในการสร้างเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
 - แพที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถบรรทุกของได้จำนวนเท่ากับที่คาดการณ์หรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
 - วิธีการที่ดีที่สุดที่ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณสิ่งของที่บรรทุกได้ให้แม่นยำคืออะไร
 8. นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 5
 9. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างแพ เรือ และโป๊ะ ในชีวิตจริง



สื่อและแหล่งเรียนรู้

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

ใบกิจกรรมที่ 1

ทำดินน้ำมันให้ลอยน้ำได้อย่างไร

- 1. มวลของก้อนดินน้ำมัน คือกรัม
- 2. เมื่อนำดินน้ำมันที่ปั้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ ไปวางที่ผิวน้ำ ดินน้ำมันลอยน้ำหรือไม่

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

- 3. วาดรูปทรงของดินน้ำมันที่สามารถลอยน้ำได้



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

.....

6. เพราะเหตุใดดินน้ำมันในข้อ 3 จึงสามารถลอยน้ำได้

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2

วัตถุอยู่สูงหรือต่ำมีผลต่อการทรงตัวของเรืออย่างไร

จงออกแบบการทดสอบการทรงตัวของเรือจากการนำดินน้ำมันทรงกลมขนาดเล็ก 4 ก้อน ไปวางบนเรือที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ

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

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 3

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 แบ่งเป็นมวลของขวดพลาสติกเท่ากับ และมวลของดินน้ำมันเท่ากับ ผลการทดสอบการลอยน้ำพบว่า
7. มวลของดินน้ำมัน 1 ก้อน ที่จะบรรทุกบนแพที่สร้างขึ้น มีค่าเท่ากับ

8. ถ้าพิจารณาเฉพาะความสามารถในการบรรจุทุกสิ่งของของขวดพลาสติก แพทย์ใช้ขวดพลาสติกเป็นหุ่นจำนวนต่อไปนี สามารถบรรจุดินน้ำมันได้มากที่สุดเท่าใด

จำนวนขวด (อัน)	มวลที่บรรจุได้มากที่สุด (กรัม)	จำนวนดินน้ำมันที่บรรจุ (ก้อน)	จำนวนขวด (อัน)	มวลที่บรรจุได้มากที่สุด (กรัม)	จำนวนดินน้ำมันที่บรรจุ (ก้อน)
1			5		
2			6		
3			7		
4			8		

ใบกิจกรรมที่ 4

วางวัตถุอย่างไรให้เรือสามารถทรงตัวอยู่ได้

จงออกแบบการทดสอบเสถียรภาพของเรือจากการวางดินน้ำมัน 2 ก้อน ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ

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

สรุปผล

.....

.....

.....

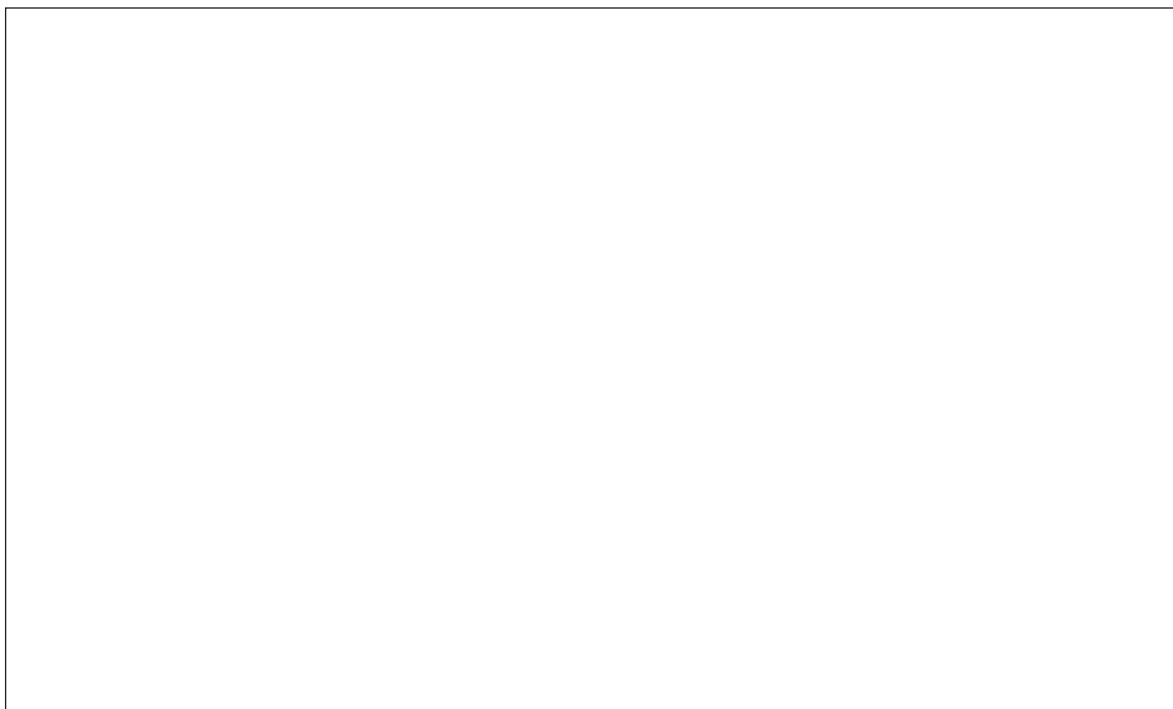
.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 5

การสร้างแพเพื่อบรรทุกสิ่งของ

1. แบบร่าง



2. รายการวัสดุและอุปกรณ์

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

3. การคำนวณหาปริมาณดินน้ำมันที่บรรทุกได้

จากการคำนวณ พาหนะทางน้ำของนักเรียน สามารถบรรทุกดินน้ำมันได้มากที่สุด เท่ากับ..... ก้อน

วิธีการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ผลการทดสอบ

กลุ่มที่	จำนวนเงินที่ใช้ (บาท)	จำนวนเงินที่ได้ (บาท)	รวม (บาท)	โบนัส (บาท)

หมายเหตุ: บรรทุกสิ่งของ 1 ชิ้น (ดินน้ำมัน 1 ก้อน) ได้รับเงิน 10 บาท

หากปริมาณดินน้ำมันที่คาดการณ์ว่าจะบรรทุกได้เท่ากับปริมาณที่บรรทุกได้จริง ได้เงินโบนัส 15 บาท

5. อภิปรายผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

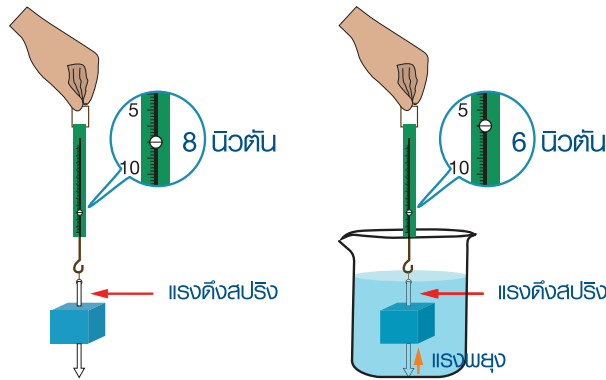
.....

.....

ใบความรู้ที่ 1

แรงพยุง

สารไม่ว่าจะอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ล้วนต้องการที่อยู่ หรือการครองที่ ในกรณีที่ของแข็งอยู่ในของเหลว จะเกิดแรงดันจากของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จม แรงดังกล่าวเป็นสาเหตุทำให้การชั่งน้ำหนักวัตถุในของเหลวน้อยกว่าเมื่อชั่งในอากาศ ดังภาพ 1.1

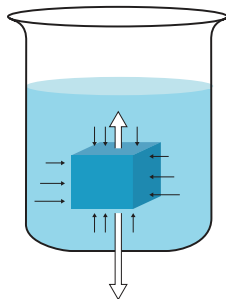


ก) ชั่งวัตถุในอากาศ

ข) ชั่งวัตถุในน้ำ

ภาพ 1.1 การเปรียบเทียบน้ำหนักของวัตถุเมื่อชั่งในอากาศกับชั่งในน้ำ

พิจารณากรณีวัตถุจมนิ่งอยู่ในของเหลวทั้งก้อน ดังภาพ 1.2 ที่ของเหลวระดับเดียวกันจะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อวัตถุขนาดเท่ากันในทุกทิศทางกับผิวของวัตถุ 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 ρ คือ ความหนาแน่นของของเหลว มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3)

V คือ ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร (m^3)

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

F_B คือ ขนาดของแรงพยุง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

เมื่อนำวัตถุต่าง ๆ ไปวางในของเหลว จะพบว่า วัตถุบางชนิดจมลงในของเหลวทั้งก้อน แต่บางชนิดจมบางส่วนและมีบางส่วนลอยพ้นผิวของของเหลว เมื่อวัตถุเหล่านั้นอยู่ในของเหลวจะมีแรงพยุงกระทำอยู่เสมอ วัตถุที่จมในของเหลวแสดงว่า น้ำหนักของวัตถุมากกว่าแรงพยุงในของเหลว และวัตถุที่ลอยในของเหลวแสดงว่าแรงพยุงในของเหลวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ การเพิ่มแรงพยุงสามารถทำได้โดยการทำให้วัตถุแทนที่ของเหลวมีปริมาตรมากขึ้นเป็นผลทำให้วัตถุลอยในของเหลวได้ เช่น ดินน้ำมันซึ่งเป็นวัตถุที่จมน้ำ แต่เมื่อนำมาปั้นเป็นวัตถุที่มีที่ว่างตรงกลาง ทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น เมื่อวางบนผิวน้ำจะแทนที่น้ำได้มากขึ้น 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 โดยมีปริมาตรส่วนที่จมนลงในน้ำเป็น 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนักของวัตถุนี้มีค่าเป็นเท่าใด ถ้ากำหนดให้ ความหนาแน่นของน้ำมีค่าเท่ากับ $1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

วิธีทำ ในกรณีวัตถุลอยในน้ำ ดังนี้

ขนาดน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน = ขนาดของแรงพยุง

$$mg = \rho Vg$$

$$m = \rho V$$

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

แทนค่าจะได้

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

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

ตอบ น้ำหนักของวัตถุเท่ากับ 150 กรัม

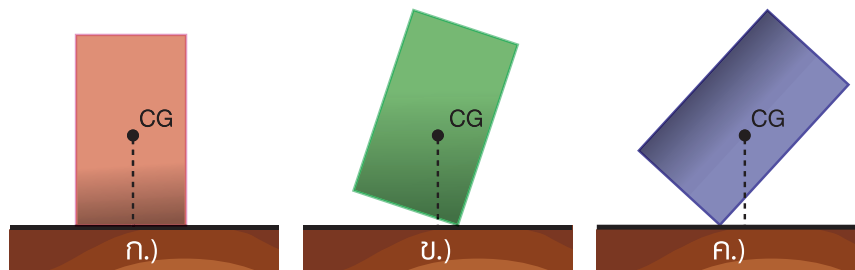
ใบความรู้ที่ 2

ศูนย์ถ่วง

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

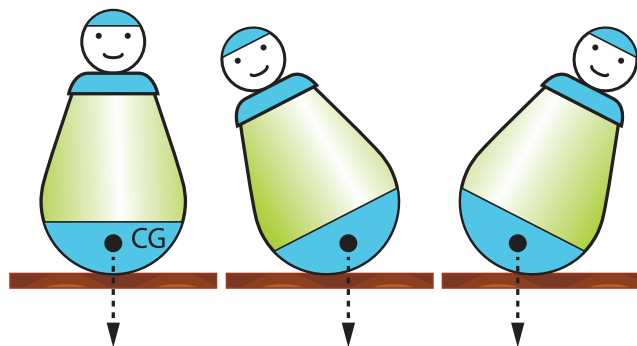
ศูนย์ถ่วง เปรียบเสมือนจุดที่แรงลัพธ์ของแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุ ซึ่งในสถานการณ์ทั่วไป ศูนย์ถ่วงมวลกับศูนย์ถ่วงจะเป็นจุดเดียวกัน โดยเฉพาะเมื่อวัตถุอยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ยกเว้นแต่ในกรณีที่วัตถุมีขนาดใหญ่มาก ๆ จนแต่ละส่วนของวัตถุนั้นอยู่ในสนามโน้มถ่วงที่ไม่เท่ากัน เช่น ภูเขาสูง ๆ สนามโน้มถ่วงที่บริเวณส่วนล่างของภูเขาที่อยู่ใกล้ผิวโลกจะมีค่ามาก 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 ρ (อ่านว่า โร “rho”) เป็นความหนาแน่นของสาร จะได้

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

ความหนาแน่น มีหน่วย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3)

ตาราง 1 ความหนาแน่นของสารบางชนิดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ

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

สาร	ความหนาแน่น (kg/m^3)
<i>ของเหลว</i>	
ปรอท	13.6×10^3
น้ำทะเล	1.03×10^3
น้ำ (4 °C)	1.00×10^3
<i>แก๊ส</i>	
อากาศ	1.29
ฮีเลียม	0.179
คาร์บอนไดออกไซด์	1.98

ตัวอย่าง เหล็กทรงลูกบาศก์ภายในกลวง มีปริมาตร 0.80 ลูกบาศก์เมตร และมวล 1.00 กิโลกรัม เหล็กก้อนนี้มีความหนาแน่นเท่าใด

วิธีทำ จากสมการ

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

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

มวลของเหล็ก $m = 1.0 \text{ kg}$

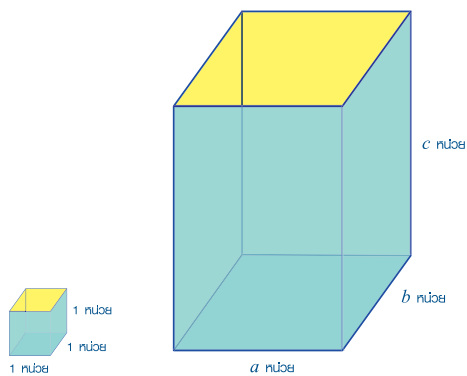
แทนค่าจะได้ $\rho = \frac{1.00 \text{ kg}}{0.80 \text{ m}^3} = 1.25 \text{ kg/m}^3$

ตอบ ความหนาแน่นของเหล็กทรงลูกบาศก์ภายในกลวงเท่ากับ 1.25 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ใบความรู้ที่ 4

การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ

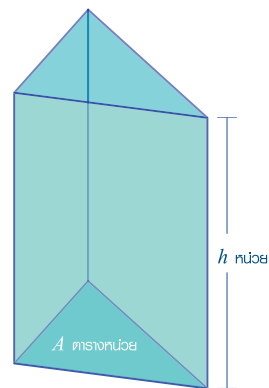
การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ เช่น ลูกบาศก์ ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย หรือ ทรงกลม เป็นการวัดค่าความจุของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น ๆ มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์หน่วย การหาปริมาตรหรือการวัดค่าความจุของรูปเรขาคณิตเป็นการหาว่าจะต้องใช้ลูกบาศก์ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง 1 หน่วย ในการตวงวัตถุ เช่น น้ำ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



การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ สามารถคำนวณได้ดังนี้

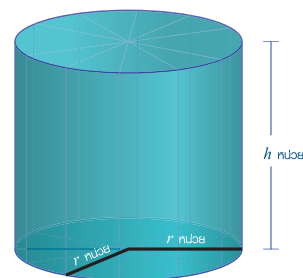
1) การหาปริมาตรปริซึม

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

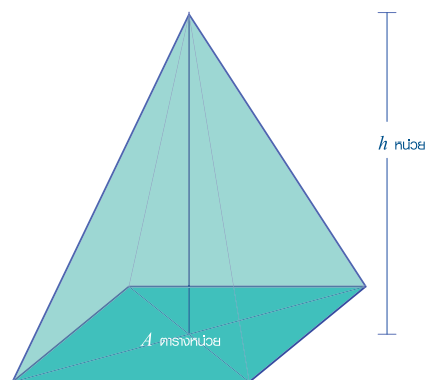


2) การหาปริมาตรทรงกระบอก

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

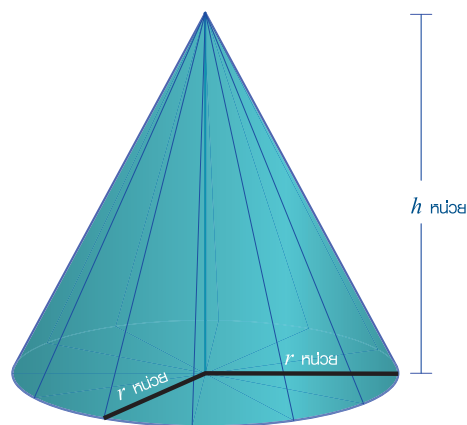


3) การหาปริมาตรพีระมิดตรง



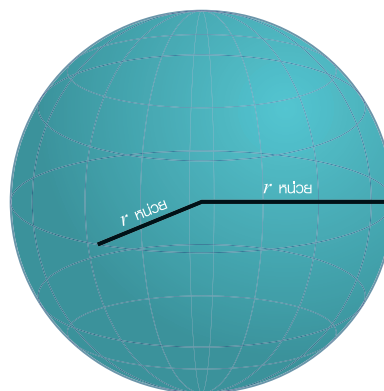
$$\text{ปริมาตรของพีระมิดตรง} = \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน (A)} \times \text{สูง (h)}$$

4) การหาปริมาตรกรวย



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

5) การหาปริมาตรทรงกลม



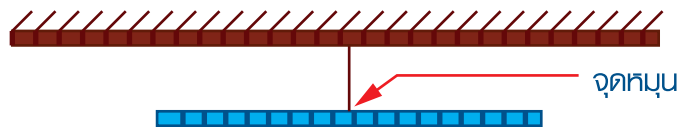
$$\text{ปริมาตรของทรงกลม} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

ใบความรู้ที่ 5

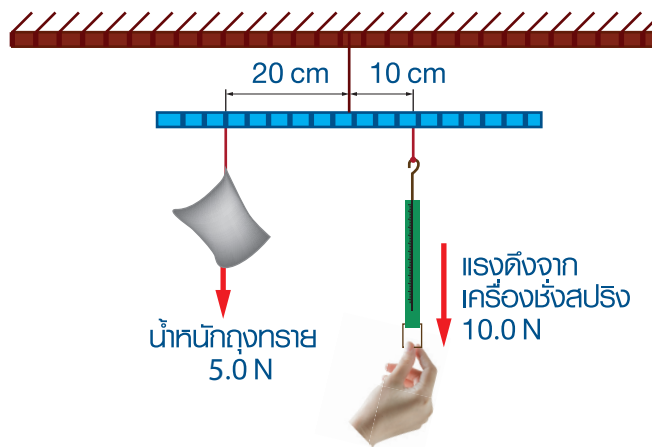
โมเมนต์ของแรง

ถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วแนวแรงนั้นผ่านจุดจุดหนึ่งซึ่งเสมือนเป็นที่รวมของวัตถุทั้งก้อน ซึ่งเรียกตำแหน่งนี้ว่า ศูนย์กลางมวล (Center of Mass) วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเคลื่อนที่โดยไม่หมุน 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 ถุง (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

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

จะเห็นได้ว่า คานจะอยู่ในสภาวะสมดุล เมื่อ ผลคูณระหว่างแรงที่ดึงคานลงกับระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรงทางด้านขวาของจุดหมุน จะมีค่าเท่ากับทางด้านซ้ายของจุดหมุน

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

โมเมนต์ของแรง = แรง \times ระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง

$$M = F l$$

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

โมเมนต์ของแรงที่ทำให้คานหมุนตามเข็มนาฬิกาอบจุดหมุน เรียกว่า โมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา ส่วนโมเมนต์ของแรงที่ทำให้คานหมุนทวนเข็มนาฬิกาอบจุดหมุน เรียกว่า โมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกา

เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อคาน แล้วผลรวมโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา คานจะอยู่ในสภาวะสมดุล เรียกว่า สมดุลต่อการหมุน

หลักการสมดุลมีการประยุกต์ใช้มากกว่า โดยเฉพาะการนำหลักการสมดุลไปใช้กับเครื่องกลอย่างง่าย เช่น คาน คีมตัดลวด ไขควง ล้อกับเพลลา และก้าน เป็นต้น ซึ่งเครื่องกลอย่างง่ายเหล่านี้สามารถผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน