

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระฟิสิกส์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับรายวิชา ฟิสิกส์ 2 รหัสวิชา ว30202

ภาคเรียนที่ 2 เวลา 80 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 2 หน่วยกิต

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	1. อธิบายสมดุลกลของวัตถุโมเมนต์และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุนแรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง	• สมดุลกลเป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ ให้คงเดิมคือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว คงตัวหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว • วัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่คือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำ ต่อวัตถุเป็นศูนย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$ • วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุนหรือหมุนด้วย ความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่ กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n M_i = 0$ โดยโมเมนต์คำนวณได้จากสมการ $M = Fl$ • เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุแรงลัพธ์จะเท่ากับศูนย์ ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่แต่ไม่สมดุลต่อ การหมุน • การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ สามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์และ ผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุ อยู่ในสมดุล
	2. สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ	• เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่มีแรง เสียดทานในแนวระดับ ถ้าแนวแรงนั้นกระทำ ผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุวัตถุจะเคลื่อนที่ แบบเคลื่อนที่โดยไม่หมุน • วัตถุที่อยู่ในสภาวะโน้มถ่วงสม่ำเสมอศูนย์กลางมวล และศูนย์ถ่วงอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน ศูนย์ถ่วงของ วัตถุมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุ
	3. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่งรวมทั้งอธิบาย และคำนวณ กำลังเฉลี่ย	• งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณของ ขนาดของแรง และขนาดของการกระจัดกับโคไซน์ ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด ตามสมการ $W = F\Delta x \cos\theta$ หรือหาจากพื้นที่ ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่ง โดยแรงที่กระทำอาจเป็นแรงคงตัวหรือไม่คงตัว ก็ได้ • กำลังเฉลี่ยหาได้จาก $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$

	4. อธิบาย และคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงาน จลน์ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับ พลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริง กับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงาน จลน์และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจาก แรงลัพธ์	• พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน • พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ คำนวณได้จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ • พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่ง หรือรูปร่างของ วัตถุแบ่งออกเป็นพลังงานศักย์ โนมถ่วง คำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$ และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น คำนวณได้จากสมการ $E_{ps} = \frac{1}{2}kx^2$ • พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ตาม สมการ $E = E_k + E_p$ • แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับ เส้นทาง การ เคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วง และแรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์ • งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยงานของ แรงลัพธ์เท่ากับ พลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป ตามทฤษฎีบทงาน-พลังงาน จลน์เขียนแทนได้ ด้วยสมการ $W = \Delta E_k$
	5. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์และคำนวณปริมาณ ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง กับการเคลื่อนที่ ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	• ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรง อนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ พลังงานกล เขียน แทนได้ด้วยสมการ $E_k + E_p = \text{ค่าคงตัว}$ โดยที่พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ • กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้ม ถ่วงของโลก
	6. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกล อย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่อง งานและสมดุลกล รวมทั้ง คำนวณ ประสิทธิภาพและการได้เปรียบ เชิงกล	• การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียงลิ้ม สกรูและล้อกับเพลา ใช้หลักของงาน และสมดุลกลประกอบการ พิจารณาประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกล อย่างง่าย และประสิทธิภาพเครื่องกลคำนวณได้จากสมการ $Efficiency = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$ การได้เปรียบเชิงกล คำนวณได้จากสมการ $M.A. = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{S_{in}}{S_{out}}$

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
------	---------------	--------------------------

ม.4	7. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้ง อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม	• วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณ เวกเตอร์มีค่าเท่ากับ ผลคูณระหว่างมวล และความเร็วของวัตถุตั้งสมการ $\vec{p} = m\vec{v}$ • เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ • แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่าแรงดล โดยผลคูณของแรงดลกับเวลา เรียกว่า การดล ตามสมการ $\vec{I} = (\sum_{i=1}^n \vec{F}_i)\Delta t$ ซึ่งการดลอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงดลกับเวลา
	8. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบ ยึดหยุ่น ไม่ยึดหยุ่น และการติดตัวแยกจากกัน ในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม	• ในการชนกันของวัตถุและการติดตัวออกจากกัน ของวัตถุในหนึ่งมิติ เมื่อไม่มีแรงภายนอกมา กระทำ โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เขียนแทนได้ด้วย สมการ $\vec{p}_i = \vec{p}_f$ โดย $\vec{p}_i$ เป็นโมเมนตัมของระบบก่อนชน และ $\vec{p}_f$ เป็นโมเมนตัมของระบบหลังชน • ในการชนกันของวัตถุพลังงานจลน์ของระบบ อาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้การชนที่พลังงานจลน์ ของระบบคงตัวเป็นการชนแบบ ยึดหยุ่น ส่วนการชน ที่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยึดหยุ่น
	9. อธิบาย วิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	• การเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลาภายใต้สนามโน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วัตถุมีการเปลี่ยน ตำแหน่งในแนวตั้งและแนวนอนพร้อมกัน และเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ ในแนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำ จึงมีความเร็วไม่คงตัว ปริมาณต่างๆ มีความสัมพันธ์ ตามสมการ $v = u + at$ $\Delta y = \left(\frac{u + v}{2}\right)t$ $\Delta y = ut + \frac{1}{2}at^2$ $v^2 = u^2 + 2a\Delta y$
		ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวนอนไม่มีแรงกระทำ จึงมีความเร็วคงตัว ตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา มีความสัมพันธ์ตามสมการ $\Delta x = ut$

10. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้นและอัตราเร็วเชิงมุม มวล ของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้ การเคลื่อนที่แบบวงกลม ในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม	• วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม เรียกว่า วัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมี แรงลัพท์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดความเร่ง สู่ศูนย์กลางที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการ เคลื่อนที่และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ ซึ่งแรงสู่ศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ $F_c = \frac{mv^2}{r}$ • นอกจากนี้การเคลื่อนที่แบบวงกลมยังสามารถ อธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ซึ่งมีความสัมพันธ์ กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ $v = \omega r$ และแรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุม ตามสมการ $F_c = m\omega^2 r$ • ดาวเทียมที่โคจรในแนววงกลมรอบโลกมีแรงดึงดูด ที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดาวเทียมที่มีวงโคจรค้างฟ้าในระนาบของ เส้นศูนย์สูตรมีคาบการโคจรเท่ากับคาบการหมุนรอบตัวเองของโลก หรือมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับ อัตราเร็วเชิงมุมของตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียม จึงอยู่ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้บนพื้นโลกตลอดเวลา
---	--

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา 80 ชั่วโมง

จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับสมดุลกล ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง สมดุลต่อการเคลื่อนที่ สมดุลต่อการหมุน เสถียรภาพของวัตถุ งานและพลังงาน งานเนื่องจากแรงคงตัว งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว กำลัง พลังงานกล กฎการอนุรักษ์พลังงานกล เครื่องกล โมเมนตัมและการชน โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม การดล การอนุรักษ์โมเมนตัม การชนและการติดตัวแยกจากกัน การเคลื่อนที่แนวโค้ง การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล อภิปราย และการทดลอง เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารที่เรียนรู้มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายสมมูลกลของวัตถุ โมเมนตัม และผลรวมของโมเมนตัมที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมมูลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมมูลกล และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งทดลองและอธิบายสมมูลของแรงสามแรง
2. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ
3. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย
4. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์
5. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกลรวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล
6. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมมูลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล
7. อธิบายและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม
8. ทดลอง อธิบายและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการติดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม
9. อธิบาย วิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
10. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

รวม 10 ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชาฟิสิกส์ 2

จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รหัสวิชา ว30202

จำนวนเวลา 80 ชั่วโมง

ลำดับ	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
1	สมดุลกล	1. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง 2. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ	• สมดุลคือวัตถุที่สามารถรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิม สมดุลต่อการหมุนคือวัตถุจะไม่หมุน หรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว • จุดศูนย์ถ่วงคือ จุดที่แรงลัพธ์ของแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุสภาพยืดหยุ่นเป็นสมบัติของวัตถุที่เปลี่ยนรูปเมื่อถูกกลับคืนสู่สภาพเดิมเมื่อแรงหยุดกระทำ	18	12

ลำดับ	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
2	งานและพลังงาน	3. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย 4. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์และความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์	- เมื่อแรงคงตัวกระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุเกิดการกระจัด ถ้าแรงและการกระจัดมีทิศเดียวกันจะเกิดงาน - กำลังเฉลี่ยหาจากงานที่ทำได้ต่อหนึ่งหน่วยเวลา - พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน ผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ คือ พลังงานกล พลังงานจลน์ เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ - พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งหรือรูปร่างของวัตถุแบ่งออกเป็น พลังงานศักย์โน้มถ่วง - แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วงและแรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์ - งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยงานของแรงลัพธ์จะเท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไปตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์	20	16

ลำดับ	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
2	งานและพลังงาน	5. อธิบายกฎการอนุรักษ์และพลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล 6. อธิบายการทำงานประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงาน และ สมดุลกล รวมทั้ง คำนวณ ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล	• ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล • กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริงการเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก • การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลา ใช้หลักของงานและสมดุลกลประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลอย่างง่าย		

ลำดับ	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
3	โมเมนตัมและการชน	7. อธิบาย และคำนวณ โมเมนตัมของวัตถุและการดลจากสมการและจากพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม 8. ทดลอง อธิบายและคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการตีตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติ ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	- เมื่อวัตถุเคลื่อนที่จะมีโมเมนตัม ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลกับความเร็วของวัตถุ - เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้ โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น - แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล โดยผลคูณระหว่างแรงลัพธ์ดล กับช่วงเวลาที่แรงกระทำ เรียกว่า การดล - การชนในหนึ่งมิติ เป็นการชนที่แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันทั้งก่อนการชนและหลังการชน โดยโมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัว แต่พลังงานจลน์ของระบบอาจมีค่าคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การชนที่พลังงานจลน์ของระบบคงตัวเป็นการชนแบบยืดหยุ่น ส่วนการชนที่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น	18	12

ลำดับ	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
4	การเคลื่อนที่แนวโค้ง	9. อธิบาย วิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 10. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม	- การเคลื่อนที่แนวโค้ง พาราโบลาภายใต้สนามโน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศ เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวตั้งและแนวระดับพร้อมกัน สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำจึงมีความเร็วไม่คงตัว ปริมาณต่างๆ ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับไม่มีแรงกระทำ จึงมีความเร็วคงตัว - วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม ซึ่งมีแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลางที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการเคลื่อนที่และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ - ดาวเทียมที่โคจรในแนววงกลมรอบโลกจะมีแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง	16	10
รวมระหว่างภาค				72	50
กลางภาค				4	20
ปลายภาค				4	30
รวม				80	100

โครงการสอน
รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา 80 ชั่วโมง จำนวน 2 หน่วยกิต

แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิด/รูปแบบการสอน/ วิธีการสอน/เทคนิค	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมดุลกล				18	12
แผนที่ 1 สมดุลกล	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการทำงานร่วมกัน	- ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน - สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับสมดุลกล - ตรวจใบงาน เรื่อง สมดุลกล - ตรวจผังมโนทัศน์ สมดุลกล - ตรวจสอบฝึกหัด เรื่อง สมดุลกล	2	1
แผนที่ 2 ศูนย์กลางมวลและ ศูนย์ถ่วง	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	- ทักษะในการคำนวณ - ทักษะการคิดวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ และรู้เท่าทันเทคโนโลยี	- ตรวจสอบทดสอบ เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง ผ่านโปรแกรม jeopardy labs - ตรวจชิ้นงานรูปร่างไม่สมมาตร และเขียนวิธีการหาศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง - ตรวจใบงาน เรื่อง ศูนย์กลางมวล - ตรวจสอบฝึกหัด เรื่อง ศูนย์กลางมวล	2	2
แผนที่ 3 สมดุลต่อการเลื่อนที่	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการทำงานร่วมกัน	- ตรวจสอบการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับสมดุลต่อการเลื่อนที่ - สังเกตการทำกิจกรรมสมดุลของแรงสามแรง - ตรวจสอบฝึกหัด เรื่อง สมดุลต่อการเลื่อนที่ - ตรวจใบงาน เรื่อง สมดุลต่อการเลื่อนที่	4	2

แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิด/รูปแบบการสอน/ วิธีการสอน/เทคนิค	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมดุลกล				18	12
แผนที่ 4 โมเมนต์ของแรง	การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็น ฐาน GBL (Games-Based Learning)	- ทักษะการทดลอง - ทักษะในการคำนวณ - ทักษะการคิดวิเคราะห์ - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ และรู้เท่าทันเทคโนโลยี	- สังเกตการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม Squid Game Moment of force - ตรวจคำตอบใบงาน เรื่อง โมเมนต์ของแรง ผ่านโปรแกรม Live Worksheet - ตรวจใบบันทึกกิจกรรม Squid Game Moment of force - ตรวจการแก้ปัญหาท้าทาย - สังเกตพฤติกรรม	2	3
แผนที่ 5 โมเมนต์ของแรงคู่ควบ	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	- ทักษะในการคำนวณ - ทักษะการคิดวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ และรู้เท่าทันเทคโนโลยี	- ตรวจแบบทดสอบ เรื่อง โมเมนต์ของแรงคู่ควบ - ตรวจใบงาน เรื่อง โมเมนต์ของแรงคู่ควบ - ตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง โมเมนต์ของแรงคู่ควบ	4	2
แผนที่ 6 เสถียรภาพของวัตถุ	วิธีการสอนโดยใช้การทดลอง (Experiment))	- ทักษะการทดลอง - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณ	- สังเกตการอภิปรายผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ - ประเมินทักษะการทดลองด้วยแบบประเมินทักษะการทดลอง - ตรวจใบงาน เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ	4	2

แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิด/รูปแบบการสอน/ วิธีการสอน/เทคนิค	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง งานและพลังงาน				20	16
แผนที่ 7 งานเนื่องจากแรงคงตัว	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และรู้เท่าทันเทคโนโลยี	- ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน - ตรวจใบงาน เรื่อง งานเนื่องจากแรงคงตัว - ตรวจสอบฝึกหัด เรื่อง งานเนื่องจากแรงคงตัว - สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับกำลังจากการทดลองใช้สถานการณ์จำลองผ่านโปรแกรม cK-12 Physics Simulation	2	2
แผนที่ 8 งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	- ทักษะการคิดวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และรู้เท่าทันเทคโนโลยี - ทักษะในการคำนวณ	- ตรวจคำถามตรวจสอบความเข้าใจ เรื่อง งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว - ตรวจใบงาน เรื่อง งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว - สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับงานเนื่องจากแรงไม่คงตัวจากการทดลองใช้สถานการณ์จำลองผ่านโปรแกรม cK-12 Physics Simulation	2	2
แผนที่ 9 กำลัง	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และรู้เท่าทันเทคโนโลยี - ทักษะในการคำนวณ	- สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับกำลังจากการทดลองใช้สถานการณ์จำลองผ่านโปรแกรม PhET - ตรวจใบงาน เรื่อง กำลัง - ตรวจสอบฝึกหัด เรื่อง กำลัง	2	2

แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิด/รูปแบบการสอน/ วิธีการสอน/เทคนิค	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง งานและพลังงาน (ต่อ)				20	16
แผนที่ 10 พลังงานกล	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และรู้เท่าทันเทคโนโลยี - ทักษะการคำนวณ - ทักษะการสังเกต	- ตรวจใบงาน เรื่อง พลังงานกล - ตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง พลังงานกล - สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานจลน์จากการทดลองใช้สถานการณ์จำลองผ่านโปรแกรม CK-12 Physics Simulation - สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานศักย์จากการทดลองใช้สถานการณ์จำลองผ่านโปรแกรม PBS LEARNINGMEDIA	4	2
แผนที่ 11 การอนุรักษ์พลังงานกล	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการคำนวณ - ทักษะการสังเกต	- ตรวจคำถามตรวจสอบความเข้าใจ เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานกล - ตรวจใบงาน เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานกล - ตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานกล	4	2
แผนที่ 12 เครื่องกล	การสอนแบบกระตุ้ม 5 เม็ด Model	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และรู้เท่าทันเทคโนโลยี - ทักษะในการคำนวณ - ทักษะการแก้ปัญหา - ทักษะการวิเคราะห์	- ตรวจคำถามตรวจสอบความเข้าใจ เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย - ประเมินการนำเสนอผลงาน เรื่อง เครื่องกล - ตรวจแบบทดสอบ เรื่อง เครื่องกล โดย Quizizz - ตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง เครื่องกล - สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับเครื่องกลจากการทดลองใช้สถานการณ์จำลองผ่านโปรแกรม PhET	6	6

แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิด/รูปแบบการสอน/ วิธีการสอน/เทคนิค	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โมเมนตัมและการชน				18	12
แผนที่ 13 โมเมนตัม	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการคำนวณ - ทักษะการสังเกต	- ตรวจใบงาน เรื่อง โมเมนตัม - ตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง โมเมนตัม - สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับโมเมนตัม	2	2
แผนที่ 14 แรงและการเปลี่ยน โมเมนตัม	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการคำนวณ - ทักษะการสังเกต	- ตรวจใบงาน เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม - ตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม - สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม	2	2
แผนที่ 15 การดล	วิธีการสอนโดยใช้การทดลอง (Experiment)	- ทักษะการทดลอง - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณ - ทักษะการคำนวณ	- สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับการดล - ประเมินทักษะการทดลองด้วยแบบประเมิน ทักษะการทดลอง - ตรวจใบงาน เรื่อง การดล - ตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง การดล	4	2
แผนที่ 16 การอนุรักษ์โมเมนตัม	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการคำนวณ - ทักษะการสังเกต	- ตรวจใบงาน เรื่อง การอนุรักษ์โมเมนตัม - ตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง การอนุรักษ์โมเมนตัม - สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับการอนุรักษ์โมเมนตัม	2	2

แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิด/รูปแบบการสอน/ วิธีการสอน/เทคนิค	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โมเมนต์และการชน (ต่อ)				18	12
แผนที่ 17 การชนของวัตถุในหนึ่งมิติ	วิธีการสอนโดยใช้การทดลอง (Experiment))	- ทักษะการทดลอง - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณ - ทักษะการคำนวณ	- สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับการชนของวัตถุใน หนึ่งมิติ - ประเมินทักษะการทดลองด้วยแบบประเมิน ทักษะการทดลอง - ตรวจใบงาน เรื่อง การชนของวัตถุในหนึ่งมิติ - ตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง การชนของวัตถุในหนึ่งมิติ	4	2
แผนที่ 18 การติดตัวแยกจากกันของ วัตถุในหนึ่งมิติ	วิธีการสอนโดยใช้การทดลอง (Experiment))	- ทักษะการทดลอง - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณ - ทักษะการคำนวณ	- สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับการติดตัวแยกจากกัน ของวัตถุในหนึ่งมิติ - ประเมินทักษะการทดลองด้วยแบบประเมิน ทักษะการทดลอง - ตรวจใบงาน เรื่อง การติดตัวแยกจากกันของวัตถุ ในหนึ่งมิติ - ตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง การติดตัวแยกจากกันของ วัตถุในหนึ่งมิติ - ตรวจคำถามตรวจสอบความเข้าใจ เรื่อง การติด ตัวแยกจากกันของวัตถุในหนึ่งมิติ	4	2

แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิด/รูปแบบการสอน/ วิธีการสอน/เทคนิค	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง				16	10
แผนที่ 19 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	วิธีการสอนโดยใช้การทดลอง (Experiment))	- ทักษะการทดลอง - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณ - ทักษะการคำนวณ - ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ และรู้เท่าทันเทคโนโลยี	- สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จากการใช้สถานการณ์จำลองผ่านโปรแกรม PhET - ประเมินการอภิปรายเกี่ยวกับเงื่อนไขการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จากการทดลองกิจกรรมการเคาะไม้บรรทัดให้เหรียญตก - ประเมินทักษะการทดลองด้วยแบบประเมินทักษะการทดลอง - ตรวจใบงาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ - ตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	8	6
แผนที่ 20 การเคลื่อนที่แบบวงกลม	แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการคำนวณ - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทำงานร่วมกัน	- ตรวจใบงาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม - ตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม - สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมผ่านกิจกรรม Marble Gravitation - ตรวจผังมโนทัศน์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม	6	3
แผนที่ 21 การเคลื่อนที่ของดาวเทียม	การสอนแบบอุปนัย	- ทักษะการทดลอง - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการนำความรู้ไปใช้	- สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของดาวเทียม - ตรวจใบงาน เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม - ตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม	2	1

แผนการวัดผลประเมินผลรายวิชา
รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา 80 ชั่วโมง จำนวน 2 หน่วยกิต

การวัดผลการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่	การวัดผลระหว่างเรียน			
	ก่อนกลางภาค (28 คะแนน)	หลังกลางภาค (22 คะแนน)	กลางภาค (20 คะแนน)	ปลายภาค (30 คะแนน)
1	18			
2	12			
			20	
3		12		
4		10		
				30
รวม	50		20	30
รวมตลอดภาคเรียน	100			

การประเมินผลการเรียนรู้

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระดับผลการเรียน	ความหมาย	ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ
4	ดีเยี่ยม	80 – 100
3.5	ดีมาก	75 – 79
3	ดี	70 – 74
2.5	ค่อนข้างดี	65 – 69
2	น่าพอใจ	60 – 64
1.5	พอใช้	55 – 59
1	ผ่าน	50 – 54
0	ต่ำกว่าเกณฑ์	0 – 49

การวัดผลคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัดผลคุณลักษณะอันพึงประสงค์ รวม 100 คะแนน พิจารณาจาก

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| [✓] ข้อที่ 1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ | [✓] ข้อที่ 5 อยู่อย่างพอเพียง |
| [✓] ข้อที่ 2 ซื่อสัตย์สุจริต | [✓] ข้อที่ 6 มุ่งมั่นในการทำงาน |
| [✓] ข้อที่ 3 มีวินัย | [✓] ข้อที่ 7 รักความเป็นไทย |
| [✓] ข้อที่ 4 ใฝ่เรียนรู้ | [✓] ข้อที่ 8 มีจิตสาธารณะ |

การประเมินผลคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมินผลคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. เกณฑ์การประเมิน คือ ดีเยี่ยม (3) ดี (2) ผ่าน (1) และไม่ผ่าน (0)
2. เกณฑ์ผ่าน คือ ค่าฐานนิยมของแต่ละระดับ ถ้าไม่ผ่าน (0) ข้อใดข้อหนึ่ง ผลรวม คือ ไม่ผ่าน

ระดับคุณภาพ	ความหมาย	ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ
3	ดีเยี่ยม	80 – 100
2	ดี	70 – 79
1	ผ่านเกณฑ์	50 – 69

การวัดผลการอ่านคิดวิเคราะห์และเขียน

การวัดผลการอ่านคิดวิเคราะห์และเขียน รวม 100 คะแนน พิจารณาจาก

- [✓] 1. สามารถอ่านเพื่อการศึกษาเพิ่มพูนความรู้ ประสบการณ์และการประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน
- [✓] 2. สามารถจับประเด็นสำคัญลำดับเหตุการณ์จากการอ่านสื่อที่มีความซับซ้อน
- [✓] 3. สามารถวิเคราะห์สิ่งที่ผู้เขียนต้องการสื่อสารกับผู้อ่านและสามารถวิพากษ์ ให้ ข้อเสนอแนะในแง่มุมต่าง ๆ
- [✓] 4. สามารถประเมินความน่าเชื่อถือ คุณค่า แนวคิดที่ได้จากสิ่งที่อ่านอย่างหลากหลาย
- [✓] 5. สามารถเขียนแสดงความคิดเห็นโต้แย้ง สรุป โดยมีข้ออธิบายสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล

การประเมินผลการอ่านคิดวิเคราะห์และเขียน

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมินผล การอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียนสื่อความ

1. เกณฑ์การประเมิน คือ ดีเยี่ยม (3) ดี (2) ผ่าน (1) และไม่ผ่าน (0)
2. เกณฑ์ผ่าน คือ ค่าฐานนิยมของแต่ละระดับ ถ้าไม่ผ่าน (0) ข้อใดข้อหนึ่ง ผลรวม คือ ไม่ผ่าน

ระดับคุณภาพ	ความหมาย	ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ
3	ดีเยี่ยม	80 – 100
2	ดี	70 – 79
1	ผ่านเกณฑ์	50 – 69

แผนการจัดการเรียนรู้

ชื่อ-นามสกุล..... นายกฤษณะ ไกรปือก..... โรงเรียน..... ชั้นสมบูรณวิทยาคม..... สังกัด..... สพม.เพชรบูรณ์
กลุ่มสาระการเรียนรู้..... วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี..... ระดับชั้น..... มัธยมศึกษาปีที่ 4
ชื่อหน่วยการเรียนรู้..... สมดุลกล..... เวลา..... 18..... ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... 4..... เรื่อง..... โมเมนต์ของแรง..... เวลา..... 2..... ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ปริมาณและกระบวนการวัดการเคลื่อนที่แนวตรงแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนต์และกฎการอนุรักษ์โมเมนต์การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1) สมรรถนะที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
ตัวชี้วัดที่..... 1 ใช้กระบวนการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบและสรุปผล.....
พฤติกรรมบ่งชี้..... 1. การวิเคราะห์ปัญหา.....
..... 2. การวางแผนในการแก้ปัญหา.....
..... 3. การดำเนินการแก้ปัญหา.....
- 2) สมรรถนะที่ 5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
ตัวชี้วัดที่..... 2 มีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี.....
พฤติกรรมบ่งชี้..... 5. ทดสอบ.....
พฤติกรรมบ่งชี้.....

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถ

1. อธิบายโมเมนต์ของแรงที่ทำให้วัตถุสมดุลต่อการหมุนได้

ด้านกระบวนการ (P) นักเรียนสามารถ

2. แสดงการคำนวณหาโมเมนต์ของแรงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
3. ปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

4. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้
5. ทำงานให้เสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย

6. เนื้อหาสาระ

โมเมนต์ของแรง

วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุนหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n M_i = 0$ โดยโมเมนต์คำนวณได้จากสมการ $M = Fl$

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนการสอน

1. QR code เกมทำให้สมดุล ผ่านโปรแกรม PhET Colorado
2. ใบบันทึกกิจกรรม Squid Game Moment of force
3. ชุดการทดลองของกิจกรรม Squid Game Moment of force
4. QR code ใบงาน เรื่อง โมเมนต์ของแรง ผ่านโปรแกรม Live Worksheet

แหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง โมเมนต์ของแรง
2. อินเทอร์เน็ต

8. วิธีการดำเนินกิจกรรม ตามแนวคิด Active Learning

รูปแบบการสอน : การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน GBL (Games-Based Learning)

ขั้นที่ 1 ขั้นสำรวจความรู้ (Exploring Knowledge) เวลา 10 นาที

1.1 ครูและนักเรียนพูดคุยทักทายก่อนที่จะเริ่มเรียนเพื่อผ่อนคลายและเตรียมความพร้อมโดยการปรบมือตามจำนวนครั้งที่ครูกำหนด

1.2 ครูแนะนำให้นักเรียนสังเกตภาพการจัดวางก้อนหิน (ดังภาพ) และพูดคุยกันโดยถามความรู้ก่อนประสบการณ์ (Prior Knowledge) ดังนี้



ภาพที่ 1 การสมดุลของหิน

ที่มา : <https://jakrapong.com/2019/10/23/diary-life-balance/>

- จากการดูภาพดังกล่าว “นักเรียนคิดว่าก้อนหินสามารถวางอยู่นิ่งได้อย่างไร” โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย

(แนวคำตอบ : เพราะมีการจัดวางให้เกิดสมดุลทั้งสองด้าน และมีการหาตำแหน่งสมดุลในการวางเป็นต้น)

- มีสถานการณ์ใดบ้างที่นักเรียนเคยเห็น เช่นเดียวกับในภาพ

(แนวคำตอบ : การทรงตัวของนักกายกรรม , การหาบของ เป็นต้น)

1.3 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับสมดุลต่อการเคลื่อนที่ ซึ่งอาศัยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน และจุดศูนย์กลางมวลและจุดศูนย์กลางถ่วง โดยสอบถามว่า

- หากเราออกแรงกระทำกับวัตถุโดยไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุนั้นแล้ววัตถุนั้นจะเคลื่อนที่อย่างไร

(แนวคำตอบ : วัตถุนั้นจะหมุน)

- หากต้องการให้วัตถุที่ถูกแรงกระทำข้างต้นไม่หมุน นักเรียนจะมีวิธีทำอย่างไร

(แนวคำตอบ : ออกแรงกระทำอีกด้านหนึ่งของวัตถุ แต่ทิศทางตรงข้ามกับตอนแรก)

1.4 ครูแนะนำว่าในการเรียนครั้งนี้ เราจะศึกษาถึงสาเหตุ และผลที่เกิดจากความสมดุลดังเช่นในรูปภาพและให้ คำสำคัญคือ “โมเมนต์ของแรง” พร้อมชี้แจงจุดประสงค์ของการเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายกิจกรรม (Explanation) เวลา 20 นาที

2.1 ชี้แจงการทำกิจกรรม Squid Game Moment of force โดยมีการดำเนินกิจกรรมดังนี้

1) นักเรียนแบ่งกลุ่มตามอิสระกลุ่มละ 3-5 คน และศึกษาใบความรู้ เรื่อง โมเมนต์ของแรง (ครูแจกใบความรู้ไว้ที่โต๊ะตามกลุ่มเรียบร้อยแล้ว)

2) ครูแนะนำการศึกษасสมดุลของคานผ่านเกมทำให้คานสมดุล โดยใช้โปรแกรม PhET Colorado ด้วยการสแกน QR code ที่ครูเตรียมไว้ที่กลุ่ม ซึ่งครูแนะนำให้นักเรียนเล่นเกมในระดับ 1 เท่านั้น และในการเล่นเกมนี้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันคิดคำนวณตำแหน่ง หรือ มวลของวัตถุ โดยใช้ความรู้จากใบความรู้ แล้วกดตอบในโปรแกรม PhET Colorado เพื่อฝึกการคำนวณโมเมนต์ของแรง เตรียมพร้อมเข้าสู่การแข่งขันในสถานการณ์จริงต่อไป



ภาพที่ 2 เกมทำให้สมดุล



ภาพที่ 3 QR code เกมทำให้สมดุล

3) หลังจากนักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกซ้อมการคำนวณหาค่าโมเมนต์ของแรงที่ทำให้คานสมดุลแล้ว ครูประกาศเริ่มการแข่งขัน กิจกรรม Squid Game Moment of force

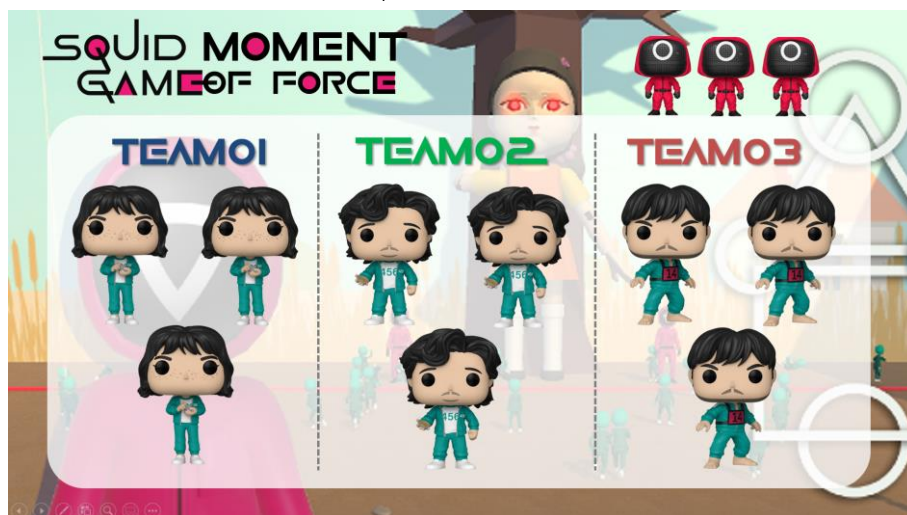
4) นักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีอุปกรณ์สำหรับการแข่งขันอยู่ในกล่องบนโต๊ะของกลุ่มเรียบร้อยแล้ว
ดังภาพ



ภาพที่ 4 อุปกรณ์การทดลอง

5) ครูแจ้งกติกาให้นักเรียนทราบก่อนเล่น ดังนี้

1. เกมนี้แต่ละกลุ่มจะมีชีวิตเพียง 3 kill เมื่อผ่านไปในแต่ละคำถามในกิจกรรม Squid Game Moment of force ผู้เข้าแข่งขันกลุ่มใดทำภารกิจสำเร็จเป็นกลุ่มแรกจะมีชีวิตคงเดิม แต่กลุ่มใดทำภารกิจไม่สำเร็จหรือไม่ใช่กลุ่มแรกชีวิตจะถูกทำลายไป 1 kill เมื่อสิ้นสุดการแข่งขันกลุ่มใดเหลือจำนวนชีวิตมากที่สุดจะเป็นผู้ชนะ (กรณีถูก kill เท่ากันให้พิจารณาความรวดเร็วในการส่งกระดิ่งของข้อคำถามที่ 3) ตัวอย่างกระดานเสนอผลการแข่งขัน แบบ 3 กลุ่ม



ภาพที่ 5 กระดาน Squid Game Moment of force

2. เมื่อคำถามที่หนึ่งเปิดขึ้นที่หน้าจอนำเสนอที่หน้าชั้นเรียน (หากไม่มีจอนำเสนอ ครูทำชาร์ตหรือเขียนโจทย์ใส่ซองวางไว้ที่โต๊ะของแต่ละกลุ่ม) ให้แต่ละกลุ่มเริ่มแก้ปัญหาจากสถานการณ์โดยการคำนวณหาตำแหน่งที่ทำให้คานสมดุล และทำการวางตำแหน่งของวัตถุตามที่คำนวณได้โดยใช้ชุดทดลอง

ของกิจกรรม Squid Game Moment of force ดังภาพ ให้คานอยู่ในสมดุลตามสถานการณ์ที่กำหนด เมื่อทำสำเร็จให้วิ่งไปส่นกระดิ่ง โดยคำถามที่ครูกำหนดสถานการณ์ไว้มีจำนวน 2 คำถาม



ภาพที่ 6 ชุดกิจกรรม Squid Game Moment of force

3. การเล่นรอบสุดท้าย ครูให้นักเรียนกำหนดคำถามที่ 3 ร่วมกัน เพื่อท้าทายการแก้ปัญหาโดยมีขอบเขตการตั้งคำถามจากอุปกรณ์ชุดกิจกรรม Squid Game Moment of force ที่เตรียมไว้ เมื่อทุกคนกำหนดคำถามร่วมกันแล้วครูสั่งเริ่มกิจกรรม

4. นักเรียนสรุปคะแนนของแต่ละกลุ่มร่วมกัน กลุ่มที่ชนะจะได้รับรางวัลพิเศษ ส่วนกลุ่มอื่นๆ จะได้รับรางวัลลอปโลบใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นเล่นเกม (Playing Game) เวลา 50 นาที

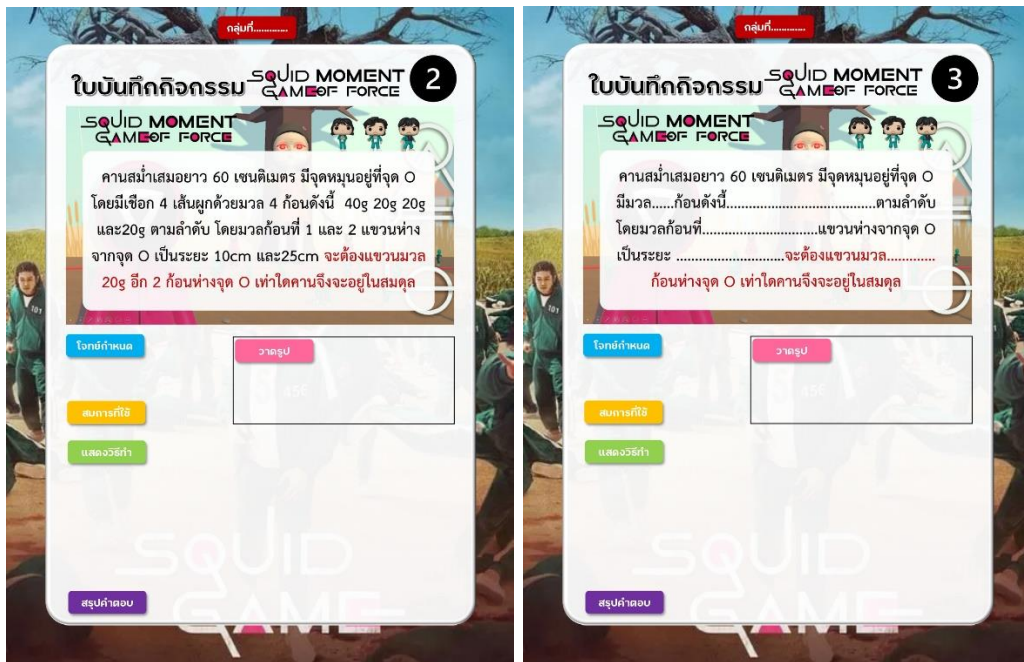
3.1 เมื่อนักเรียนทราบขั้นตอนการทำกิจกรรมดีแล้ว เพื่อเตรียมความพร้อมนักเรียนทุกคนวางมือไว้บนศีรษะตนเอง เมื่อสัญญาณดังขึ้นให้เริ่มทำกิจกรรม

3.2 โดยคำถามจะแสดงหน้าชั้นเรียน และในบันทึกกิจกรรม Squid Game Moment of force



ภาพที่ 7 ตัวอย่างคำถาม

3.3 นักเรียนเริ่มกิจกรรม โดยเขียนชื่อกลุ่ม วาดรูป วิเคราะห์โจทย์ เลือกใช้สมการ แสดงวิธีทำ และสรุปคำตอบตามลำดับ จากนั้นปฏิบัติทดลองในชุดกิจกรรม Squid Game Moment of force ให้สำเร็จแล้ววิ่งไปส่งกระดิ่งจนครบ 2 คำถามตามที่ชี้แจงไว้ข้างต้น



ภาพที่ 8 ตัวอย่างใบบันทึกกิจกรรม Squid Game Moment of force

ขั้นที่ 4 ขั้นเสนอความคิด (Creativity) เวลา 25 นาที

4.1 นักเรียนกำหนดคำถามที่ 3 ร่วมกัน เพื่อท้าทายการแก้ปัญหาโดยมีขอบเขตจากอุปกรณ์ชุดกิจกรรม Squid Game Moment of force ที่เตรียมไว้

4.2 นักเรียนแก้ปัญหาคำถามที่ 3 ที่นักเรียนร่วมกันกำหนด

4.3 นักเรียนกำหนดปัญหาท้าทายเกี่ยวกับสมดุลของคานคนละ 1 คำถามตามความสนใจ และแก้ปัญหของตนเองลงในสมุด แล้วนำมาส่งท้ายคาบ โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้ วาดรูปประกอบ วิเคราะห์โจทย์ เลือกใช้สมการ แสดงวิธีคำนวณหาคำตอบ และระบุหน่วยได้ถูกต้อง

4.4 สังเกตพฤติกรรมนักเรียนรายบุคคล และกลุ่มขณะดำเนินกิจกรรม

4.5 ประเมินหาทีมชนะ และมอบรางวัล

ขั้นที่ 5 ขั้นอภิปรายหลังการเล่น และสรุปผล (Discussion and conclusions) เวลา 15 นาที

5.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายหลังการทำกิจกรรมโดยมีคำถามคำถามหลังประสบการณ์ (Prior Knowledge) ดังนี้

1) นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหามาจากสถานการณ์อย่างไร

(แนวคำตอบ : วิเคราะห์ปัญหา เลือกใช้สมการให้สอดคล้องกับปัญหา ค้นหาคำตอบโดยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และตรวจสอบการคำนวณโดยการทดลองในชุดกิจกรรม Squid Game Moment of force ตามลำดับ เมื่อคานวางนิ่งในแนวระดับแสดงว่าคานอยู่ในสมดุล และคำนวณถูกต้อง)

2) เพราะเหตุใดคานจึงวางอยู่นิ่งในแนวระดับ

(แนวคำตอบ : เนื่องจากผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา จึงทำให้ผลรวมของโมเมนต์รอบจุดหมุนมีค่าเท่ากับ 0 คานจึงไม่หมุนและวางอยู่นิ่ง)

3) ถ้านำมวลที่ไม่เท่ากันวางที่คานห่างจากจุดหมุนตำแหน่งเดียวกันจะทำให้คานอยู่นิ่งหรือไม่

(แนวคำตอบ : คานจะไม่อยู่นิ่ง เนื่องจาก ผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาและผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าไม่เท่ากัน จึงทำให้ผลรวมของโมเมนต์รอบจุดหมุนมีค่าไม่เท่ากับศูนย์)

4) นักเรียนจะคำนวณโมเมนต์ของแรงได้อย่างไร

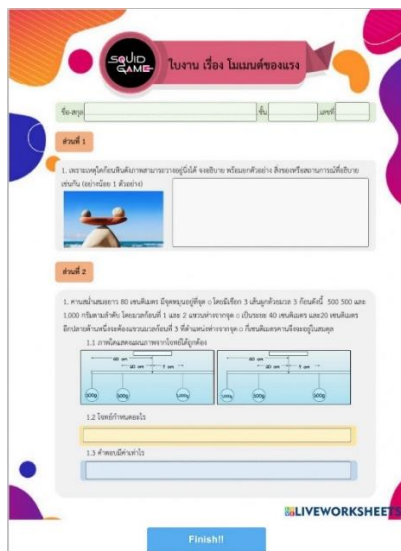
(แนวคำตอบ : โมเมนต์ของแรงหาได้จากผลคูณของขนาดของแรงหรือน้ำหนักวัตถุ กับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง ดังสมการ $M = Fl = Fr \sin \theta$)

5) สิ่งของหรือเหตุการณ์ใดบ้างที่สามารถอธิบายด้วยสมดุลต่อการหมุนได้

(แนวคำตอบ : การวางหินซ้อนกันเป็นชั้นโดยไม่หล่น หอเอนเมืองปisa ไม้กระดก เครื่องชั่งสองแขน)

5.2 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปจนได้ว่า “เมื่อคานอยู่นิ่งในแนวระดับ นั่นคือ คานอยู่ในสมดุลต่อการหมุนและอยู่นิ่ง โดยผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา ซึ่งเขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n M_{ทวน} = \sum_{i=1}^n M_{ตาม}$ ทำให้ผลรวมของโมเมนต์รอบจุดหมุนมีค่าเท่ากับ 0 สามารถคำนวณโมเมนต์ของแรงได้จากสมการ $M = Fl = Fr \sin \theta$ ซึ่งเป็นปริมาณที่บอกถึงแนวโน้มที่ทำให้วัตถุหมุนรอบจุดหรือรอบแกนหนึ่ง ๆ”

5.3 ครูมอบหมายให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง โมเมนต์ของแรง ผ่านโปรแกรม Live Worksheet ด้วยการสแกน QR Code เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนรายบุคคล



ภาพที่ 9 ใบงาน เรื่อง โมเมนต์ของแรง ผ่านโปรแกรม Live Worksheet และ QR code

9. การวัดและการประเมินผล

9.1 การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1. นักเรียนสามารถอธิบายโมเมนต์ของแรงที่ทำให้วัตถุสมดุลต่อการหมุนได้	1) สังเกตการอภิปรายหลังการทำกิจกรรม Squid Game Moment of force 2) ตรวจคำตอบใบงาน เรื่อง โมเมนต์ของแรง ผ่านโปรแกรม Live Worksheet	ใบงาน เรื่อง โมเมนต์ของแรง ผ่านโปรแกรม Live Worksheet	นักเรียนตอบคำถามในส่วนที่ 1 ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
2. นักเรียนสามารถคำนวณหาโมเมนต์ของแรงได้	1) ตรวจคำตอบใบงาน เรื่อง โมเมนต์ของแรง ผ่านโปรแกรม Live Worksheet 2) ตรวจใบบันทึกกิจกรรม Squid Game Moment of force 3) ตรวจการแก้ปัญหาปัญหาท้าทาย	1) ใบงาน เรื่อง โมเมนต์ของแรง ผ่านโปรแกรม Live Worksheet 2) ใบบันทึกกิจกรรม Squid Game Moment of force 3) การคำนวณปัญหาท้าทาย	1) นักเรียนตอบคำถามในส่วนที่ 2 ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์ 2) นักเรียนคำนวณถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์
3. นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงได้	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์แบบมาตรฐานค่า	นักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (A)			
4. มีวินัย และใฝ่เรียนรู้ 5. ทำงานได้สำเร็จตามที่ได้รับมอบหมาย	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

9.2 เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้ (รูบรีคส์)

เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ (ใบงาน เรื่อง โมเมนต์ของแรง ผ่านโปรแกรม Live Worksheet ส่วนที่ 1)		
ประเด็นการประเมิน	คะแนน	แนวทางการประเมิน
อธิบายโมเมนต์ของแรงที่ทำให้วัตถุสมดุลต่อการหมุน	5	ตอบคำถามได้ตรงประเด็น อธิบายโมเมนต์ของแรงที่ทำให้วัตถุสมดุลต่อการหมุนพร้อมยกตัวอย่างประกอบ
	4	ตอบคำถามได้ตรงประเด็น อธิบายโมเมนต์ของแรงที่ทำให้วัตถุสมดุลต่อการหมุน ไม่ยกตัวอย่างประกอบ
	3	ตอบคำถามได้ตรงประเด็น ไม่ครอบคลุมเนื้อหาสาระ
	2	ตอบคำถามไม่ตรงประเด็น เนื้อหาสาระมีส่วนที่ถูกบ้าง
	1	ตอบคำถามไม่ตรงประเด็น เนื้อหาสาระไม่ถูกต้อง
	0	ไม่ตอบคำถาม

เกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 80 (4 คะแนน)

เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านกระบวนการ (ใบงาน เรื่อง โมเมนต์ของแรง ผ่านโปรแกรม Live Worksheet ส่วนที่ 2) ใบบันทึกกิจกรรม Squid Game Moment of force และการคำนวณปัญหาท้าทาย		
ประเด็นการประเมิน	คะแนน	แนวทางการประเมิน
คำนวณหาโมเมนต์ของแรง	5	วาดรูป วิเคราะห์โจทย์ เลือกใช้สมการ คำนวณหาคำตอบ และระบุหน่วยได้ถูกต้อง
	4	วิเคราะห์โจทย์ เลือกใช้สมการ คำนวณหาคำตอบ และระบุหน่วยได้ถูกต้อง
	3	เลือกใช้สมการ คำนวณหาคำตอบได้ถูกต้อง
	2	วิเคราะห์โจทย์ เลือกใช้สมการได้ถูกต้อง
	1	มีข้อใดข้อหนึ่งตอบตรงประเด็น
	0	ไม่ตอบคำถาม

เกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 80 (4 คะแนน)

แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์แบบมาตรฐานค่า

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

กลุ่มที่	รายการประเมิน									รวม	ระดับ คุณภาพ
	วางแผนการทดลอง			ปฏิบัติการทดลอง			บันทึกผลการทดลอง				
	3	2	1	3	2	1	3	2	1		

เกณฑ์การให้คะแนน

- ระดับ 3 หมายถึง มีทักษะในระดับ ดีมาก
- ระดับ 2 หมายถึง มีทักษะในระดับ ดี
- ระดับ 1 หมายถึง มีทักษะในระดับ ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินคุณภาพ คะแนนเต็ม 9 คะแนน

- คะแนน 8 – 9 หมายถึง ดีมาก
- คะแนน 5 – 7 หมายถึง ดี
- คะแนน 1 – 4 หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 60 (5 คะแนน)

แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตรฐานค่า			
ทักษะที่ประเมิน	คำอธิบายพฤติกรรม		
	3	2	1
1. วางแผนการทดลอง	วางแผนการทดลองอย่างเป็นขั้นตอน	วางแผนการทดลอง แต่ยัง เรียบเรียงขั้นตอนไม่ ถูกต้อง	ไม่วางแผนการทดลอง
2. ปฏิบัติการทดลอง	ปฏิบัติการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง เหมาะสมและจัดวางอุปกรณ์เป็นระเบียบ สะดวกต่อการใช้งาน	ปฏิบัติการทดลองได้อย่าง คล่องแคล่ว สามารถ เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง	ปฏิบัติการทดลองได้อย่าง คล่องแคล่ว
3. บันทึกผลการทดลอง	ทดลองได้สำเร็จ บันทึกผลการทดลองได้ ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์	ทดลองได้สำเร็จ บันทึกผล การทดลองได้ถูกต้องแต่ ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	บันทึกผลการทดลองได้ ถูกต้อง แต่ทดลองไม่ สำเร็จ

แบบสังเกตพฤติกรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

กลุ่มที่	รายการประเมิน									รวม	ระดับ คุณภาพ
	มีวินัย			ใฝ่เรียนรู้			มุ่งมั่นทำงานจนเสร็จ				
	3	2	1	3	2	1	3	2	1		

เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การประเมินคุณภาพ คะแนนเต็ม 9

คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ได้ 3 คะแนน

คะแนน 8 – 9 หมายถึง ดีมาก

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ได้ 2 คะแนน

คะแนน 5 – 7 หมายถึง ดี

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ได้ 1 คะแนน

คะแนน 1 – 4 หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 60 (5 คะแนน)

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ใช้เกณฑ์การพิจารณาแบบแยกองค์ประกอบย่อย			
รายการพฤติกรรม แสดงออก	คำอธิบายพฤติกรรม		
	3	2	1
1. มีวินัย	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมและรับผิดชอบในการทำงานได้อย่างดีเยี่ยม กฎเกณฑ์ ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมและ รับผิดชอบในการทำงานได้อย่างดีเยี่ยม	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรม	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ไม่ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรม
2. ใฝ่เรียนรู้	แสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม จดบันทึก และสรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล	แสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม บ้าง จดบันทึก แต่ยังสรุปความรู้ไม่ได้	แสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมบ้าง บางครั้ง
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมายและอดทนต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมายแต่ย่อท้ออดทนต่ออุปสรรค	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมายบ้าง

แบบประเมินผลการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้

เรื่องโมเมนต์ของแรง.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่4

วิชาฟิสิกส์ 2.....

รหัสวิชาว30202

ที่	ชื่อ - สกุล	(K)	(P)	(A)	รวมคะแนน	แปลผล
		5	13	3	21	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพรวม

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18 - 21	ดีมาก (4)
14 - 17	ดี (3)
10 - 13	พอใช้ (2)
0 - 9	ปรับปรุง (1)

ลงชื่อ.....

(นายกฤษณะ ไกรปือก)

ผู้ประเมิน

...../...../.....

10. บันทึกหลังการสอน

1) ผลการจัดการเรียนรู้

นักเรียนร้อยละ 90 อธิบายโมเมนต์ของแรงที่ทำให้วัตถุสมดุลต่อการหมุนได้

นักเรียนร้อยละ 80 คำนวณหาโมเมนต์ของแรงและปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงได้

นักเรียนร้อยละ 90 มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และทำงานได้สำเร็จตามที่ได้รับมอบหมาย

2) ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนรู้

1. ในขั้นที่ 3 ขั้นเล่นเกม นักเรียนบางกลุ่มคำนวณไม่ถูกต้อง จึงทำให้ปฏิบัติการทดลองไม่สำเร็จ

2. ในขั้นที่ 4 ขั้นเสนอความคิด นักเรียนเสนอมวลของวัตถุเป็นจุดทศนิยม ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการปฏิบัติการทดลอง

3. อุปกรณ์การทดลองมีความไม่สมดุลเล็กน้อย ทำให้คานไม่สมดุลในแนวระนาบ

3) สาเหตุของปัญหา/อุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนยังไม่เข้าใจหลักการคำนวณ และวิธีคำนวณอย่างถูกต้อง

2. นักเรียนไม่ทราบข้อมูลพื้นฐานของอุปกรณ์การทดลอง

3. อุปกรณ์ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพอย่างมาตรฐานเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการ รวมทั้งมวลของคาน และน้ำหนักแขวนวัตถุไม่สมดุลกัน

4) วิธีการแก้ไขหรือพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับผู้เรียน

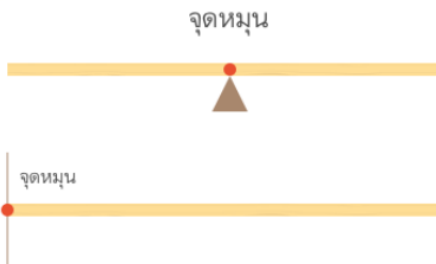
1. ผู้สอนแนะนำให้สมาชิกในกลุ่มศึกษาใบความรู้อย่างละเอียด

2. ผู้สอนแนะนำให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมอย่างละเอียด และเน้นให้กำหนดมวลของวัตถุเป็นจำนวนเต็ม

3. ให้นักเรียนวิเคราะห์ร่วมกันถึงปัจจัยที่ส่งผลให้คานไม่สมดุล ทั้งที่การคำนวณของนักเรียนถูกต้อง

โมเมนต์ของแรง (moment of a force, M) เป็นปริมาณที่บอกถึงแนวโน้มที่ทำให้วัตถุหมุนรอบจุดหรือแกนหนึ่งๆ

โมเมนต์ของแรงสามารถหาได้ดังสมการมีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N m)



$$M = Fl$$

M = โมเมนต์ของแรง

F = ขนาดของแรง

l = ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวของแรง

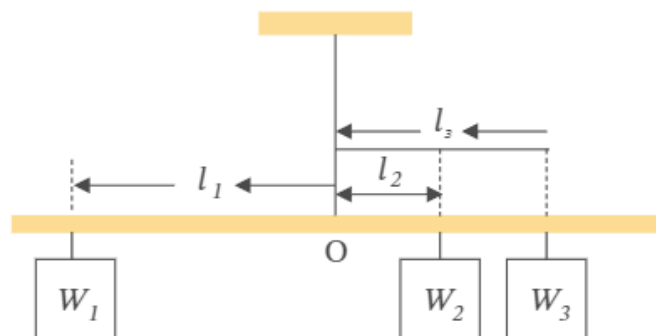
เมื่อคานอยู่ในแนวระดับ นั่นคือ คานอยู่ในสมดุลต่อการหมุนและอยู่นิ่ง

ผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

$$\Sigma M_{\text{ตาม}} = \Sigma M_{\text{ทวน}}$$

ถ้ากำหนดให้โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีค่าบวก
โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าลบ จะเขียนใหม่ได้เป็น

$$\Sigma M = 0$$



ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อไม้เมตรรอบจุด O มีค่าเป็นศูนย์
กำหนดให้ **โมเมนต์ทวนมีค่าเป็นบวก** และ **โมเมนต์ตามมีค่าเป็นลบ**

ใบบันทึกกิจกรรม SQUID MOMENT GAME OF FORCE

1

SQUID MOMENT GAME OF FORCE

คานสม่ำเสมอยาว 60 เซนติเมตร มีจุดหมุนอยู่ที่จุด O โดยมีเชือก 3 เส้นผูกด้วยมวล 3 ก้อนดังนี้ 20g 20g และ 40g ตามลำดับ โดยมวลก้อนที่ 1 และ 2แขวนห่างจากจุด O เป็นระยะ 20cm และ 10cm จะต้องแขวนมวล 40g ห่างจากจุด O เป็นระยะเท่าใดคานจึงจะอยู่ในสมดุล

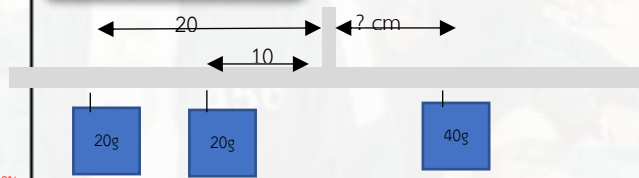
โจทย์กำหนด

มวล 3 ก้อน 20g 20g 40g ตามลำดับ
ก้อนที่ 1 และ 2 แขวนที่จุด 20cm และ 10cm
หาระยะของมวล 40g

สมการที่ใช้

$$\sum_{i=1}^n M_{\text{ทวน}} = \sum_{i=1}^n M_{\text{ตาม}}$$

วาดรูป



แสดงวิธีทำ

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n M_{\text{ทวน}} &= \sum_{i=1}^n M_{\text{ตาม}} \\ (20 \times 20) + (20 \times 10) &= 40X \\ X &= \frac{600}{40} \\ X &= 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

สรุปคำตอบ

ต้องแขวนมวล 40 กรัมที่ห่างจากจุด O เป็นระยะ 15 เซนติเมตร

ใบบันทึกกิจกรรม SQUID MOMENT GAME OF FORCE

2

SQUID MOMENT GAME OF FORCE

คานสมำเสมอยาว 60 เซนติเมตร มีจุดหมุนอยู่ที่จุด O โดยมีเชือก 4 เส้นผูกด้วยมวล 4 ก้อนดังนี้ 40g 20g 20g และ 20g ตามลำดับ โดยมวลก้อนที่ 1 และ 2 แขนห่างจากจุด O เป็นระยะ 10cm และ 25cm จะต้องแขวนมวล 20g อีก 2 ก้อนห่างจุด O เท่าใดคานจึงจะอยู่ในสมดุล

โจทย์กำหนด

มวล 4 ก้อน 40g 20g 20g 20g ตามลำดับ
ก้อนที่ 1 และ 2 แขนที่จุด 10cm และ 25cm
หาระยะของมวล 20g อีก 2 ก้อน

สมการที่ใช้

$$\sum_{i=1}^n M_{\text{ทวน}} = \sum_{i=1}^n M_{\text{ตาม}}$$

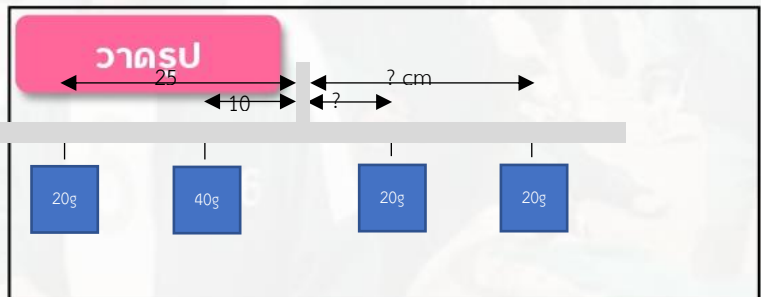
แสดงวิธีทำ

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n M_{\text{ทวน}} &= \sum_{i=1}^n M_{\text{ตาม}} \\ (40 \times 10) + (20 \times 25) &= 20X + 20Y \\ 900 &= 20X + 20Y \\ X + Y &= \frac{900}{20} \\ X + Y &= 45 \end{aligned}$$

ในกรณีการทดลองนี้อาจเป็น 20 cm และ 25 cm และ 15 cm และ 30 cm เนื่องจากคานกำหนดที่ระยะ 60 cm

สรุปคำตอบ

การทดลองนี้อาจเป็น 20 cm และ 25 cm และ 15 cm และ 30 cm เนื่องจากคานกำหนดที่ระยะ 60 cm



ใบบันทึกกิจกรรม SQUID MOMENT GAME OF FORCE

3

SQUID MOMENT
GAME OF FORCE

คานสม้าเสมอยาว 60 เซนติเมตร มีจุดหมุนอยู่ที่จุด O
มีมวล.....กัอนดังนี้.....ตามลำดับ
โดยมวลกัอนที่.....แขวนห่างจากจุด O
เป็นระยะจะต้องแขวนมวล.....
กัอนห่างจุด O เท่าใดคานจึงจะอยู่ในสมดุล

โจทย์กำหนด

วาดรูป

456

สมการที่ใช้

แสดงวิธีทำ

นักเรียนกำหนดโจทย์คำถาม

สรุปคำตอบ

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

ส่วนที่ 1

1. เพราะเหตุใดก้อนหินดังภาพสามารถวางอยู่นิ่งได้จงอธิบาย พร้อมยกตัวอย่าง สิ่งของหรือสถานการณ์ที่อธิบายเช่นกัน (อย่างน้อย 1 ตัวอย่าง)

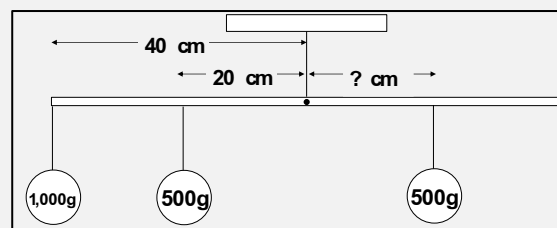
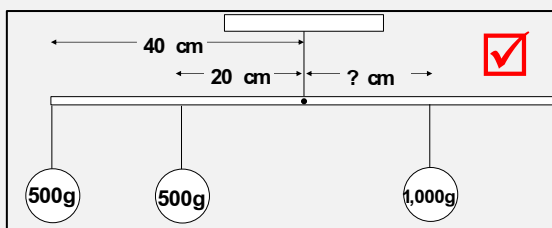


เนื่องจากผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาและผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากัน จึงทำให้ผลรวมของโมเมนต์รอบจุดหมุนมีค่าเท่ากับศูนย์ เช่น หอเอนเมืองปึซา ไม่กระดก ตาข้างสองแขน

ส่วนที่ 2

1. คานสว่าเสมอยาว 80 เซนติเมตร มีจุดหมุนอยู่ที่จุด 0 โดยมีเชือก 3 เส้นผูกด้วยมวล 3 ก้อนดังนี้ 500 500 และ 1,000 กรัมตามลำดับ โดยมวลก้อนที่ 1 และ 2 แขนห่างจากจุด 0 เป็นระยะ 40 เซนติเมตร และ 20 เซนติเมตร อีกปลายด้านหนึ่งจะต้องแขวนมวลก้อนที่ 3 ที่ตำแหน่งห่างจากจุด 0 กี่เซนติเมตรคานจึงจะอยู่ในสมดุล

1.1 ภาพใดแสดงแผนภาพจากโจทย์ได้ถูกต้อง



1.2 โจทย์กำหนดอะไร

มวล 500g 500g และ 1,000g แขนไว้ที่ระยะ 40 และ 20 cm แขนมวล 1,000g ที่ตำแหน่งใด

1.3 คำตอบมีค่าเท่าไร

แขวนมวล 1,000g ที่ห่างจากจุดหมุนระยะ 30 cm