



แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายวิชา ว30202 ฟิสิกส์ 2

ภาคเรียนที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สภาพสมดุล

เวลา 18 คาบ

แผนการเรียนรู้ที่ 14 ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง

เวลา 5 คาบ

1. ผลการเรียนรู้

- สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์กลางที่มีเสถียรภาพของวัตถุได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายความหมายศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางได้ (K)
- สามารถหาตำแหน่งของศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางได้ (P)
- รับผิดชอบหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

สารการเรียนรู้เพิ่มเติม	สารการเรียนรู้ท้องถิ่น
- เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทานในแนวระดับ ถ้าแนวแรงนั้นกระทำผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่โดยไม่หมุน	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เมื่อออกแรงในแนวระดับกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นลื่น แล้ววัตถุเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่ โดยไม่หมุน แนวแรงนั้นจะผ่าน ศูนย์กลางมวล และในกรณีที่วัตถุอยู่ในสนามโน้มถ่วงเดียวกัน ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร	1. มีวินัย

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการวิเคราะห์ 2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการสังเกต 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

 แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

คาบที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

- ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
- ครูทบทวนเนื้อหาเดิมของเรื่องที่ได้ศึกษามาแล้วก่อนหน้านี้ โดยการตั้งคำถามแล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ซึ่งครูจะยังไม่เฉลยว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด แต่จะถามย้ำ ๆ กับนักเรียนแต่ละคนไปเรื่อย ๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและความมั่นใจในคำตอบของตนเอง
- ครูสนทนากับนักเรียนต่อไปโดยถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 113 ว่า วัตถุทุกชนิดมีศูนย์ถ่วงหรือไม่ และอยู่ตำแหน่งใด และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่า หรือครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล
(แนวตอบ: วัตถุทุกชนิดที่อยู่ภายใต้สนามโน้มถ่วงจะมีศูนย์ถ่วง โดยทั่วไป เมื่อวัตถุทุกตำแหน่งจะอยู่ในสนามสนามโน้มถ่วงที่มีค่าประมาณเท่ากัน ศูนย์ถ่วงของวัตถุก็จะอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันกับศูนย์กลางมวล แต่ถ้าวัตถุมีความสูงหรือมีขนาดใหญ่มาก ๆ เมื่อวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ อาจมีสนามโน้มถ่วงที่ต่างกัน ซึ่งส่งผลให้ศูนย์ถ่วงของวัตถุไม่ได้อยู่ที่จุดเดียวกันกับศูนย์กลางมวล)
- ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยตั้งคำถามว่า นักเรียนรู้จักหอยเอนเมืองปืชาหรือไม่ มีลักษณะอย่างไร และทำไมหอยเอนเมืองปืชาจึงตั้งเอนอยู่โดยไม่ล้มลง เปิดโอกาสให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระ
- ครูกระตุ้นความสนใจต่อโดยการบอกให้นักเรียนนั่งตัวตรง เท้าวางตั้งฉากกับพื้น จากนั้นให้นักเรียนลองลุกขึ้นยืน แต่มีเงื่อนไขว่า ห้ามโน้มตัวมาข้างหน้า และห้ามเลื่อนเท้าเข้าหาเก้าอี้ ผลคือ นักเรียนไม่สามารถลุกจากเก้าอี้ได้ จากนั้นเปลี่ยนให้นักเรียนลุกขึ้นจากเก้าอี้ โดยโน้มตัวมาข้างหน้า ปรากฏ

ว่านักเรียนลุกขึ้นจากเก้าอี้ได้อย่างสบาย ครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคลว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น เพื่อทดสอบความเข้าใจ เบื้องต้น

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. จากการสาธิต การลุกจากเก้าอี้ ครูตั้งคำถามว่า เพราะเหตุใดเราจึงลุกจากเก้าอี้ไม่ได้ เมื่อนั่งตัวตรง และห้ามเลื่อนเท้าเข้าหาเก้าอี้ โดยให้นักเรียนร่วมกันสรุปตามความเข้าใจ
2. ครูทบทวนเกี่ยวกับสมดุลต่อการหมุนของวัตถุทั้งสมดุลสถิตและสมดุลจลน์ โดยการยกตัวอย่างจนได้ว่า วัตถุที่ไม่หมุนหรือกำลังหมุนด้วยอัตราเร็วเชิงมุมคงตัว จะอยู่ในสมดุลต่อการหมุน และเน้นว่าจะศึกษาเฉพาะกรณีที่ไม่หมุนก่อน
3. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันศึกษา เรื่อง ศูนย์กลางมวล จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 114
4. ครูสุ่มนักเรียนบางคู่ให้ออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่ออภิปรายสรุปผลการศึกษา เรื่อง ศูนย์กลางมวล
5. ครูสาธิตเพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจ โดยออกแรงดันลงทรายที่วางบนพื้นราบ จะพบตำแหน่งที่ออกแรงดันแล้วลงทรายไม่หมุนแต่เลื่อนไปข้างหน้าอย่างเดียว จากนั้นเปลี่ยนเป็นออกแรงดันด้านข้างของลงทรายอีกข้างหนึ่ง จนได้ตำแหน่งที่ออกแรงดันแล้วลงทรายเลื่อนแต่โดยไม่หมุน
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จนได้ข้อสรุปว่า ตำแหน่งที่ออกแรงกระทำต่อลงทราย ทำให้ลงทรายเลื่อนที่อย่างเดียวนั้นมีหลายแนวแรง แนวแรงเหล่านั้นจะไปผ่านจุด ๆ หนึ่ง ซึ่งเสมือนเป็นศูนย์กลางรวมของมวลวัตถุทั้งก้อน จึงเรียกว่า ศูนย์กลางมวล
7. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า การพิจารณาศูนย์กลางมวลนั้น ไม่จำเป็นต้องเป็นวัตถุก้อนเดียว อาจเป็นของระบบที่ประกอบด้วยวัตถุหลายก้อนก็ได้ ศูนย์กลางมวลจะอยู่ระหว่างวัตถุเหล่านั้นค่อนข้างใกล้ที่มีมวลมาก โดยประกอบกับ Simulation เรื่อง ศูนย์กลางมวล และ Interactive 3D เรื่อง ศูนย์กลางมวล
8. ครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า แนวแรงที่กระทำต่อวัตถุที่ผ่านศูนย์กลางมวลนั้น จะทำให้วัตถุเลื่อนที่เพียงอย่างเดียวไม่มีการหมุน แต่ถ้าแนวแรงที่กระทำต่อวัตถุไม่ผ่านศูนย์กลางมวล วัตถุจะมีการเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่และมีการหมุนเกิดขึ้นด้วย

ชั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

9. ครูให้นักเรียนกับเพื่อนที่เคยจับคู่กันเมื่อชั่วโมงที่แล้ว ร่วมกันศึกษา เรื่อง ศูนย์ถ่วง จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 115
10. ครูให้นักเรียนแต่ละคนจดบันทึกสาระสำคัญจากเรื่องที่กำลังศึกษาอยู่ ลงในสมุดประจำตัว
11. ครูเน้นย้ำให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับตุ้กวัดถ่วง จากกรอบ Physics in real life

อธิบายความรู้ (Explain)

12. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่ออภิปรายผลการศึกษา เรื่อง ศูนย์ถ่วง รวมถึงการอธิบาย หลักการสร้างตุ้กวัดถ่วง หรือวัตถุอื่น ๆ ที่นำหลักการของศูนย์ถ่วงไปใช้
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)
13. ครูทำการสาธิตเพื่ออธิบายความหมายของศูนย์ถ่วง โดยใช้ก้านไม้ขีดไฟ 2 ก้าน และช้อนส้อม 1 คู่ เสียบปลายช้อนเข้ากับซี่ของส้อม แล้วใช้ไม้ขีดไฟก้านหนึ่ง เอาปลายด้านหางไม้ขีดเสียบเข้าระหว่าง ซี่ของส้อม ใช้มือถือไม้ขีดไฟอีกก้านทางหาง แล้วเอาทางด้านหัวรองรับที่ปลายของไม้ขีดไฟด้านที่ เสียบกับช้อนส้อมในตำแหน่งที่จะทำให้อยู่ในสมดุลได้ โดยไม้ขีดไฟก้านบนอยู่ในแนวระดับ และ ก้านที่มีมือถืออยู่ในแนวตั้ง
14. ครูตั้งปัญหาให้นักเรียนคิดว่า เหตุใดช้อนส้อมจึงวางอยู่บนก้านไม้ขีดไฟโดยไม่ตก
15. ครูอธิบายเน้นย้ำเกี่ยวกับศูนย์ถ่วงหลังจากที่นักเรียนได้ร่วมกันศึกษาแล้วว่า ศูนย์ถ่วง และ ตำแหน่งของศูนย์ถ่วงเมื่อวัตถุวางอยู่ในลักษณะต่าง ๆ ร่วมกับ Interactive 3D เรื่อง ศูนย์ถ่วง
16. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่นักเรียนได้ลองทำกันไปทั้งการลุกขึ้นจากเก้าอี้ และก้านไม้ขีดไฟ กับช้อนส้อม จนได้ข้อสรุปว่า ศูนย์ถ่วงเป็นศูนย์กลางรวมน้ำหนักของวัตถุ เมื่อออกแรงดึงวัตถุผ่าน จุดนี้ วัตถุจะสมดุลอยู่ได้โดยไม่หล่นสู่พื้น ส่วนการลุกขึ้นจากเก้าอี้เมื่อนั่งตัวตรงไม่ได้ นั่น เนื่องจาก ศูนย์ถ่วงของคนอยู่นอกเท้าซึ่งเป็นฐานในการรับน้ำหนัก เมื่อพยายามลุกขึ้นเกิดโมเมนต์เนื่องจาก น้ำหนัก ทำให้ลุกขึ้นไม่ได้ แต่เมื่อโน้มตัวมาด้านหน้าและสอดเท้าเข้าใต้เก้าอี้ ศูนย์ถ่วงของคนจะอยู่ บริเวณเท้า เมื่อให้เท้าเป็นจุดหมุนจึงไม่เกิดโมเมนต์ที่ดึงคนกลับลงมาจึงลุกขึ้นจากเก้าอี้ได้

คาบที่ 3

ชั้นสอน

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

17. ครูนำสื่อการเรียนรู้เพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง มาเปิดให้นักเรียนดูเพื่อเป็นความรู้เสริมจากหนังสือเรียน เช่น นำวิดีโอจาก YouTube เรื่อง จุดศูนย์ถ่วง ที่ได้อธิบายเกี่ยวกับการลุกขึ้นจากเก้าอี้ (<https://www.youtube.com/watch?v=iRtpUBMuOr8>)
18. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 7.8 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 116
19. เมื่อนักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 7.8 เสร็จแล้ว ครูกำหนดโจทย์ปัญหาในลักษณะเดียวกัน ซึ่งครูอาจเปลี่ยนตัวแปรจากโจทย์ในตัวอย่างที่ 7.8 แล้วให้นักเรียนทำลงในสมุดบันทึกประจำตัว โดยครูกำหนดให้นักเรียนปิดหนังสือเรียน แสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ด้วยตนเองตามความเข้าใจ
20. ครูให้เวลานักเรียนแก้โจทย์ปัญหาสักครู่ โดยครูคอยสังเกตการณ์และให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนสงสัยหรือเกิดปัญหา
21. ครูสุ่มนักเรียนแบบครอบคลุมความสามารถ (เก่ง-ค่อนข้างเก่ง-ปานกลาง-อ่อน) ออกมาหน้าชั้นเรียน แล้วแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์จากโจทย์ที่ครูกำหนดให้ ตามที่ตนเองได้ทำลงในสมุดบันทึกประจำตัว
22. ครูอธิบายขั้นตอนและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาจากตัวอย่างที่ 7.8 และโจทย์ที่ครูกำหนดให้นักเรียนได้ลองทำ โดยครูแสดงวิธีการคำนวณบนกระดานหน้าชั้นเรียน
23. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 2 ข้อที่ได้ศึกษากันไปแล้ว
24. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 4.1 เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง จากแบบฝึกหัด ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

คาบที่ 4

ชั้นสอน

ขยายความเข้าใจ (Elaborate) (ต่อ)

25. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 7.9 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ เล่ม 2 หน้า 117 โดยจดบันทึกลงในสมุดประจำตัว
26. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่อแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ จากตัวอย่างที่ 7.9 บนกระดานหน้าชั้นเรียน
27. ครูนำวิดีโอจาก YouTube เช่น <https://www.youtube.com/watch?v=3uutWPPsHWA> มาเปิดหน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมนอกเหนือจากหนังสือเรียน

28. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันอย่างอิสระ กลุ่มละ 4-5 คน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาค้นคว้า สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง จากแหล่งข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

29. ครูแจกกระดาษปฏีพขนาด A1 ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น แล้วให้นักเรียนเขียนสรุปองค์ความรู้หรือสาระสำคัญ เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง ที่ได้ร่วมกันศึกษาทั้งจากหนังสือเรียน และแหล่งข้อมูลสารสนเทศ โดยครูกำหนดให้แต่ละกลุ่มยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางด้วยอย่างน้อย 1 สถานการณ์ เพื่อไม่ให้ซ้ำกับกลุ่มอื่น ๆ พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงามตามระดับความรู้ และความสามารถ

30. ครูสุ่มลำดับการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม แล้วให้สมาชิกแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนตามลำดับที่ครูกำหนดให้ และนำเสนอด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย และมีเทคนิคการนำเสนอที่น่าสนใจ

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน)

31. ครูนำสรุปผลการนำเสนอผลงาน และการยกตัวอย่างสถานการณ์เกี่ยวกับศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอไปแล้ว

32. ครูเน้นกับนักเรียนว่าการหาศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางนั้น หาได้โดยวิธีที่แตกต่างกัน ศูนย์ถ่วงหาได้จากการที่ออกแรงต้านน้ำหนักของวัตถุตรงตำแหน่งที่พอดีทำให้วัตถุสมดุล แนวแรงที่ต้านน้ำหนักของวัตถุจะผ่านศูนย์กลางพอดี แต่การหาศูนย์กลางมวลหาได้จากการออกแรงดันวัตถุแล้วทำให้วัตถุเลื่อนที่โดยไม่เกิดการหมุน แนวแรงนี้จะผ่านศูนย์กลางมวล

33. ครูให้ความรู้นักเรียนเกี่ยวกับศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง ของวัตถุรูปทรงเรขาคณิต และเน้นกับนักเรียนว่า ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางไม่จำเป็นต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน แต่โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน

34. ครูแจกใบงานที่ 7.4 เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง แล้วมอบหมายให้นักเรียนนำกลับไปศึกษา และลงมือทำการบ้าน นำกลับมาส่งครูในชั่วโมงถัดไป

35. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit question 7 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 132-139 เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง ลงในสมุดประจำตัว

36. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง ลงในกระดาษ A4

คาบที่ 5

ขั้นสรุป

ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจ หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาแล้ว เช่น

1) ศูนย์กลางมวลของวัตถุ คืออะไร

(แนวตอบ: ตำแหน่งที่มวลรวมของวัตถุอยู่ ซึ่งจุดนี้อาจจะอยู่ในหรือนอกวัตถุก็ได้)

2) ศูนย์ถ่วงของวัตถุ คืออะไร

(แนวตอบ: ตำแหน่งที่น้ำหนักรวมของวัตถุอยู่ ซึ่งจุดนี้อาจจะอยู่ในหรือนอกวัตถุก็ได้)

3) ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงของวัตถุใด ๆ จำเป็นต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกันหรือไม่

(แนวตอบ: ไม่จำเป็น แต่โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน)

ขั้นประเมิน

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 7.4 เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง
2. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 4.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7
3. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล การทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงาน
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง ที่นักเรียนได้สร้างขึ้น

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง	- ตรวจใบงานที่ 7.4 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 7.4 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 สภาพสมดุล
- 2) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 สภาพสมดุล
- 3) ใบงานที่ 7.4 เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง
- 4) PowerPoint เรื่อง สภาพสมดุล
- 5) กระดาษปฏีฟขนาด A1
- 6) Simulation เรื่อง ศูนย์กลางมวล
<https://www.aksorn.com/simulation/sci10015>
- 7) Interactive 3D เรื่อง ศูนย์กลางมวล
<https://www.aksorn.com/interactive3D/i600113>
- 8) Interactive 3D เรื่อง ศูนย์ถ่วง
<https://www.aksorn.com/interactive3D/i600118>

8.2 แหล่งการเรียนรู้

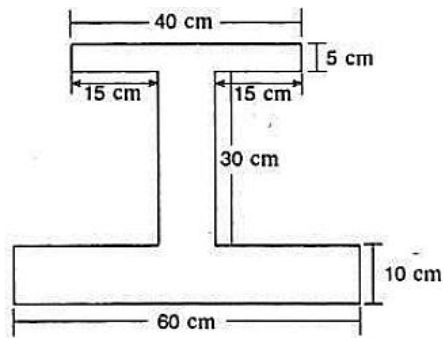
- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ
- 4) เว็บไซต์ <https://www.youtube.com/watch?v=iRtpUBMuOr8>
- 5) เว็บไซต์ <https://www.youtube.com/watch?v=3uutWPPsHWA>

ใบงานที่ 7.4

เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง

คำชี้แจง : แสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์

จากภาพ แผ่นโลหะสม่ำเสมอ จงหาว่าศูนย์กลางมวลโลหะแผ่นนี้อยู่ที่ตำแหน่งใด

[illegible]

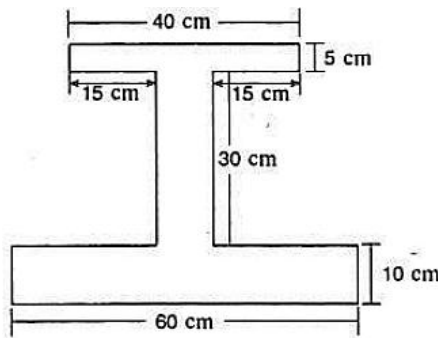
ใบงานที่ 7.4

เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง

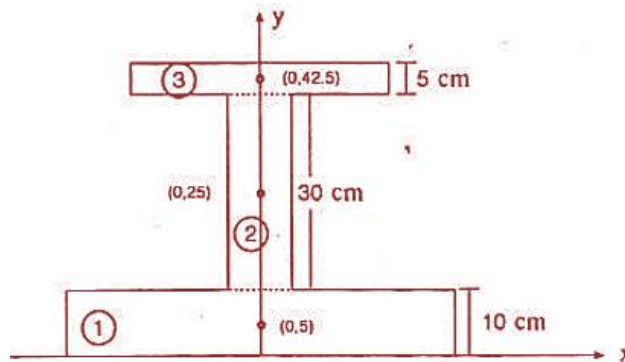
เฉลย

คำชี้แจง : แสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์

จากภาพ แผ่นโลหะสม่ำเสมอ จงหาว่าศูนย์กลางมวลโลหะแผ่นนี้อยู่ที่ตำแหน่งใด



- วิธีทำ 1. แบ่งพื้นที่แผ่นโลหะออกเป็นสามย่อย ๆ แล้วกำหนดจุดศูนย์กลางมวล (cm) ของแต่ละส่วนย่อยก่อน
2. กำหนดขนาดมวล (m) และขนาดพื้นที่ (A) จะได้ ดังภาพ



3. จากภาพ สามารถหาพื้นที่แต่ละส่วนย่อยของแผ่นโลหะได้ ดังนี้ พื้นที่ $A_1 = 60 \times 10 = 600$ เซนติเมตร พื้นที่ $A_2 = 10 \times 30 = 300$ เซนติเมตร พื้นที่ $A_3 = 5 \times 40 = 200$ เซนติเมตร
4. ระยะ $x_1 = x_2 = x_3 = 0$ และ $y_1 = 5$ เซนติเมตร $y_2 = 25$ เซนติเมตร $y_3 = 42.5$ เซนติเมตร
5. จากสมการ
- $$y_{cm} = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2 + A_3 y_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$
- $$y_{cm} = \frac{(600)(5) + (300)(25) + (200)(42.5)}{600 + 300 + 200}$$
- $$y_{cm} = \frac{3,000 + 7,500 + 8,500}{1,100}$$
- $$y_{cm} = 17.27 \text{ cm}$$
- ดังนั้น แผ่นโลหะนี้มีศูนย์กลางมวลอยู่ที่ตำแหน่ง (0, 17.27) เซนติเมตร

9. ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ

(นายพิทักษ์ แผงอ่อน)

ตำแหน่ง

10. บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

.....

.....

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

.....

.....

- ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

- แนวทางการแก้ไข

.....

.....