



แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย นายธนรัฐ ทศเกตุ

ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิจิตร



ความเห็นของผู้บริหาร/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ นายธนรัฐ ทศเกตุ แล้วมีความเห็นดังนี้

เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่

☐ ดีมาก

☐ ดี

☐ พอใช้

☐ ควรปรับปรุง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

☐ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้กระบวนการสอนได้เหมาะสม

☐ ที่ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

☐ นำไปใช้สอนได้

☐ ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายธีรวัช อุดคำมี)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่องสภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง สภาพสมดุล

เวลา 1 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

สมดุลกลเป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิมคือหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรงได้

3. สาระสำคัญ

สภาพสมดุล (equilibrium) คือ สภาพที่วัตถุไม่เปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ ซึ่งวัตถุสามารถรักษาสภาพการเคลื่อนที่เดิมของวัตถุไว้ หากพิจารณาลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุสามารถแบ่งสภาพสมดุลได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ สมดุลต่อการเคลื่อนที่ สมดุลต่อการหมุน และสมดุลสมบูรณ์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายความหมายของสภาพสมดุลได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- เขียนสภาพสมดุลแต่ละประเภทที่พิจารณาจากลักษณะการเคลื่อนที่ได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

☐ 1. รักษาดี ศาสน์ กษัตริย์

☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต

☒ 3. มีวินัย

☒ 4. ใฝ่เรียนรู้

☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง

☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน

- ☐ 7. รักความเป็นไทย
- ☐ 8. มีจิตสาธารณะ
- ☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การขึ้นนำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเป็นรายบุคคลก่อนเข้าสู่กิจกรรม
3. ครูถามคำถาม Big Question เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 94 ว่า เหตุใดหอคอยเอนเมืองปิซา ยังสามารถตั้งอยู่ได้มาเป็นเวลานานโดยไม่ล้มลง โดยให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบ

(แนวตอบ: เนื่องจากหอคอยเอนมีศูนย์กลางของความโน้มถ่วง หรือศูนย์ถ่วง อยู่ในบริเวณฐานของหอ ซึ่งเป็นจุดรวมน้ำหนักของวัตถุทั้งหมด แต่ถ้าหากหอนี้เอนมากขึ้นจนทำให้เส้นแนวตั้งไม่ผ่านถ่วง หอก็จะถล่มลงมา)

3. ครูชวนนักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน โดยตั้งคำถามว่า กล่องวางอยู่บนโต๊ะ รถยนต์วิ่งเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ อยู่ในสภาพนี้ตลอดไปได้หรือไม่ เพื่อนำไปสู่คำถามที่ว่า กล่องที่วางอยู่บนโต๊ะ หรือรถยนต์ที่วิ่งเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ จะมีแรงกระทำหรือไม่ อย่างไร และให้นักเรียนช่วยกันตอบปากเปล่าโดยครูจะยังไม่เฉลยว่าถูกหรือผิด

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูชักชวนนักเรียนพูดคุยโดยถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 95 ว่า การเคลื่อนที่ของเครื่องบินเกี่ยวข้องกับสภาพสมดุลหรือไม่ และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่า หรือครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล

(แนวตอบ: เกี่ยวข้อง ซึ่งจะมีแรงที่กระทำต่อเครื่องบินตลอดเวลาขณะที่เครื่องบินกำลังบินอยู่ในอากาศ คือ แรงยก แรงดึงดูดของโลก แรงขับ และแรงต้าน โดยที่แรงทั้ง 4 นี้ จะต้องอยู่ในสภาวะสมดุลที่เหมาะสม ไม่เช่นนั้นแล้ว เครื่องบินจะไม่สามารถบินอยู่บนอากาศได้เลย แรงทั้ง 4 จะมีทิศทางที่ตรงข้ามกัน คือ แรงยก มีทิศทางตรงข้ามกับ แรงดึงดูดของโลก และแรงขับ มีทิศทางตรงข้ามกับแรงต้าน)

2. ครูถามคำถามนักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน โดยตั้งคำถามว่า ตามความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนคิดว่าคำว่า สมดุล หมายถึงอะไร และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่าโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

3. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ แล้วช่วยกันศึกษา เรื่อง สภาพสมดุล จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 95-96
4. ครูกำหนดให้นักเรียน ยกตัวอย่างสถานการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ที่สามารถนำความรู้เรื่อง สภาพสมดุล มาใช้ในการอธิบายการเคลื่อนที่หรือการเปลี่ยนแปลงได้ โดยเขียนสรุปองค์ความรู้จากสิ่งที่ได้ศึกษา ลงในกระดาษ A4
5. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่ออภิปรายผลการศึกษา และยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูให้นักเรียนดูภาพเกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันและตั้งคำถามว่า นักเรียนคิดว่า กิจกรรมแต่ละอย่างอยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่ อย่างไร



2. เมื่อนักเรียนตอบ ให้ครูเฉลยไปพร้อมกับนักเรียนว่าถูกหรือไม่
3. ครูให้นักเรียนสรุปว่าลักษณะกิจกรรมแบบใดบ้างที่ที่อยู่ในสภาพสมดุลตามความคิดของตนเอง

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง สภาพสมดุล แล้วอธิบายลงข้อสรุปเกี่ยวกับเนื้อหาในหัวข้อ สภาพสมดุล
2. ครูแจกใบงานที่ 1.1 เรื่อง สภาพสมดุล ให้นักเรียนทุกคน
3. ครูให้นักเรียนศึกษาใบงานที่แจกให้ แล้วลงมือทำ จากนั้นตัวแทนนักเรียนรวบรวมใบงานที่ 1.1 เรื่อง สภาพสมดุล ส่งครูท้ายชั่วโมง
4. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง สภาพสมดุล ลงในกระดาษ A4
5. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1.1 เรื่อง สภาพสมดุล จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจก่อนเรียนของนักเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.1 เรื่อง สภาพสมดุล
3. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 1.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
4. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล และการทำงานกลุ่ม
5. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง สภาพสมดุล ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาพสมดุล
- 2) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาพสมดุล
- 3) ใบงานที่ 1.1 เรื่อง สภาพสมดุล

- 4) PowerPoint เรื่อง สภาพสมดุล

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาพสมดุล	- ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน	- แบบทดสอบก่อนเรียน	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
9.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) สภาพสมดุล	- ตรวจสอบใบงานที่ 7.1 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.1 - 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
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่องสภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง สมดุลต่อการเคลื่อนที่

เวลา 2 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

- วัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่ คือ หยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$

- การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ สามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์และผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรงได้

3. สาระสำคัญ

เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำกับวัตถุ วัตถุอาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง เช่น ยืดหดได้ ยุบตัว หรือมีการโค้งงอ เป็นต้น เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาระบบสมดุล วัตถุที่กล่าวถึงในบทนี้จะเป็น วัตถุแข็งเกร็ง (rigid body) ที่มีรูปร่างและสภาพวัตถุคงเดิมเหมือนมีแรงมากระทำ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายว่า เมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลต่อการเคลื่อนที่โดยมีแรงหลายแรงมากระทำ ถ้าแยกแรงออกเป็นองค์ประกอบในแนวแกนตั้งฉากกันสองแกน แรงลัพธ์ในแต่ละแกนมีค่าเป็นศูนย์ได้

- วิเคราะห์และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง เมื่อมีแรงมากระทำกับวัตถุและวัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่ โดยใช้วิธีการแยกแรงได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- เขียนเวกเตอร์แทนแรงแสดงการหาแรงลัพธ์ได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

□ 1. รักษาดี ศาสน์ กษัตริย์

- ☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต
- ☒ 3. มีวินัย
- ☒ 4. ใฝ่เรียนรู้
- ☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง
- ☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน
- ☐ 7. รักความเป็นไทย
- ☐ 8. มีจิตสาธารณะ
- ☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้แนะตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูชักชวนนักเรียนพูดคุยโดยถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 97 ว่า ถ้าวัตถุเกิดสมดุลต่อการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุจะเป็นอย่างไร และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่า หรือครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล
(แนวตอบ: วัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่เมื่อแรงลัพธ์หรือผลรวมของแรงทั้งหมดที่กระทำกับวัตถุมีค่าเป็นศูนย์)
3. ครูทบทวนกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน โดยใช้คำถามถามนักเรียนว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน กล่าวไว้ว่าอย่างไร
(แนวตอบ: กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 กล่าวว่า วัตถุจะคงสภาพนิ่งหรือสภาพเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวในแนวตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ)
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนอย่างอิสระ
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรม โดยใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวถุงทราย 1 ถุง ถือไว้หนึ่ง ๆ แล้วสังเกตผล
3. ครูตั้งคำถามกับนักเรียน เกี่ยวกับกิจกรรมที่กำลังทำอยู่
 - 1) ถุงทรายมีน้ำหนักเท่าใด
(แนวตอบ: 5 กิโลกรัม)
 - 2) สภาพการเคลื่อนที่ของถุงทรายขณะนี้เป็นอย่างไ
(แนวตอบ: ยืนิ่ง)
 - 3) มีแรงใดกระทำต่อถุงทรายบ้าง
(แนวตอบ: แรงดึงในเส้นเชือก T และแรงเนื่องจากน้ำหนัก W)
 - 4) แรงที่กระทำต่อถุงทรายเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
(แนวตอบ: แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงข้ามกัน)
 - 5) กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน สรุปลได้ว่าอย่างไร
(แนวตอบ: วัตถุจะรักษาสภาพนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับศูนย์)
4. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ช่วยกันศึกษาเนื้อหา เรื่อง สมดุลต่อการเคลื่อนที่ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 97-99

5. ครูให้นักเรียนเขียนสรุปสาระสำคัญจากสิ่งที่ได้ศึกษา ลงในสมุดประจำตัว ตามความเข้าใจของตนเอง

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูพูดคุยสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่ได้อธิบายด้วยตนเองว่ามีความเข้าใจมากน้อยขนาดไหน
2. ครูอธิบายเนื้อหาเพิ่มหลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาและจดบันทึกเสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อสร้างความเข้าใจของนักเรียนให้มากขึ้น โดยครูเปิด PowerPoint เรื่อง สภาพสมดุล ใช้ในการอธิบายควบคู่ไปกับหนังสือเรียน
3. ครูอธิบายจนถึงหัวข้อ สมดุลของแรงสามแรงไม่ขนานกัน ครูสุ่มเรียกนักเรียนให้ออกมาอธิบายทฤษฎีของลามี ตามความเข้าใจของตนเองหน้าชั้นเรียน โดยครูสังเกตการณ์ และให้คอยอธิบายในสิ่งที่ถูกต้อง
4. ครูมอบหมายให้นักเรียนกลับไปศึกษาแบบฝึกหัดที่ 2.1 เรื่อง สมดุลต่อการเคลื่อนที่ จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาตัวอย่างที่ 7.1-7.2 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 100-101 โดยแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ลงในสมุดประจำตัวของแต่ละคน
2. ครูสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีการคำนวณหน้าชั้นเรียน
3. ครูแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา โดยการวาดภาพ และใส่เวกเตอร์ของแรงทั้งหมดที่เกิดขึ้น เพื่อทราบทิศทาง และขนาดของแรงที่โจทย์กำหนดให้ และง่ายต่อการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป
4. ครูสังเกตการณ์ขณะที่นักเรียนแสดงวิธีการคำนวณบนกระดานหน้าชั้นเรียน
5. ครูตรวจสอบความถูกต้อง จากสิ่งที่ตัวแทนนักเรียนออกมาแสดงวิธีการคำนวณ ตัวอย่างที่ 7.1-7.2 บนกระดานหน้าชั้นเรียน โดยครูอาจให้คะแนนพิเศษ สำหรับนักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเป็นรายบุคคล
6. ครูบอกให้นักเรียนปิดหนังสือเรียน จากนั้นครูนำตัวอย่างที่ 7.3 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 102-104 เปิดผ่านเครื่องฉาย (projector) ให้นักเรียนดูเฉพาะโจทย์
7. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 7.3-7.4 โดยแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ ลงในกระดาษ A4 เป็นรายบุคคล ห้ามเปิดหนังสือหรือสืบค้นวิธีทำจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และห้ามปรึกษากับเพื่อน เพื่อเป็นการทดสอบความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน เสร็จแล้วตัวแทนนักเรียนรวบรวมส่งครูท้ายชั่วโมง

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตรวจสอบผลการศึกษาตัวอย่างที่ 7.3 ในเบื้องต้น หลังจากให้นักเรียนรวบรวมมาส่ง
2. ครูอธิบายถึงหลักการและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตัวอย่างที่ 7.3 โดยอธิบายควบคู่ไปกับหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 102-104
3. ครูพูดคุยสอบถามนักเรียนว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจบ้าง และครูอธิบายให้นักเรียนฟังอีกครั้งในส่วนที่ยังไม่เข้าใจ หรือยังไม่ชัดเจน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบความสะดวกความสามารถ (เก่ง-ค่อนข้างเก่ง-ปานกลาง-อ่อน) อยู่ในกลุ่มเดียวกัน กลุ่มละ 5-6 คน โดยครูเป็นผู้เลือกนักเรียนเข้ากลุ่ม
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเข้าไปศึกษาการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สมดุลของแรง 3 แรง จากเว็บไซต์ http://www.thaigoodview.com/library/teachershow/nongkhai/suttirut_sri2/physic02/lab/ph14th/equilibrium_th.htm แล้วเขียนบันทึกขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อกันลงในสมุดประจำตัว
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาวิธีการทำกิจกรรม สมดุลของแรงสามแรง จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 105
4. ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารับอุปกรณ์กลับไปทีกลุ่มตนเอง แล้วให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอน และบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง กิจกรรมสมดุลของแรงสามแรง จากใบงานที่ 1.2 เรื่อง กิจกรรมสมดุลของแรงสามแรง โดยครูจะสังเกตการณ์ และคอยให้คำปรึกษา
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม)
5. ครูเน้นย้ำให้นักเรียน ตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ หลังจากการทำกิจกรรม ในแบบบันทึกกิจกรรม จากใบงานที่ 1.2 เรื่อง กิจกรรมสมดุลของแรงสามแรง
 - 1) ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงทั้ง 3 ตัว มีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ: ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงแต่ละตัวอาจไม่เท่ากัน และเมื่อแรงทั้งสามไม่ได้อยู่ในเส้นตรงเดียวกัน กระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุเกิดสมดุลต่อการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์ของแรงทั้งสามจะเท่ากับศูนย์)
 - 2) เมื่อนำแนวแรงที่ได้มาเขียนเวกเตอร์โดยวิธีหางต่อหัว ภาพที่ได้จะมีลักษณะอย่างไร และเวกเตอร์ลัพธ์จะมีค่าเป็นเท่าไร
(แนวตอบ: เมื่อเขียนเวกเตอร์ของแรงทั้งสามแบบหางต่อหัวจะพบว่า เวกเตอร์ของแรงทั้งสามต่อกันเป็นสามเหลี่ยมปิด และเวกเตอร์ลัพธ์จะมีค่าเท่ากับศูนย์)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. หลังการทำกิจกรรม ครูสุ่มตัวแทนบางกลุ่ม ออกมาอภิปรายถึงผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม
2. ครูและนักเรียนร่วมกันลงข้อสรุปผลการทำกิจกรรม สมดุลของแรงสามแรงว่า เมื่อมีแรงสามแรงกระทำต่อวัตถุในแนวเส้นตรงเดียวกันแล้ววัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์จะมีค่าเท่ากับศูนย์ โดยแรงลัพธ์ของสองแรงแรกมีขนาดเท่ากับแรงที่สาม แต่มีทิศทางตรงข้ามกัน
3. ครูแนะนำให้ความรู้เพิ่มเติมถึงผลจากการทำกิจกรรมว่า เมื่อมีแรงสามแรงกระทำต่อวัตถุ แล้ววัตถุอยู่ในสมดุลต่อการเคลื่อนที่ แรงทั้งสามจะอยู่ในระนาบเดียวกัน ครูอาจสาธิตโดยใช้เส้นเชือกสามเส้น ผูกปลายข้างหนึ่งเข้าด้วยกันให้เป็นปม ดึงปลายที่เหลือของเชือกทั้งสามเส้นให้ปมเชือกหยุดนิ่ง สังเกตระนาบของแรงทั้งสาม และเมื่อเปลี่ยนทิศทางของแรงใดแรงหนึ่งไปอยู่ในระนาบอื่น อีกสองแรงที่เหลือจะเปลี่ยนไปอยู่ในระนาบเดียวกันเสมอ

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง สภาพสมดุล ให้นักเรียนดูเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง สมดุลต่อการเลื่อนที่ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และครูให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit Question 1 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 132-139 เรื่อง สมดุลต่อการเลื่อนที่ ลงในสมุดประจำตัว
4. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง สมดุลต่อการเลื่อนที่ ลงในกระดาษ A4
5. ครูอธิบายสรุปสาระสำคัญ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 97-104 เรื่อง สมดุลต่อการเลื่อนที่ ให้นักเรียนฟังอีกครั้ง
6. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน นำเสนอผังมโนทัศน์ของตนเอง
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน)
7. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2.2 เรื่อง สมดุลต่อการเลื่อนที่ จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.2 แบบบันทึกกิจกรรมสมดุลของแรงสามแรง
2. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 2.1-2.2 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
3. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล การทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงาน
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง สมดุลต่อการเลื่อนที่ ที่นักเรียนได้สร้างขึ้น จากชิ้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาพสมดุล
- 2) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาพสมดุล
- 3) ใบงานที่ 1.2 แบบบันทึกกิจกรรมสมดุลของแรงสามแรง
- 4) PowerPoint เรื่อง สภาพสมดุล

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ
- 4) เว็บไซต์ (http://www.thaigoodview.com/library/teachershow/nongkhai/suttirut_sri2/physic02/lab/ph14th/equilibrium_th.htm)

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) สมดุลต่อการเลื่อนที่	- ตรวจใบงานที่ 1.2 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.2 - 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
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่องสภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง สมดุลต่อการหมุน

เวลา 2 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

- วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุน หรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\sum_{i=1}^n M_i = 0$ โดยโมเมนต์คำนวณได้จากสมการ $M = Fl$
- เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จะเท่ากับศูนย์ ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่แต่ไม่สมดุลต่อการหมุน
- การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ สามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์และผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรงได้

3. สาระสำคัญ

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุเชิงเกร็ง โดยแนวรavnั้นลากผ่านศูนย์กลางมวล จะพบว่า วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงความเร็วเชิงเส้น แต่ถ้าแนวแรงที่กระทำต่อวัตถุไม่ผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุนั้นจะเกิดการหมุนโดยมีศูนย์กลางมวลเป็นจุดหมุน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายได้ว่าวัตถุที่สมดุลต่อการหมุนนั้น วัตถุอาจหยุดนิ่งไม่หมุนหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลต่อการหมุนได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

☐ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต

☒ 3. มีวินัย

- ☒ 4. ใฝ่เรียนรู้
- ☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง
- ☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน
- ☐ 7. รักความเป็นไทย
- ☐ 8. มีจิตสาธารณะ
- ☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ

- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้แนะตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูชักชวนนักเรียนพูดคุยโดยถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 106 ว่า วัตถุที่หยุดนิ่งสามารถเกิดสมมูลต่อการหมุนได้หรือไม่ และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่า หรือครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล
(แนวตอบ: วัตถุที่หยุดนิ่งสามารถเกิดสมมูลต่อการหมุนได้ เนื่องจากแรงลัพธ์หรือผลรวมของโมเมนต์รอบจุดหมุนมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจึงไม่เกิดการเคลื่อนที่ สถานะนี้เรียกว่า วัตถุสมมูลต่อการหมุน)
3. ครูและนักเรียนสนทนาทบทวนเกี่ยวกับสมมูลกลและเงื่อนไขของสมมูล ครูตั้งคำถามให้นักเรียนคิดหาคำตอบ นักเรียนรู้อะไรมาแล้วบ้างเกี่ยวกับทอร์กของแรงหรือโมเมนต์ของแรง ให้ทุกคนเขียนสิ่งที่ตนเองรู้มาแล้ว ลงในสมุดบันทึกของตนเอง
4. ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนอย่างอิสระ จากนั้นให้สลับกันเล่าถึงสิ่งที่ตนเองรู้มาแล้วเกี่ยวกับทอร์กของแรง แล้วโมเมนต์ของแรง ซึ่งกันและกัน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูสุ่มนักเรียนประมาณ 5-6 คน แล้วถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน
2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มอย่างอิสระ กลุ่มละ 5-6 คน แล้วให้สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดและตั้งคำถามที่อยากรู้เกี่ยวกับสมมูลต่อการหมุน อย่างน้อยกลุ่มละ 1 คำถาม โดยเขียนลงในกระดาษ A4 จากนั้นให้นักเรียนเสนอคำถามของกลุ่ม และให้ทุกคนเขียนคำถามของแต่ละกลุ่มลงสมุดบันทึกของตนเอง
3. ครูสนทนากับนักเรียน โดยให้นักเรียนคิดว่าสมมูลต่อการหมุนมีเงื่อนไขเป็นอย่างไร เกี่ยวข้องกับปริมาณอะไรบ้าง
4. ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า เวลานักเรียนจะเปิดขวดน้ำดื่ม นักเรียนจะต้องออกแรงอย่างไร เพื่อให้ฝาขวดน้ำเกิดการเคลื่อนที่แบบหมุน สุ่มถามนักเรียนพร้อมสาธิตประกอบ แรงรูปแบบเช่นนี้ทางฟิสิกส์เรียกว่าแรงอะไร ส่งผลต่อสภาพของวัตถุอย่างไร ถ้าวัตถุถูกแรงรูปแบบนี้กระทำจะส่งผลให้วัตถุนั้นสมมูลต่อการหมุนหรือไม่ เพราะเหตุใด

สำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)

5. ครูให้นักเรียนกลับเข้ากลุ่มที่ได้แบ่งไว้ในชั่วโมงที่แล้ว จากนั้นให้สมาชิกแต่ละคนร่วมกันศึกษา เรื่องสมมูลต่อการหมุน โมเมนต์ของแรงหรือทอร์ก โมเมนต์ของแรงคู่ควบ จากหนังสือเรียน รายวิชา ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 106-109

6. ครูกำหนดให้นักเรียนจดบันทึกองค์ความรู้ หรือสรุปสาระสำคัญในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดว่าจำเป็นต่อการนำไปใช้ นำไปแก้โจทย์ปัญหา ลงในสมุดประจำตัว
7. ครูเน้นย้ำกับนักเรียนว่า หลังจากศึกษาเนื้อหา เรื่อง สมดุลต่อการหมุนเสร็จแล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามท้าทายการคิดขั้นสูง จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 109
8. สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันพูดคุยอภิปรายผลการศึกษา โดยให้แต่ละคนเล่าสิ่งที่ตนเองเข้าใจ ตนครบทุกคน จากนั้นตัวแทนกลุ่มสรุปความคิดเห็นของกลุ่ม
9. ครูให้แต่ละกลุ่มเขียนสรุปความคิดเห็นของกลุ่มจากการอภิปรายผลร่วมกัน ลงในกระดาษ A4 พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม
10. ครูเตรียมสลากหมายเลข ตามจำนวนนักเรียนในห้องเรียน
11. ครูจับสลากหมายเลขที่เตรียมไว้ โดยเมื่อจับได้หมายเลขใดแล้ว ให้นักเรียนที่มีเลขประจำตัวนั้นเป็นตัวแทนกลุ่มนำผลงานการศึกษา เรื่อง สมดุลต่อการหมุน ออกมาแสดงให้ครูและเพื่อนดู พร้อมทั้งอภิปรายหน้าชั้นเรียน
12. ครูสุ่มจับสลากไปเรื่อย ๆ จนตัวแทนนักเรียน ออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียนครบทุกกลุ่ม เพื่อเป็นการทดสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ศึกษามาแล้ว และแสดงให้เห็นได้ว่านักเรียนแต่ละคนมีความสนใจที่จะศึกษาหรือไม่

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายเนื้อหาที่นักเรียนได้ร่วมกันศึกษาให้ละเอียดมากขึ้นตั้งแต่ เรื่อง สมดุลต่อการหมุน โมเมนต์ของแรงหรือทอร์ก โมเมนต์ของแรงคู่ควบ โดยเปิด PowerPoint เรื่อง สมดุลต่อการหมุน ควบคู่ไปกับการอธิบายเนื้อหาจากหนังสือเรียน
 2. ครูแนะนำคำตอบของคำถามท้าทายการคิดขั้นสูง จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 ให้นักเรียนได้ตรวจสอบคำตอบของตนเองว่าถูกต้องหรือไม่ เพื่อให้นักเรียนทุกคนเกิดความเข้าใจในที่ตรงกันมากขึ้น
- (แนวตอบ: แรงคู่ควบ คือ แรงขนาน 2 แรง ที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม ส่วนทอร์กหรือโมเมนต์ คือ ปริมาณที่ใช้วัดผลของการหมุนรอบจุดใดจุดหนึ่ง โดยขนาดของโมเมนต์จะขึ้นอยู่กับขนาดของแรงและระยะห่างของแนวแรงจากจุดหมุน)*

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบละความสามารถ (เก่ง-ค่อนข้างเก่ง-ปานกลาง-อ่อน) อยู่ในกลุ่มเดียวกัน กลุ่มละ 5-6 คน โดยครูเป็นผู้เลือกนักเรียนเข้ากลุ่ม
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันศึกษาเกี่ยวกับสมดุลต่อการหมุนโดยใช้วัตถุอุปกรณ์ง่าย ๆ ได้แก่ ไม้เมตร อุปกรณ์สำหรับหมุนไม้เมตร นอต กลุ่มละ 5 ตัว พร้อมกับให้นักเรียนสร้างคำอธิบายตามสถานการณ์ จงลงข้อสรุปเกี่ยวกับ โมเมนต์ของแรง แรงคู่ควบ และโมเมนต์ ของแรงคู่ควบ เงื่อนไขของสมดุลต่อการหมุน สมดุลสมบูรณ์ โดยบันทึกในสมุดบันทึกประจำตัวของตนเอง
3. ขณะที่ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับสมดุลต่อการหมุน และสมดุลสมบูรณ์ ครูเดินไปตามกลุ่มนักเรียนเพื่อให้ความช่วยเหลือกรณีที่นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ได้

4. ครูให้สมาชิกแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่ออภิปรายผลเกี่ยวกับโมเมนต์ที่นักเรียนได้ร่วมกันศึกษา
5. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 7.5-7.7 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 110-112 โดยแสดงวิธีการคำนวณลงในสมุดประจำตัว

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันพูดคุย แลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับ เรื่อง สมดุลต่อการหมุน และครูอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหา รวมถึงขั้นตอนการแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ที่ถูกต้อง โดยครูแสดงสิ่งที่ถูกต้องบนกระดานหน้าชั้นเรียน ควบคู่กับการอธิบายจากหนังสือเรียน
2. ครูให้นักเรียนตรวจสอบสิ่งที่ตนเองทำในสมุดประจำตัว กับสิ่งที่ครูอธิบายหน้าชั้นเรียน ว่ามีสิ่งไหนที่ผิดพลาดไปบ้าง
3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3.1 เรื่อง สมดุลต่อการหมุน จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
4. ครูแจกใบงานที่ 1.3 เรื่อง สมดุลต่อการหมุน ให้นักเรียน แล้วมอบหมายให้นักเรียนนำกลับไปศึกษา แล้วลงมือทำการบ้าน โดยนำกลับมาส่งครูในชั่วโมงถัดไป

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง สมดุลต่อการหมุน ให้นักเรียนดูเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง สมดุลต่อการหมุน ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และครูให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit Question 1 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 132-139 เรื่อง สมดุลต่อการหมุน ลงในสมุดประจำตัว
4. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง สมดุลต่อการหมุน ลงในกระดาษ A4
5. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน นำเสนอผังมโนทัศน์ของตนเอง
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน)

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.3 เรื่อง สมดุลต่อการหมุน
2. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 3.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
3. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล การทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงาน
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง สมดุลต่อการหมุน ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาพสมดุล
- 2) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาพสมดุล

- 3) ใบงานที่ 1.3 เรื่อง สมดุลต่อการหมุน
- 4) PowerPoint เรื่อง สภาพสมดุล

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) สมดุลต่อการหมุน	- ตรวจใบงานที่ 1.3 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.3 - 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
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่องสภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง

เวลา 2 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

- เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่แข็งแรงเสียดทานในแนวระดับ ถ้าแนวแรงนั้นกระทำผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่โดยไม่หมุน

2. ผลการเรียนรู้

สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์กลางที่มีเสถียรภาพของวัตถุได้

3. สาระสำคัญ

เมื่อออกแรงในแนวระดับกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นลื่น แล้ววัตถุเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่ โดยไม่หมุนแนวแรงนั้นจะผ่าน ศูนย์กลางมวล และในกรณีที่วัตถุอยู่ในสนามโน้มถ่วงเดียวกัน ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายความหมายศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- สามารถหาตำแหน่งของศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

☐ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต

☒ 3. มีวินัย

☒ 4. ใฝ่เรียนรู้

☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง

☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน

☐ 7. รักความเป็นไทย

☐ 8. มีจิตสาธารณะ

☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)

☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)

☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)

☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว

☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง

☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม

☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้

☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ

☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การขึ้นนำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง

☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูทบทวนเนื้อหาเดิมของเรื่องที่ได้ศึกษามาแล้วก่อนหน้านี้ โดยการตั้งคำถามแล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ซึ่งครูจะยังไม่เฉลยว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด แต่จะถามย้ำ ๆ กับนักเรียนแต่ละคนไปเรื่อย ๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและความมั่นใจในคำตอบของตนเอง
3. ครูสนทนากับนักเรียนต่อไปโดยถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 113 ว่า วัตถุทุกชนิดมีศูนย์กลางหรือไม่ และอยู่ตำแหน่งใด และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่า หรือครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล
(แนวตอบ: หากวัตถุหรือระบบอยู่ภายใต้สนามแรงโน้มถ่วงที่เป็นเอกภาพ มักเรียกศูนย์กลางมวลว่าเป็น ศูนย์ถ่วง (center of gravity) คือ ตำแหน่งที่วัตถุนั้นถูกกระทำโดยแรงโน้มถ่วง)
4. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยตั้งคำถามว่า นักเรียนรู้จักหอเอนเมืองปิซาหรือไม่ มีลักษณะอย่างไร และทำไมหอเอนเมืองปิซาจึงตั้งเอนอยู่โดยไม่ล้มลง เปิดโอกาสให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระ
5. ครูกระตุ้นความสนใจต่อโดยการบอกให้นักเรียนนั่งตัวตรง เท้าวางตั้งฉากกับพื้น จากนั้นให้นักเรียนลองลุกขึ้นยืน แต่มีเงื่อนไขว่า ห้ามโน้มตัวมาข้างหน้า และห้ามเลื่อนเท้าเข้าหาเก้าอี้ ผลคือ นักเรียนไม่สามารถลุกจากเก้าอี้ได้ จากนั้นเปลี่ยนให้นักเรียนลุกขึ้นจากเก้าอี้ โดยโน้มตัวมาข้างหน้า ปรากฏว่านักเรียนลุกขึ้นจากเก้าอี้ได้อย่างสบาย ครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคลว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น เพื่อทดสอบความเข้าใจ เบื้องต้น
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

สำรวจค้นหา (Explore)

1. จากการสาธิต การลุกจากเก้าอี้ ครูตั้งคำถามว่า เพราะเหตุใดเราจึงลุกจากเก้าอี้ไม่ได้ เมื่อนั่งตัวตรง และห้ามเลื่อนเท้าเข้าหาเก้าอี้ โดยให้นักเรียนร่วมกันสรุปตามความเข้าใจ
2. ครูทบทวนเกี่ยวกับสมดุลต่อการหมุนของวัตถุทั้งสมดุลสถิตและสมดุลจลน์ โดยการยกตัวอย่างจนได้ว่า วัตถุที่ไม่หมุนหรือกำลังหมุนด้วยอัตราเร็วเชิงมุมคงตัว จะอยู่ในสมดุลต่อการหมุน และเน้นว่าจะศึกษาเฉพาะกรณีที่ไม่หมุนก่อน
3. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันศึกษา เรื่อง ศูนย์กลางมวล จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 113
4. ครูสุ่มนักเรียนบางคู่ให้ออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่ออภิปรายสรุปผลการศึกษา เรื่อง ศูนย์กลางมวล
5. ครูสาธิตเพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจ โดยออกแรงดันลงทรายที่วางบนพื้นราบ จะพบตำแหน่งที่ออกแรงดันแล้วทรายไม่หมุนแต่เลื่อนไปข้างหน้าอย่างเดียว จากนั้นเปลี่ยนเป็นออกแรงดันด้านข้างของทรายอีกข้างหนึ่ง จนได้ตำแหน่งที่ออกแรงดันแล้วทรายเลื่อนดำที่โดยไม่หมุน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จนได้ข้อสรุปว่า ตำแหน่งที่ออกแรงกระทำต่อทราย ทำให้ทรายเลื่อนที่อย่างเดียวนั้นมีหลายแนวแรง แนวแรงเหล่านั้นจะผ่านจุด ๆ หนึ่ง ซึ่งเสมือนเป็นศูนย์กลางของมวลวัตถุทั้งก้อน จึงเรียกว่า ศูนย์กลางมวล

2. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า การพิจารณาศูนย์กลางมวลนั้น ไม่จำเป็นต้องเป็นวัตถุก้อนเดียว อาจเป็นของระบบที่ประกอบด้วยวัตถุหลายก้อนก็ได้ ศูนย์กลางมวลจะอยู่ระหว่างวัตถุเหล่านั้นก่อนไปทางก้อนที่มีมวลมาก
3. ครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า แนวแรงที่กระทำต่อวัตถุที่ผ่านศูนย์กลางมวลนั้น จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เพียงอย่างเดียวไม่มีการหมุน แต่ถ้าแนวแรงที่กระทำต่อวัตถุไม่ผ่านศูนย์กลางมวล วัตถุจะมีการเคลื่อนที่แบบเคลื่อนที่และมีการหมุนเกิดขึ้นด้วย

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนกับเพื่อนที่เคยจับคู่กันเมื่อชั่วโมงที่แล้ว ร่วมกันศึกษา เรื่อง ศูนย์ถ่วง จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 114
2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนจดบันทึกสาระสำคัญจากเรื่องที่กำลังศึกษาอยู่ ลงในสมุดประจำตัว
3. ครูเน้นย้ำให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับตุ้กดึงลูก จากกรอบ Physics in real life
4. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่ออภิปรายผลการศึกษา เรื่อง ศูนย์ถ่วง รวมถึงการอธิบายหลักการสร้างตุ้กดึงลูก หรือวัตถุอื่น ๆ ที่นำหลักการของศูนย์ถ่วงไปใช้
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)
5. ครูทำการสาธิตเพื่ออธิบายความหมายของศูนย์ถ่วง โดยใช้ก้านไม้ขีดไฟ 2 ก้าน และข้อล้อย่อม 1 คู่ เสียบปลายข้อเข้ากับซี่ของล้อย่อม แล้วใช้ไม้ขีดไฟก้านหนึ่ง เอาปลายด้านหางไม้ขีดเสียบเข้าระหว่างซี่ของล้อย่อม ใช้มือถือไม้ขีดไฟอีกก้านทางหาง แล้วเอาทางด้านหัวรองรับที่ปลายของไม้ขีดไฟด้านที่เสียบกับข้อล้อย่อมในตำแหน่งที่จะทำให้อยู่ในสมดุลได้ โดยไม้ขีดไฟก้านบนอยู่ในแนวระดับ และก้านที่มีมือถืออยู่ในแนวตั้ง
6. ครูตั้งปัญหาให้นักเรียนคิดว่า เหตุใดข้อล้อย่อมจึงวางอยู่บนก้านไม้ขีดไฟโดยไม่ตก

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายเน้นย้ำเกี่ยวกับศูนย์ถ่วงหลังจากที่นักเรียนได้ร่วมกันศึกษาแล้วว่า ศูนย์ถ่วง คือ จุดที่เปรียบเสมือนศูนย์รวมของน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน โดยแนวแรงของน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อนจะมีทิศผ่านศูนย์ถ่วง
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งของศูนย์ถ่วงเมื่อวัตถุวางอยู่ในลักษณะต่าง ๆ โดยเปิด PowerPoint เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง ควบคู่ไปกับการอธิบายเนื้อหา จากหนังสือเรียน หน้า 114 เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจไปในแนวทางเดียวกันว่า เมื่อแนวแรงของน้ำหนักที่ผ่านศูนย์ถ่วงหรือแนวศูนย์ถ่วงยังอยู่ในฐานของวัตถุวัตถุจะไม่ล้มลง แต่เมื่อมีแรงมากระทำแล้วทำให้แนวศูนย์ถ่วงอยู่นอกฐานของวัตถุ วัตถุก้อนนั้นจะล้มลง
2. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่นักเรียนได้ลองทำกันไปทั้งการลุกขึ้นจากเก้าอี้ และก้านไม้ขีดไฟกับข้อล้อย่อม จนได้ข้อสรุปว่า ศูนย์ถ่วงเป็นศูนย์กลางรวมน้ำหนักของวัตถุ เมื่อออกแรงดึงวัตถุผ่านจุดนี้ วัตถุจะสมดุลอยู่ได้โดยไม่หล่นสู่พื้น ส่วนการลุกขึ้นจากเก้าอี้เมื่อนั่งตัวตรงไม่ได้นั้น เนื่องจากศูนย์ถ่วงของคนอยู่นอกเท้าซึ่งเป็นฐานในการรับน้ำหนัก เมื่อพยายามลุกขึ้นเกิดโมเมนต์เนื่องจากน้ำหนัก ทำให้ลุกขึ้นไม่ได้ แต่เมื่อนั่งตัวมาด้านหน้าและสอดเท้าเข้าใต้เก้าอี้ ศูนย์ถ่วงของคนจะอยู่บริเวณเท้า เมื่อให้เท้าเป็นจุดหมุนจึงไม่เกิดโมเมนต์ที่ดึงคนกลับลงมาจึงลุกขึ้นจากเก้าอี้ได้

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูนำสื่อการเรียนรู้เพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง มาเปิดให้นักเรียนดูเพื่อเป็นความรู้เสริมจากหนังสือเรียน เช่น นำวิดีโอจาก YouTube เรื่อง จุดศูนย์ถ่วง ที่ได้อธิบายเกี่ยวกับการลุกขึ้นจากเก้าอี้ (<https://www.youtube.com/watch?v=iRtpUBMuOr8>)
2. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 7.8 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 115
3. เมื่อนักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 7.8 เสร็จแล้ว ครูกำหนดโจทย์ปัญหาในลักษณะเดียวกัน ซึ่งครูอาจเปลี่ยนตัวแปรจากโจทย์ในตัวอย่างที่ 7.8 แล้วให้นักเรียนทำลงในสมุดบันทึกประจำตัว โดยครูกำหนดให้นักเรียนปิดหนังสือเรียน แสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ด้วยตนเองตามความเข้าใจ
4. ครูให้เวลานักเรียนแก้โจทย์ปัญหาสักครู่ โดยครูคอยสังเกตการณ์และให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนสงสัยหรือเกิดปัญหา
5. ครูเดินตรวจวิธีการคำนวณและผลลัพธ์ที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำในสมุดบันทึกประจำตัว เพื่อตรวจสอบความเข้าใจหลังจากที่ได้ศึกษาตัวอย่างโจทย์ในลักษณะนี้มาแล้ว
6. ครูสุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถ (เก่ง-ค่อนข้างเก่ง-ปานกลาง-อ่อน) ออกมาหน้าชั้นเรียน แล้วแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์จากโจทย์ที่ครูกำหนดให้ ตามที่ตนเองได้ทำลงในสมุดบันทึกประจำตัว

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายขั้นตอนและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาจากตัวอย่างที่ 7.8 และโจทย์ที่ครูกำหนดให้นักเรียนได้ลองทำ โดยครูแสดงวิธีการคำนวณบนกระดานหน้าชั้นเรียน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 2 ข้อที่ได้ศึกษากันไปแล้ว
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 4.1 เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 7.9 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2 หน้า 116 โดยจดบันทึกลงในสมุดประจำตัว
2. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่อแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ จากตัวอย่างที่ 7.9 บนกระดานหน้าชั้นเรียน
3. ครูนำวิดีโอจาก YouTube เช่น <https://www.youtube.com/watch?v=3uutWPPsHWA> มาเปิดหน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมนอกเหนือจากหนังสือเรียน
4. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันอย่างอิสระ กลุ่มละ 4-5 คน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาค้นคว้า สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง จากแหล่งข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

5. ครูแจกกระดาษปฐพีขนาด A1 ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น แล้วให้นักเรียนเขียนสรุปองค์ความรู้ หรือสาระสำคัญ เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง ที่ได้ร่วมกันศึกษาทั้งจากหนังสือเรียน และแหล่งข้อมูลสารสนเทศ โดยครูกำหนดให้แต่ละกลุ่มยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ ศูนย์กลาง

มวลและศูนย์กลางมวลด้วยอย่างน้อย 1 สถานการณ์ เพื่อไม่ให้ซ้ำกับกลุ่มอื่น ๆ พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงามตามระดับความรู้ และความสามารถ

6. ครูสุ่มลำดับการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม แล้วให้สมาชิกแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนตามลำดับที่ครูกำหนดให้ และนำเสนอด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย และมีเทคนิคการนำเสนอที่น่าสนใจ

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูนำสรุปผลการนำเสนอผลงาน และการยกตัวอย่างสถานการณ์เกี่ยวกับศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอไปแล้ว
2. ครูเน้นกับนักเรียนว่าการหาศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางนั้น หาได้โดยวิธีที่แตกต่างกัน ศูนย์ถ่วงหาได้จากการที่ออกแรงต้านน้ำหนักของวัตถุตรงตำแหน่งที่พอดีทำให้วัตถุสมดุล แนวแรงที่ต้านน้ำหนักของวัตถุจะผ่านศูนย์กลางพอดี แต่การหาศูนย์กลางมวลหาได้จากการออกแรงดันวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่โดยไม่เกิดการหมุน แนวแรงนี้จะผ่านศูนย์กลางมวล
3. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง ของวัตถุรูปทรงเรขาคณิต และเน้นกับนักเรียนว่า ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางไม่จำเป็นต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน แต่โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน
4. ครูแจกใบงานที่ 1.4 เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง แล้วมอบหมายให้นักเรียนนำกลับไปศึกษา และลงมือทำการบ้าน นำกลับมาส่งครูในชั่วโมงถัดไป

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูเก็บรวบรวมใบงานที่ 1.4 เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง ที่นักเรียนนำกลับไปทำการบ้าน
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น
3. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง ให้นักเรียนดูเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง
4. ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจ หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาแล้ว เช่น
 - ศูนย์กลางมวลของวัตถุ คืออะไร
(แนวตอบ: ตำแหน่งที่มวลรวมของวัตถุอยู่ ซึ่งจุดนี้อาจจะอยู่ในหรือนอกวัตถุก็ได้)
 - ศูนย์ถ่วงของวัตถุ คืออะไร
(แนวตอบ: ตำแหน่งที่น้ำหนักรวมของวัตถุอยู่ ซึ่งจุดนี้อาจจะอยู่ในหรือนอกวัตถุก็ได้)
 - ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางของวัตถุใด ๆ จำเป็นต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกันหรือไม่
(แนวตอบ: ไม่จำเป็น แต่โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน)
5. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit Question 1 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 132-139 เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง ลงในสมุดประจำตัว
6. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง ลงในกระดาษ A4

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.4 เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง
2. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 4.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
3. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล การทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงาน
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชิ้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาพสมดุล
- 2) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาพสมดุล
- 3) ใบงานที่ 1.4 เรื่อง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง
- 4) PowerPoint เรื่อง สภาพสมดุล
- 5) กระดาษปฐพีขนาด A1

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>

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง	- ตรวจใบงานที่ 1.4 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.4 - 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

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง สมดุลสถิตและสภาพยืดหยุ่น

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

เรื่อง สมดุลของวัตถุ

เวลา 1 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

- การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระสามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์และผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรงได้

3. สาระสำคัญ

วัตถุที่อยู่ในสมดุลอาจอยู่ในสมดุลของการเลื่อนตำแหน่งหรือสมดุลต่อการหมุน หรือทั้งสมดุลต่อการเลื่อนที่และสมดุลต่อการหมุน โดยวัตถุที่สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่งอาจหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ส่วนวัตถุที่สมดุลต่อการหมุนอาจหยุดนิ่งหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- บอกความหมายของสมดุลของวัตถุได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลของวัตถุได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

☐ 1. รักษาติ ศาสน์ กษัตริย์

☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต

☒ 3. มีวินัย

☒ 4. ใฝ่เรียนรู้

☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง

☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน

- ☐ 7. รักความเป็นไทย
- ☐ 8. มีจิตสาธารณะ
- ☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบต่อเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบต่อ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้นำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูทบทวนความรู้เดิมจากเรื่องที่ได้ศึกษามาแล้วก่อนหน้านี้ โดยการตั้งคำถามแล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ซึ่งครูจะยังไม่เฉลยว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด แต่จะถามย้ำ ๆ กับนักเรียนแต่ละคนไปเรื่อย ๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและความมั่นใจในคำตอบของตนเอง
3. ครูสนทนากับนักเรียนต่อไป เพื่อชักชวนเข้าสู่บทเรียน โดยถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 118 ว่า วัตถุซึ่งวางนิ่งอยู่บนพื้นราบอย่างสมดุล มีแรงชนิดใดกระทำต่อวัตถุบ้าง ครูเว้นช่วงเวลาให้นักเรียนคิด แล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระ

(แนวตอบ: วัตถุซึ่งวางนิ่ง เมื่อยังไม่ได้ออกแรงกระทำกับวัตถุ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ จะมีเพียงแรงเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุ (W) และแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉาก (N) โดยทั้งสองแรงจะมีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงข้าม)

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

4. ครูถามนักเรียนต่อว่า รถยนต์ที่จอดอยู่ หนังสือที่วางอยู่บนบนโต๊ะ มีแรงกระทำต่อวัตถุเหล่านี้หรือไม่ อย่างไร ครูสุ่มถามนักเรียนไปเรื่อย ๆ เพื่อทดสอบความรู้และความแตกต่างของคำตอบ โดยจะยังไม่เฉลยว่าคำตอบนั้นถูกต้องหรือผิด

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แบบคละหญิงชายและความสามารถ และให้นักเรียนมอบหมายหน้าที่การทำงานโดยไม่ให้ซ้ำกัน
2. ครูให้นักเรียนที่ทำหน้าที่เป็นฝ่ายวัสดุในวันนี้รับกระดานโต้ตอบ (response board) พร้อมตะกร้าอุปกรณ์ของกลุ่ม
3. ครูใช้คำถามเดิมจากขั้นกระตุ้นความสนใจว่า รถยนต์ที่จอดอยู่ หนังสือที่วางอยู่บนบนโต๊ะ มีแรงกระทำต่อวัตถุเหล่านี้หรือไม่ อย่างไร
4. ครูให้นักเรียนร่วมกันกันพูดคุยและอภิปรายผลภายในกลุ่ม แล้วเขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อหนังสือที่วางนิ่งบนโต๊ะ บนกระดานโต้ตอบ (response board) ของกลุ่ม จากนั้นเมื่อทุกกลุ่มเสร็จแล้ว ครูให้ทุกกลุ่มชูกระดานขึ้น

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

5. ครูสำรวจความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่นิ่ง
6. ครูสนทนากับนักเรียนโดยถามนักเรียนว่า ตอบได้หรือไม่ว่าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อหนังสือที่อยู่นิ่งมีขนาดเท่าใด สอดคล้องกับกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันอย่างไร

(แนวตอบ: แรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ สอดคล้องกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน คือ ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำกับวัตถุ วัตถุจะคงสภาพเดิม หรือคงสภาพการเคลื่อนที่เดิมของวัตถุเอาไว้ กล่าวคือ ถ้าวัตถุอยู่นิ่งก็จะนิ่งต่อไป แต่ถ้าเคลื่อนที่ ก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเดิมและทิศทางเดิม)

7. ครูนำกล่องสี่เหลี่ยมวางหน้าชั้นเรียน แล้วกระทำการดังต่อไปนี้

- 1) วางวัตถุอยู่นิ่งโดยไม่ออกแรงกระทำใด ๆ
- 2) ออกแรง F กระทำทางด้านข้างของวัตถุ ซึ่งอยู่สูงจากพื้นเป็นระยะ h_1 โดยที่วัตถุยังคงนิ่งเหมือนเดิม
- 3) ครูทำการเปลี่ยนตำแหน่งที่ออกแรงดันกลองให้สูงขึ้น จนกระทั่งกลองเริ่มล้ม สมมติให้สูงจากพื้นเป็นระยะ h_2
8. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง สมดุลของวัตถุ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 118 โดยจดบันทึกหรือสรุปสาระสำคัญลงในสมุดประจำตัว

สำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)

9. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากสื่อดิจิทัล โดยนำสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตมาเปิดแอปพลิเคชันไลน์ (Line) จากนั้นนำไปสแกน QR Code เรื่อง สมดุลของวัตถุ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 118 เพื่อเป็นการให้นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง
10. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 7.11-7.12 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 119-120 โดยจดบันทึกลงในสมุดประจำตัว
11. ครูนำโจทย์ปัญหาเพิ่มเติมนอกเหนือจากในหนังสือเรียน ที่มีลักษณะคล้ายกันมาให้นักเรียนได้ลองแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)
12. ครูเดินสังเกตการณ์ และคอยให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนเกิดปัญหาหรือมีข้อสงสัยในระหว่างแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา รวมถึงแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์จากโจทย์ในตัวอย่างที่ 7.11-7.12 และโจทย์ที่ครูนำมาให้นักเรียนเพิ่มเติม
2. นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องจากสิ่งที่ตนเองทำกับสิ่งที่ครูอธิบายหน้าชั้นเรียน
3. ครูให้นักเรียนกลับเข้ากลุ่มเดิมที่ได้แบ่งไว้แล้ว แล้วให้สมาชิกแต่ละคนร่วมกันศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม และพูดคุยเล่าความรู้เกี่ยวกับ เรื่อง สมดุลของวัตถุ จากนั้นหัวหน้ากลุ่มอภิปรายสรุปผลภายในกลุ่ม พร้อมทั้งเขียนสรุปเป็นองค์ความรู้ ลงในกระดาษ A4
4. ครูสุ่มลำดับของแต่ละกลุ่ม แล้วให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่ออภิปรายผลการศึกษา เรื่อง สมดุลของวัตถุ หน้าชั้นเรียน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายลงข้อสรุปเกี่ยวกับสมดุลของวัตถุ ดังนี้
 - 1) เมื่อยังไม่ได้ออกแรงผลักวัตถุ แรงลัพธ์ที่มากกระทำกับวัตถุเป็นศูนย์ แรงเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุ (W) มีขนาดเท่ากับแรงที่พื้นดันวัตถุในแนวตั้งฉาก (N)
 - 2) หากออกแรง F กระทำกับวัตถุในแนวระดับซึ่งสูงจากพื้นค่าหนึ่ง โดยที่วัตถุยังคงอยู่นิ่งแสดงถึงวัตถุนั้นยังไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่และไม่เปลี่ยนสภาพการหมุน
 - 3) หากเปลี่ยนตำแหน่งการออกแรงให้สูงขึ้นเรื่อย ๆ จะพบว่าวัตถุเริ่มเอียงและล้มในแนวระดับ
6. ครูแจกใบงานที่ 1.5 ให้นักเรียน แล้วมอบหมายให้นักกลับไปศึกษาและลงมือทำการบ้าน
7. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 5.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูเก็บรวบรวมใบงานที่ 1.5 เรื่อง สมดุลของวัตถุ ที่นักเรียนนำกลับไปทำเป็นการบ้าน
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง สมดุลของวัตถุ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น
3. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง สมดุลของวัตถุ ให้นักเรียนดูเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง
5. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit Question 1 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 132-139 เรื่อง สมดุลของวัตถุ ลงในสมุดประจำตัว
6. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง สมดุลของวัตถุ ลงในกระดาษ A4

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.5 เรื่อง สมดุลของวัตถุ
2. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 5.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
3. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล การทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงาน
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง สมดุลของวัตถุ ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้น ขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาพสมดุล
- 2) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาพสมดุล
- 3) ใบงานที่ 1.5 เรื่อง สมดุลของวัตถุ
- 4) PowerPoint เรื่อง สภาพสมดุล
- 5) กระดานโต้ตอบ (response board)

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม 1) สมดุลของวัตถุ	- ตรวจใบงานที่ 1.5 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.5 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง สมดุลและสภาพยืดหยุ่น

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ

เวลา 1 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

- เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่แข็งแรงเสียดทานในแนวระดับ ถ้าแนวแรงนั้นกระทำผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่โดยไม่หมุน

2. ผลการเรียนรู้

สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีเสถียรภาพของวัตถุ

3. สาระสำคัญ

วัตถุต่าง ๆ สามารถรักษาสภาพเดิมไว้ได้หากแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนั้นเป็นศูนย์ ซึ่งแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนั้นทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพไปจากเดิม โดยการเปลี่ยนสภาพของวัตถุนี้จะขึ้นกับมวลของวัตถุ ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวล รูปร่างของวัตถุและฐานของวัตถุ เป็นต้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- บอกความหมายของสมดุลเสถียร สมดุลไม่เสถียร และสมดุลสะเทินได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

☐ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต

☒ 3. มีวินัย

☒ 4. ใฝ่เรียนรู้

☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง

☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน

☐ 7. รักความเป็นไทย

☐ 8. มีจิตสาธารณะ

☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)

☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)

☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)

☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว

☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง

☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม

☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้

☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ

☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การขึ้นนำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง

☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเงื่อนไขของสมดุลที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้ว
2. ครูสนทนากับนักเรียนต่อไป เพื่อชักชวนเข้าสู่บทเรียน โดยถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 121 ว่า ศูนย์กลางมวลมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุอย่างไร ครูเว้นช่วงเวลาให้นักเรียนคิด แล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบได้อย่างไม่จำกัด
(แนวตอบ: เมื่อเราทราบว่า ศูนย์ถ่วงและศูนย์กลางมวล คือ จุดเสมือนจุดรวมน้ำหนักและมวลที่เป็นตัวกำหนดว่าวัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ไหลไปจากจุดเดิมอย่างไร หากวัตถุได้รับแรงที่มากระทำแล้วศูนย์ถ่วงยังคงตกลงผ่านพื้นผิวสัมผัส หรือฐานของวัตถุที่สัมผัสพื้นอยู่ วัตถุก็จะไม่เคลื่อนที่หรือล้มออกจากตำแหน่งเดิม)
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)
3. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความสนใจต่อ นักเรียนคิดว่าวัตถุต่าง ๆ จะรักษาสภาพสมดุลได้อย่างไร และการรักษาสภาพสมดุลของวัตถุจะขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง โดยครูจะยังไม่เฉลยว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด
4. ครูทำการสาธิตโดยใช้วัตถุ 2 ชิ้น ที่มีฐานกว้างแตกต่างกันวางไว้บนพื้น ให้นักเรียนลองทำนายว่าวัตถุชิ้นใดจะล้มง่ายกว่าถ้าครูกลิ้งลูกเทนนิสไปชนด้วยความเร็วเท่า ๆ กัน เมื่อนักเรียนทำนายแล้วครูให้นักเรียนสังเกต ผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับการทำนายของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร นักเรียนจะอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นนี้ได้ว่าอย่างไร (ยังไม่ต้องการคำตอบที่ถูกต้อง)
5. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 121-122 โดยจดบันทึกสาระสำคัญ หรือสิ่งที่ได้จากการศึกษาลงในสมุดประจำตัวของตนเองตามความเข้าใจ
2. ครูให้นักเรียนกลับเข้ากลุ่ม ที่เคยแบ่งไว้ในชั่วโมงที่แล้ว จากนั้นร่วมกันพูดคุยสรุปผลการศึกษาของแต่ละคนภายในกลุ่ม
3. แจกกระดาษปฐพี ขนาด A1 ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น
4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนสรุป เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ จากผลการศึกษาและร่วมพูดคุยกันภายในกลุ่ม ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างสรรค์วิธีการเขียนเพื่อจะนำเสนอได้อย่างอิสระ พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม ลงในกระดาษปฐพีที่ครูแจก
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
5. เมื่อแต่ละกลุ่มสร้างสรรค์ผลงานเสร็จแล้ว ให้ติดผลงานของตนเองไว้ที่โต๊ะ

สำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)

6. ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งกันและกันโดยวนไปตามโต๊ะ และครูกำหนดให้แต่ละกลุ่มคิดสัญลักษณ์ประจำกลุ่ม
7. ให้แต่ละกลุ่มพิจารณาผลงานของเพื่อนโดยให้เขียน ดังนี้
 - 1) เครื่องหมาย ✓ กรณีที่นักเรียนเห็นด้วย
 - 2) เครื่องหมาย ? กรณีที่ไม่เข้าใจหรือสงสัยพร้อมเขียนข้อสงสัยลงบนผลงานเพื่อน (ถ้ามี)
 - 3) เครื่องหมาย ✗ กรณีที่ไม่เห็นด้วย

พร้อมให้คะแนนผลงานของเพื่อน และเขียนข้อเสนอแนะเกี่ยวกับผลงานตามความคิดเห็นของกลุ่มที่ชมผลงานของกลุ่มอื่น ดังนี้ โดยเขียนสัญลักษณ์กลุ่มกำกับไว้ด้วย

- 3 คะแนน ถ้านำเสนอประเด็นสำคัญได้ครอบคลุมมากที่สุด ศึกษาเรียนรู้เข้าใจได้ง่าย สื่อความหมายได้ชัดเจน น่าสนใจ และสร้างสรรค์
- 2 คะแนน ถ้านำเสนอประเด็นสำคัญได้ครอบคลุมค่อนข้างมาก มุ่งองค์ประกอบสำคัญหายไป 1-2 ประเด็น ดูเข้าใจได้ มีความน่าสนใจ สร้างสรรค์ และสื่อความหมายได้ในระดับดี
- 1 คะแนน ถ้าการนำเสนอขาดประเด็นสำคัญหลายประเด็น มีความน่าสนใจน้อย สื่อความหมายไม่ชัดเจน

8. จากนั้นให้ทุกกลุ่มกลับมาที่กลุ่มตนเอง ร่วมกันพิจารณาข้อสงสัยและข้อเสนอแนะที่เพื่อนเขียนร่วมกันหาคำตอบโดยเขียนลงบนผลงาน ก่อนที่จะส่งผลงานที่ครู
9. ครูสุ่มตัวแทนกลุ่ม 2-3 กลุ่ม โดยการพิจารณาผลงานที่ยอดเยี่ยมที่สุดและรองลงไป จากการประเมินของครูเอง นำเสนอผลงานโดยกลุ่มนี้จะได้รับโบนัสการนำเสนอผลงาน 2 คะแนน
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน)
10. จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่นร่วมอภิปรายซักถาม แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม หรือให้ข้อมูลเพิ่มเติมในกรณีที่เห็นต่าง

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ พร้อมทั้งอธิบายเนื้อหาจากหนังสือเรียนควบคู่กัน
2. ครูให้นักเรียนนำสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตขึ้นมาสแกน QR Code เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 121-122 เพื่อเป็นความรู้เสริมจากสื่อดิจิทัล
3. ครูเรียกเก็บผลงานการสรุปองค์ความรู้ที่นักเรียนได้สร้างขึ้น เพื่อนำมาตรวจให้คะแนน
4. ครูแจกใบงานที่ 1.6 เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ ให้นักเรียน พร้อมทั้งมอบหมายให้นักเรียนนำกลับไปทำเป็นบ้าน
5. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 6.1 เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ตัวแทนนักเรียนเก็บรวบรวมใบงานที่ 1.6 เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ ส่งคืนครู
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น
3. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ ให้นักเรียนดูเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง
4. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit Question 1 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 132-139 เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ ลงในสมุดประจำตัว
5. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังโน้ต (Concept Mapping) เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ ลงในกระดาษ A4

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.6 เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ
2. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 6.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

3. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล การทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงาน
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาวะสมดุล
- 2) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาวะสมดุล
- 3) ใบงานที่ 1.6 เรื่อง เสถียรภาพของวัตถุ
- 4) PowerPoint เรื่อง สภาวะสมดุล
- 5) กระดาษปรีฟ ขนาด A1

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) เสถียรภาพของวัตถุ	- ตรวจใบงานที่ 1.6 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.6 - 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
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง สมดุลสถิตและสภาพยืดหยุ่น

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

เรื่อง การนำหลักสมดุลไปประยุกต์

เวลา 3 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

- สมดุลกลเป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิม คือหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว หรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว
- วัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่คือหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$\sum_{i=0}^n \vec{F}_i = 0$$

- วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุน หรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$\sum_{i=0}^n M_i = 0$$

โดยโมเมนต์คำนวณได้จากสมการ $M = Fl$

2. ผลการเรียนรู้

- อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีผลต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรงได้

สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุได้

3. สาระสำคัญ

หลักการสมดุลมีใช้มากมายในชีวิตประจำวัน ในที่นี้จะกล่าวถึงการนำหลักของสมดุลและโมเมนต์มาใช้สร้างเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อช่วยในการผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน เช่น คีมตัดลวด ไขควง รอก ล้อและเพลลา คานประเภทต่าง ๆ เป็นต้น โดยเครื่องกลจะทำให้เราทำงานได้ง่ายขึ้นหรือออกแรงทำงานน้อยลง

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายได้และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- คำนวนหาการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

- ☐ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- ☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต
- ☒ 3. มีวินัย
- ☒ 4. ใฝ่เรียนรู้
- ☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง
- ☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน
- ☐ 7. รักความเป็นไทย
- ☐ 8. มีจิตสาธารณะ
- ☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)

☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)

☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)

☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว

- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้นำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมดุลกล สมดุลต่อการเลื่อนที่ สมดุลต่อการหมุน สมดุลสัมบูรณ์ และเสถียรภาพของวัตถุ ที่ได้ศึกษามาแล้ว
2. ครูสนทนากับนักเรียนต่อไป เพื่อชักชวนเข้าสู่บทเรียน โดยถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 123 ว่า หลักของสมมูลนำมาประยุกต์สร้างเครื่องมือเครื่องใช้ได้อย่างไร ครูเว้นช่วงเวลาให้นักเรียนคิด แล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบได้อย่างไม่จำกัด

(แนวตอบ: เครื่องมือเครื่องใช้ หรือเครื่องกลอย่างง่ายนั้นอาศัยหลักสมดุลและโมเมนต์ของแรง โดยเครื่องกลทุกชนิดจะพิจารณาแรง 2 แรง ซึ่งเครื่องกลแต่ละประเภทมีความสามารถในการช่วยผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแรงที่ใช้ F_{in} กับแรงที่ได้ออกมา F_{out})

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

3. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความสนใจต่อ นักเรียนรู้จักเครื่องกลอย่างง่าย อะไรบ้าง ในชีวิตประจำวัน โดยครูจะไม่เฉลยว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด
4. ครูทบทวนความรู้ว่า เครื่องกลอย่างง่าย คือ เครื่องมือเครื่องใช้ที่ช่วยผ่อนแรงหรือช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน
5. ครูนำอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น กรรไกร คีม ไขควง ตะเกียบ ช้อน มาสาธิตการใช้งานให้นักเรียนดู พร้อมเสนอแนะว่า อุปกรณ์เหล่านี้ถือเป็นเครื่องกลอย่างง่ายที่เราใช้และพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน หลักการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้สามารถอธิบายได้โดยใช้หลักการสมดุล นักเรียนคิดว่าเราจะใช้หลักการของสมดุลอธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลเหล่านี้ได้อย่างไร
6. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การนำหลักสมมูลไปประยุกต์ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 123 โดยครูกำหนดให้นักเรียนจดบันทึกสิ่งที่ได้ศึกษา ลงในสมุดประจำตัว

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละเท่ากัน ๆ 3-4 คน แล้วร่วมกันพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ที่ตนเองมีหลังจากที่ได้ศึกษาด้วยตนเองแล้ว
3. ครูให้แต่ละกลุ่มศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม เกี่ยวกับการได้เปรียบเชิงกล จากแหล่งข้อมูลสารสนเทศ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาพูดคุยอภิปรายผลกันภายในกลุ่ม

สำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)

4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาหน้าชั้นเรียน
5. ครูชวนสนทนาเกี่ยวกับเครื่องกลอย่างง่าย โดยยกตัวอย่างขึ้นมาแล้วให้นักเรียนที่เป็นตัวแทน วาดภาพเครื่องกลอย่างง่ายนั้น ๆ พร้อมทั้งเขียนเวกเตอร์ของแรงพยายามและแรงต้านทานที่เกิดขึ้น ครูสุมเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)
6. ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้ โดยการศึกษา เรื่อง หลักการทำงานของงานกับเครื่องกล จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 33-38

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูนำอธิบายเนื้อหาให้นักเรียนฟัง ดังนี้
เครื่องกล เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยเหลือ หรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน การสร้างเครื่องกลแต่ละประเภทยังคำนึงถึงความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน โดยจะพิจารณาจากประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลนั้น ๆ ซึ่งการได้เปรียบเชิงกลสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างขนาดของแรงต้านทานกับขนาดของแรงพยายาม หากการได้เปรียบเชิงกลมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าเครื่องกลนั้นไม่ช่วยผ่อนแรง หากการได้เปรียบเชิงกลมากกว่า 1 แสดงว่าเครื่องกลนี้ช่วยผ่อนแรง หากการได้เปรียบเชิงกลน้อยกว่า 1 แสดงว่าเครื่องกลนี้ไม่ช่วยผ่อนแรง
2. ครูสุมนักเรียนแล้วให้นักเรียนอธิบายถึงความหมายและหลักการทำงานของเครื่องกลที่เกี่ยวข้องกับสมดุลแบบเบี่ยงต้น

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง คาน จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 124
2. ครูให้นักเรียนทุกคนจดบันทึกเนื้อหาที่กำลังศึกษาลงในสมุดประจำตัว
3. ครูให้นักเรียนศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม เกี่ยวกับคานประเภทต่าง ๆ จากแหล่งข้อมูลสารสนเทศ เช่น อินเทอร์เน็ต
4. ขณะที่นักเรียนกำลังศึกษาเพิ่มเติม ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน เมื่อนักเรียนศึกษาค้นคว้าเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนแยกเข้ากลุ่มตามที่ครูได้จัดเอาไว้แล้ว
5. นักเรียนร่วมกันพูดคุย และอภิปรายผลการศึกษาร่วมกันภายในกลุ่ม
6. ครูแจกกระดาษปฐพีขนาด A1 ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น
7. ครูกำหนดให้แต่ละกลุ่ม ร่วมกันระดมความรู้ และความคิด โดยการสร้างสรรค์ผลงานขึ้นมาเพื่อเป็นการสรุปองค์ความรู้ หรือสาระสำคัญของ เรื่อง คาน ที่ได้ศึกษาค้นคว้ามาแล้ว ซึ่งอาจนำเสนอคานแต่ละประเภท เพื่อให้เข้าใจการทำงานมากขึ้น พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

8. ครูให้นักเรียนเตรียมตัวสำหรับการนำเสนอผลงานที่กลุ่มตนเองได้ร่วมกันสร้างสรรค์ขึ้นมาหน้าชั้นเรียน

สำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)

9. ครูสุ่มตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลงานที่ได้สร้างสรรค์ขึ้นในช่วงที่ว่าง
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน)
10. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนจนครบทุกกลุ่ม จากนั้นครูให้นักเรียนนำผลงานของกลุ่มตนเองไปติดไว้ที่ผนังโดยรอบห้องเรียน
11. ครูแจกกระดาษโน้ตชนิดมีกาว (Post-it Notes) ให้แต่ละกลุ่ม จำนวนเท่ากับจำนวนกลุ่มของนักเรียนทั้งหมด
12. ครูให้นักเรียนเดินชมผลงานของเพื่อน ไปพร้อมกันเป็นกลุ่ม โดยเริ่มต้นจากผลงานของเพื่อนกลุ่มที่ติดผลงานไว้ถัดจากกลุ่มตนเองทางขวามือ ซึ่งครูจะกำหนดเวลาในการชมผลงานกลุ่มละ 2-3 นาที โดยในการชมผลงานนั้น แต่ละกลุ่มจะต้องประเมินและให้คะแนนผลงานของเพื่อนพร้อมทั้งเขียนความคิดเห็นที่เป็นมติของกลุ่ม ลงในกระดาษโน้ตชนิดมีกาว แล้วติดไว้ที่ผลงานที่จัดแสดง
13. ครูเน้นย้ำว่า จะต้องเขียนชื่อกลุ่มหรือสัญลักษณ์ประจำกลุ่มลงในกระดาษโน้ตชนิดมีกาวที่นำไปติดไว้ด้วย จากนั้นครูจะให้สัญญาณในการเปลี่ยนไปชมผลงานของกลุ่มต่อไป ซึ่งจะเปลี่ยนไปที่ผลงานที่ติดไว้ทางขวามือ (ในกรณีนี้ทุกกลุ่มจะเปลี่ยนพร้อมกัน เพื่อลดความวุ่นวาย) โดยจะเปลี่ยนวนไปจนครบทุกกลุ่ม
14. เมื่อเดินวนจนครบทุกกลุ่มแล้ว ในรอบสุดท้ายทุกกลุ่มจะวนมาอยู่ที่ผลงานของตนเอง ซึ่งครูกำหนดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินและให้คะแนนกลุ่มของตนเองด้วย จากนั้นครูให้นักเรียนอ่านความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของเพื่อนที่ติดไว้บนผลงาน แล้วนำคะแนนทั้งหมดมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย
15. ครูเดินตรวจผลงานของนักเรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งประเมินและให้คะแนน จากนั้นครูถามคะแนนของแต่ละกลุ่มว่า ประเมินตนเองเท่าไร เพื่อนประเมินเท่าไร และครูประเมินเท่าไร
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินผลงาน/ชิ้นงาน)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายเนื้อหาบททบทวนความรู้จากสิ่งที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า และทำกิจกรรมเกี่ยวกับการนำหลักสมมูลไปประยุกต์ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 123-124
2. ครูถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง คาน กับนักเรียน เช่น
 - คาน สามารถจำแนกได้กี่ประเภท อะไรบ้าง
(แนวตอบ: 3 ประเภท ได้แก่ คานอันดับ 1-3)
 - คานอันดับ 1 มีลักษณะอย่างไร พร้อมยกตัวอย่าง
(แนวตอบ: เป็นคานที่มีจุดหมุนอยู่ระหว่างแรงพยายามและแรงต้านทาน เช่น คีมตัดลวด กรรไกรตัดผ้า ชะแสงตัดตะปู เป็นต้น)
 - คานอันดับ 2 มีลักษณะอย่างไร พร้อมยกตัวอย่าง

(แนวตอบ: เป็นคานที่มีแรงต้านทานอยู่ระหว่างแรงพยายามและจุดหมุน เช่น รถเข็นดิน เครื่องตัดกระดาษ กรรไกรหนีบหมาก เป็นต้น)

- คานอันดับ 3 มีลักษณะอย่างไร พร้อมยกตัวอย่าง

(แนวตอบ: เป็นคานที่มีแรงพยายามอยู่ระหว่างแรงต้านทานและจุดหมุน เช่น คีมคีบถ่าน ตะเกียบปากกา เป็นต้น)

3. ครูเปิดวิดีโอจาก <https://www.youtube.com/watch?v=41Sa58RqEGU> ให้นักเรียนศึกษา เพื่อเป็นความรู้เสริม
4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 7.1 เรื่อง การนำหลักสมดุลไปประยุกต์ จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วช่วยกันศึกษาตัวอย่างที่ 7.13 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 125
2. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2-4 คน ออกมาหน้าชั้นเรียน
3. ครูให้ตัวแทนนักเรียนแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ จากโจทย์ปัญหาตัวอย่างที่ 7.13
4. ครูถามนักเรียนว่า คำตอบที่ได้จากตัวอย่างนี้ เท่ากับเท่าใด แสดงว่าเครื่องกลนี้ช่วยผ่อนแรงหรือไม่อย่างไร ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นของแต่ละคน
5. ครูนำโจทย์ปัญหาเพิ่มเติมที่มีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ 7.13 มาให้นักเรียนศึกษา และลองแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ โดยทำลงในกระดาษ A4
6. ครูเดินสังเกตการณ์นักเรียนทุกคน และคอยให้คำปรึกษาหรือชี้แนะเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยหรือเกิดปัญหา จากการศึกษาและแก้โจทย์ปัญหา

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้น แล้วให้นักเรียนนำกระดาษ A4 ที่แสดงวิธีการคำนวณลงไปมาส่งให้ครู จากนั้นให้แสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์บนกระดานหน้าชั้นเรียน
2. ครูตรวจสอบความถูกต้องจากสิ่งที่นักเรียนทำบนกระดานหน้าชั้นเรียนกับสิ่งที่นักเรียนทำลงในกระดาษ A4 ที่นำส่งครูแล้ว เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจเบื้องต้น
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายสรุปเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา และวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ ตัวอย่างที่ 7.13 และโจทย์ปัญหาที่ครูให้เพิ่มเติม

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนศึกษา เรื่อง รอก จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 126 โดยจดบันทึกสรุปสาระสำคัญลงในสมุดประจำตัว
2. ครูแนะนำนักเรียนกลับไปศึกษา เรื่อง เครื่องกล ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ รอก จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 32-38
3. เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 7.14-7.15 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 126-127

4. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนอย่างอิสระ โดยมีเงื่อนไขว่า แต่ละคู่จะต้องเป็นชายและหญิง และห้ามจับคู่กับเพื่อนที่นั่งติดกัน
5. ครูนำโจทย์ปัญหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ เรื่อง รอก ประมาณ 3-4 ข้อ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ 7.14-7.15 มาให้นักเรียนแต่ละคู่ศึกษา และลองแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ โดยปิดหนังสือเรียน และร่วมกันใช้ความคิดแก้โจทย์ปัญหา
6. ครูกำหนดให้นักเรียนแต่ละคู่แสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์โจทย์ปัญหาที่ครูมอบหมายให้เพิ่มเติมลงในกระดาษ A4 เขียนด้วยตัวบรรจง

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูเรียกเก็บรวบรวมกระดาษ A4 ที่นักเรียนแก้โจทย์ปัญหา
2. ครูตรวจสอบผลการแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์รวมทั้งคำตอบที่ได้ในเบื้องต้น
3. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน แล้วให้แสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์จากที่ตนเองและเพื่อนได้ร่วมกันศึกษามา
4. ครูอธิบายขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละข้อ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนศึกษา เรื่อง ล้อและเพลลา จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 128 โดยจดบันทึกสรุปสาระสำคัญลงในสมุดประจำตัว
2. ครูแนะนำนักเรียนกลับไปศึกษา เรื่อง เครื่องกล ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ล้อและเพลลา จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 32-38
3. เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 7.16-7.18 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 128-129
4. ครูเดินสังเกตการณ์ขณะนักเรียนศึกษาตัวอย่าง และคอยให้คำปรึกษาหรือชี้แนะเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา
5. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน 2 ชุด ชุดละ 3-4 คน แล้วเลือกตัวอย่างให้นักเรียนแต่ละคนแสดงวิธีการคำนวณบนกระดานหน้าชั้นเรียน โดยไม่ดูหนังสือเรียน เพื่อทดสอบความเข้าใจ และความสนใจในการศึกษาด้วยตนเอง

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายลงข้อสรุปเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาจากตัวอย่างที่ 7.16-7.18
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาและลงมือทำแบบฝึกหัดที่ 7.2 เรื่อง การนำหลักสมดุลไปประยุกต์ จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
3. ครูสุ่มนักเรียนอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาจากแบบฝึกหัดที่ 7.2

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง การนำหลักสมดุลไปประยุกต์
2. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถ (เก่ง-ค่อนข้างเก่ง-ปานกลาง-อ่อน) อยู่ในกลุ่มเดียวกัน กลุ่มละ 4-5 คน โดยครูเป็นผู้เลือกนักเรียนเข้ากลุ่ม

3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำรายงาน เรื่อง การนำหลักสมมูลไปประยุกต์ โดยการเขียนด้วยลายมือตนเอง ตัวบรรจง ลงในกระดาษ A4 พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงาม ครูกำหนดให้นักเรียนว่า ในเล่มรายงานนี้อาจจะมีการกล่าวนำ เรื่อง สมมูล มาก่อนก็ได้ และจะต้องมีการนำเสนอทั้งในส่วนของการ รอก ล้อและเพลลา รวมทั้งมีการยกตัวอย่างเครื่องกลแต่ละประเภท และมีโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องด้วย
4. โดยครูคอยสังเกตการณ์ และให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการนำหลักสมมูลไปประยุกต์ในภาพรวมหลังจากที่ได้ร่วมกันศึกษาอีกครั้ง
2. ครูแจกใบงานที่ 1.7 เรื่อง การนำหลักสมมูลไปประยุกต์
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนนำใบงานที่ 1.7 กลับไปศึกษาและลงมือทำเป็นการบ้าน

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ตัวแทนนักเรียนเก็บรวบรวมใบงานที่ 1.7 เรื่อง การนำหลักสมมูลไปประยุกต์ ส่งคืนครู
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง การนำหลักสมมูลไปประยุกต์ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น
3. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง การนำหลักสมมูลไปประยุกต์ ให้นักเรียนดูเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง
4. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit Question 1 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 132-139 เรื่อง การนำหลักสมมูลไปประยุกต์ ลงในสมุดประจำตัว
5. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง การนำหลักสมมูลไปประยุกต์ ลงในกระดาษ A4
6. ครูให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง โดยทำ Self Check จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 131 ลงในสมุดประจำตัว
7. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจหลังเรียนของนักเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.7 เรื่อง การนำหลักสมมูลไปประยุกต์
3. ครูตรวจการทำแบบฝึกหัดจาก Unit Question 1 เรื่อง การนำหลักสมมูลไปประยุกต์ ในสมุดประจำตัว
4. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 7.1-7.2 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
5. ครูตรวจสอบผลการทำรายงาน เรื่อง การนำหลักสมมูลไปประยุกต์
6. ครูตรวจสอบผลการตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง Self Check จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 131 ในสมุดประจำตัว
7. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล การทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงาน
8. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง การนำหลักสมมูลไปประยุกต์ ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาวะสมดุล
- 2) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สภาวะสมดุล
- 3) ใบงานที่ 1.7 เรื่อง การนำหลักสมดุลไปประยุกต์
- 4) PowerPoint เรื่อง สภาวะสมดุล
- 5) กระดาษปรีฟ ขนาด A1
- 6) กระดาษโน้ตชนิดมีกาว (Post-it Notes)

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สภาวะสมดุล	- ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	- แบบทดสอบหลังเรียน	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
9.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) การนำหลักสมดุลไปประยุกต์	- ตรวจใบงานที่ 1.7 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.7 - 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
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง งานและพลังงาน

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

เรื่อง แรงและงาน

เวลา 4 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

- งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุได้จากผลคูณของขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดกับโคไซน์ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด ตามสมการ $W = F\Delta x \cos\theta$ หรือหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่ง โดยแรงที่กระทำอาจเป็นแรงคงตัว หรือไม่คงตัวก็ได้

2. ผลการเรียนรู้

- วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย

3. สาระสำคัญ

งานในทางฟิสิกส์เกิดขึ้นเมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง โดยหาได้จากผลคูณระหว่างแรงกับการกระจัดในแนวแรง และสามารถหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟของแรงที่กระทำกับการกระจัดในแนวการเคลื่อนที่

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายความหมายของงานในทางฟิสิกส์ได้และบอกความแตกต่างของงานบวกและงานลบได้
- วิเคราะห์หาพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่งได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- แสดงวิธีคำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟที่เกิดจากการใช้แรงเคลื่อนวัตถุในลักษณะต่าง ๆ จากสมการและจากกราฟได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

- ☐ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- ☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต
- ☒ 3. มีวินัย
- ☒ 4. ใฝ่เรียนรู้

- ☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง
- ☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน
- ☐ 7. รักความเป็นไทย
- ☐ 8. มีจิตสาธารณะ
- ☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้นำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง

☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเป็นรายบุคคลก่อนเข้าสู่กิจกรรม
3. ครูชักชวนนักเรียนพูดคุยโดยใช้คำถามว่า “นักเรียนเคยทำงานอะไรกันมาบ้าง” แล้วสุ่มนักเรียนให้ยกตัวอย่างงานที่นักเรียนเคยทำ
4. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยถามว่า “ในความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนคิดว่าคำว่าแรง และงานหมายถึงอะไร” และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่าโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
5. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวิเคราะห์นักเรียนเป็นรายบุคคลก่อนเข้าสู่กิจกรรม
6. ครูถามคำถาม Big Question เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 2 ว่า “น้ำที่ถูกกักเก็บไว้ในเขื่อนเกิดเป็นกระแสไฟฟ้าได้อย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบ
(แนวตอบ: น้ำที่ถูกกักเก็บไว้จะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเนื่องจากตำแหน่งที่สูงจากผิวโลก เมื่อมีการปล่อยน้ำลงมาจากเขื่อน น้ำที่มีความเร็วสูงจะผ่านเข้าท่อแล้วถ่ายทอดพลังงานจลน์เข้าสู่กังหันน้ำ โดยจะไปหมุนขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกทอดหนึ่ง ซึ่งเป็นการเปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้า)
7. ครูให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องงานและพลังงาน แล้วบันทึกเป็นขอบเขตและเป้าหมายที่ต้องการเรียนรู้ ลงในสมุดเพื่อนำมาส่งครู
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)
8. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 3 เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่องแรงและงานของนักเรียนว่า “งานในวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กับปริมาณใดบ้าง” โดยทำข้อตกลงกับนักเรียนว่า เรียนหัวข้อนี้จบ นักเรียนควรจะตอบคำถามนี้ได้
(แนวตอบ: แรงที่กระทำต่อวัตถุกับการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง)
9. ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับแรงและงาน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูเลือกนักเรียนให้ยกตัวอย่างกิจกรรมที่พบเห็นในชีวิตประจำวันและเป็นกิจกรรมที่นักเรียนคิดว่าเป็นการทำงาน
2. ครูให้นักเรียนดูภาพเกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันและตั้งคำถามว่า “นักเรียนคิดว่ากิจกรรมแต่ละอย่างมีงานเกิดขึ้นหรือไม่” เมื่อนักเรียนตอบ ให้ครูเฉลยไปพร้อมกับให้เหตุผล
3. ครูให้นักเรียนสรุปว่าลักษณะกิจกรรมแบบใดบ้างที่ทำให้เกิดงานและไม่เกิดงานตามความคิดของตนเอง
4. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มร่วมพูดคุยเกี่ยวกับการสรุปลักษณะการเกิดงาน แล้วเลือกตัวแทนกลุ่มเพื่อออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

สำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)

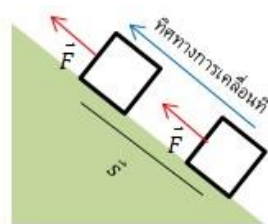
5. ครูให้สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและหาความหมายของคำว่า “งานในทางฟิสิกส์” โดยครูคอยสังเกตการณ์และให้คำแนะนำเพื่อให้นักเรียนลงข้อสรุปไปในทิศทางที่ว่า งาน (Work) ในทางฟิสิกส์ หมายถึง ผลของการออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง โดยเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N m) หรือ จูล (J)
6. ครูให้นักเรียนดูภาพจาก PowerPoint เรื่อง งาน หรือจากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 3 และชักชวนให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสมการที่ใช้ในการอธิบายงานที่เกิดจากการดันวัตถุด้วยแรงคงตัว ($W = F\Delta x$)
7. ครูให้สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาตัวอย่างที่ 5.1-5.2 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 4 โดยครูคอยสังเกตการณ์ และให้คำอธิบายเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา
8. เมื่อแต่ละกลุ่มศึกษาตัวอย่างที่ 5.1-5.2 แล้ว ครูชักชวนให้สังเกตคำตอบในตัวอย่างที่ 5.1-5.2 ว่า เพราะเหตุใดจึงมีเครื่องหมายต่างกัน โดยคอยกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นหาคำตอบและชี้แนะให้ได้ คำตอบในแนวทางที่ว่า ถ้ากำหนดให้งานของแรง $\vec{F}$ มีเครื่องหมายบวก จะได้งานเป็นบวกเมื่อแรง $\vec{F}$ อยู่ในทิศเดียวกับทิศของการกระจัดและถ้ากำหนดให้งานของแรง $\vec{F}$ มีเครื่องหมาย เป็นลบ จะได้งานเป็นลบ เมื่อแรง $\vec{F}$ อยู่ในทิศตรงข้ามกับทิศของการกระจัด

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ให้นักเรียนจับคู่ตามเลขที่ของตนเอง เช่น เลขที่ 1 จับคู่กับเลขที่ 2 จากนั้นครูแจกใบงานที่ 2.1 เรื่อง แรงและงาน ให้นักเรียนช่วยกันทำ
2. ครูสุ่มนักเรียนบางคู่ออกมาแสดงวิธีทำจากใบงานที่ 2.1 เรื่อง แรงและงาน หน้าชั้นเรียน โดยที่ครูสอบถามนักเรียนคู่อื่นว่ามีคำตอบแตกต่างจากสิ่งที่เพื่อนออกมาแสดงวิธีทำหรือไม่ ถ้าแตกต่างให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าคำตอบควรจะเป็นไปในทิศทางใด
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
3. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่รวบรวมส่งใบงานที่ 2.1 เรื่อง แรงและงาน ให้ครูตรวจสอบความถูกต้อง

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูคืนใบงานที่ 2.1 เรื่อง แรงและงาน ที่ได้ทำในชั่วโมงที่แล้วให้นักเรียนแต่ละคู่ และทบทวนเนื้อหาที่ได้ศึกษาไปในชั่วโมงที่แล้วอีกครั้ง โดยเปิด PowerPoint เรื่อง งาน แล้วถามนักเรียนว่า สมการที่ใช้อธิบายงานในทางฟิสิกส์เป็นอย่างไร
2. ครูให้นักเรียนดูรูปแล้วถามคำถามว่าจากรูปเกิดงานขึ้นหรือไม่ เพราะอะไร



รูปที่ 1



รูปที่ 2

3. ครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมตามที่ได้แบ่งในชั่วโมงแรก แล้วให้ร่วมกันหาคำตอบ โดยครูคอยสังเกตการณ์และให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา
4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอคำตอบของกลุ่มตนเองพร้อมกับให้เหตุผล เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มออกมานำเสนอครบแล้วถึงจะเฉลยคำตอบ
(แนวตอบ: รูปที่ 1 เกิดงาน เพราะทิศทางของแรงและการกระจัดอยู่ในแนวเดียวกัน)
(แนวตอบ: รูปที่ 2 ไม่เกิดงาน เพราะทิศทางของแรงและการกระจัดตั้งฉากกัน)
5. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง งานของแรงที่ทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ พร้อมอธิบายภาพ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 5 ว่ามีเพียงแค่แรงในแกน x เท่านั้นที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพราะฉะนั้น ในกรณีของงานที่เกิดจากแรงที่ทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ที่จะหาได้จากสมการ $W = F\Delta x \cos \theta$
6. ครูให้นักเรียนดู PowerPoint เกี่ยวกับงานที่เกิดจากแรงที่ทำมุมต่าง ๆ กับแนวการเคลื่อนที่ ควบคู่กับหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 6
7. ครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณางานที่เกิดจากแรงที่ทำมุมต่าง ๆ กับแนวการเคลื่อนที่ โดยครูอธิบายงานที่เกิดขึ้นในแต่ละทิศทาง
8. ครูอธิบายต่อว่า ถ้าแรงที่มากระทำต่อวัตถุมีมากกว่าหนึ่งแรง งานรวมที่เกิดขึ้นกับวัตถุใด ๆ สามารถหาได้จาก ผลรวมของงานหรือผลคูณของแรงลัพธ์กับการกระจัดตามทิศทางของแรงลัพธ์นั้น ๆ จากสมการ $W_{\text{tot}} = \Sigma W = (\Sigma F)\Delta x \cos \theta$
9. ครูให้นักเรียนกลับเข้ากลุ่มเดิม แล้วร่วมกันศึกษาตัวอย่างที่ 5.3 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 7 โดยครูสังเกตการณ์และอธิบายเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนโดยอิสระแล้วให้ร่วมกันทำใบงานที่ 2.2 เรื่อง งานของแรงที่ทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ และนำมาส่งครูเมื่อจบชั่วโมง
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1.1 เรื่อง แรงและงาน จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 เป็นการบ้าน แล้วนำมาส่งครูในชั่วโมงต่อไป

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูสุ่มถามนักเรียนว่า ใบงานที่ 2.2 เรื่อง งานของแรงที่ทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ ที่ทำส่งครูมาแล้วนั้นถูกต้องหรือไม่ โดยครูแจกใบงานที่ 2.2 คืนให้กับนักเรียน แล้วทบทวนความรู้เกี่ยวกับการหางานในชั่วโมงที่แล้ว โดยเปิด PowerPoint เรื่อง งานของแรงที่ทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่
2. ครูเปิดประเด็นโดยใช้คำถามว่า หากเขียนกราฟระหว่างแรงกระทำและขนาดของการกระจัดที่อยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ พื้นที่ใต้กราฟจะมีค่าเท่ากับอะไร และสามารถหาค่านั้นได้อย่างไร โดยครูเปิด PowerPoint เรื่อง การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ อธิบายควบคู่กับหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 8-9 เกี่ยวกับการหางานว่า พื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกระทำกับขนาดของการกระจัดที่อยู่แนวเดียวกับการเคลื่อนที่มีค่าเท่ากับงานของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

- 1) การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟเมื่อแรงกระทำมีลักษณะคงตัว

$$W = Fx$$

- 2) การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟเมื่อแรงกระทำมีลักษณะไม่คงตัว

- แรงกระทำมีลักษณะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

$$W = \frac{1}{2}Fx$$

- แรงกระทำมีขนาดไม่คงตัว

$$W = \int_{x_i}^{x_f} Fdx$$

3. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 5.4-5.6 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 9-10 โดยครูคอยสังเกตการณ์ และอธิบายเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนโดยอิสระ แล้วให้ร่วมกันทำใบงานที่ 2.3 เรื่อง การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1.2-1.3 เรื่อง แรงและงาน จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 เป็นการบ้าน แล้วนำมาส่งครูในชั่วโมงต่อไป

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูนำอภิปรายสรุปเนื้อหาด้วยคำถามต่อไปนี้ โดยเปิด PowerPoint เรื่องที่สอนไปแล้วควบคู่ไปด้วย แล้วให้นักเรียนช่วยกันตอบ
 - 1) งานในความหมายทั่วไปและงานในทางฟิสิกส์แตกต่างกันอย่างไร
(แนวตอบ: สำหรับบุคคลทั่วไป งาน หมายถึง การประกอบอาชีพหรือการกระทำภารกิจต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ส่วนงานในทางฟิสิกส์จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุมีการกระจัด โดยปริมาณงานที่เพิ่มขึ้นกับแรงและการกระจัด)
 - 2) ถ้ามีแรงมากระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ เราจะหางานได้จากสมการอะไร
(แนวตอบ: $W = F\Delta x$)
 - 3) ถ้าแรงที่กระทำให้วัตถุไม่อยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ เราจะหางานได้จากสมการอะไร
(แนวตอบ: $W = F\Delta x \cos\theta$)
 - 4) งานเป็นบวกกับงานเป็นลบ มีความหมายว่าอย่างไร
(แนวตอบ: งานเป็นบวก หมายถึง งานของแรง $\vec{F}$ เมื่อแรง $\vec{F}$ อยู่ในทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ ส่วนงานที่เป็นลบ หมายถึง งานของแรง $\vec{F}$ เมื่อแรง $\vec{F}$ อยู่ในทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่)
 - 5) ถ้ามีแรงหลายแรงมากระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ เราจะหางานได้อย่างไร
(แนวตอบ: $W_{tot} = \Sigma W = (\Sigma \vec{F})\Delta x$)
 - 6) เราสามารถหางานจากกราฟได้อย่างไร
(แนวตอบ: สามารถหางานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ และขนาดของการกระจัด)
2. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง แรงและงาน ลงในกระดาษ A4
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน)

3. ครูสุ่มเลือกนักเรียนออกไปนำเสนอผังมโนทัศน์ของตนเองหน้าชั้นเรียน
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน)
4. ครูให้นักเรียนศึกษาและทำแบบฝึกหัด Unit question 2 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 44 ข้อ 11-14 ลงในสมุด

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูนำรูปภาพเกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันมาให้ให้นักเรียนดูตั้งแต่ชั่วโมงแรกมาให้ให้นักเรียนดูอีกครั้ง แล้วร่วมกันตอบคำถามอีกครั้งว่ากิจกรรมใดที่เกิดขึ้นบ้าง
2. ครูให้นักเรียนตอบคำถาม Prior Knowledge ที่เคยถามไว้ในชั่วโมงแรกอีกครั้งว่า งานในทางฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณใดบ้าง
(แนวตอบ: แรงที่กระทำต่อวัตถุกับการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง)
3. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจก่อนเรียนของนักเรียน
4. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.1 เรื่อง แรงและงาน
5. ใบงานที่ 2.2 เรื่อง งานของแรงที่ทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่
6. ใบงานที่ 2.3 เรื่อง การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ
7. ครูตรวจแบบฝึกหัดจาก Unit question 2 เรื่อง แรงและงาน ในสมุดประจำตัว
8. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 1.1-1.3 จากแบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2
9. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล และการทำงานกลุ่ม
10. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่องแรงและงาน ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้น
ขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 งานและพลังงาน
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 งานและพลังงาน
- 3) ใบงานที่ 2.1 เรื่อง แรงและงาน
- 4) ใบงานที่ 2.2 เรื่อง งานของแรงที่ทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่
- 5) ใบงานที่ 2.3 เรื่อง การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ
- 6) PowerPoint เรื่อง งานและพลังงาน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องงานและพลังงาน	- ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน	- แบบทดสอบก่อนเรียน	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
9.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) แรงและงาน	- ตรวจสอบใบงานที่ 2.1 - ตรวจสอบใบงานที่ 2.2 - ตรวจสอบใบงานที่ 2.3 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.1 - ใบงานที่ 2.2 - ใบงานที่ 2.3 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง งานและพลังงาน

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

เรื่อง พลังงาน

เวลา 6 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

- พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน
- พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ คำนวณได้จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
- พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งหรือรูปร่างของวัตถุ แบ่งออกเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง คำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$ และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น คำนวณได้จากสมการ $E_{ps} = \frac{1}{2}kx^2$
- พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_p$
- แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วงและแรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์
- งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กันโดยงานของแรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป ตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $W = \Delta E_k$

2. ผลการเรียนรู้

- อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ได้

3. สาระสำคัญ

พลังงานจลน์ คือ พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุเนื่องจากอัตราเร็วของวัตถุ พลังงานศักย์ คือ พลังงานที่สะสมในวัตถุ ประกอบด้วย พลังงานศักย์โน้มถ่วง เป็นพลังงานสะสมในวัตถุเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกและพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็นพลังงานที่สะสมในสปริงอันเนื่องจากระยะยืดหรือหดของสปริงจากสภาพปกติ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล และความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์ และพลังงาน

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- แสดงวิธีคำนวณหาพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่นและพลังงานกลได้
- ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง และความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก และความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

- ☐ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- ☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต
- ☒ 3. มีวินัย
- ☒ 4. ใฝ่เรียนรู้
- ☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง
- ☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน
- ☐ 7. รักความเป็นไทย
- ☐ 8. มีจิตสาธารณะ
- ☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้นำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูชักชวนนักเรียนพูดคุยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยถามว่า “นักเรียนรู้จักพลังงานอะไรบ้าง” แล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระ
2. ครูถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่เรื่องที่จะเรียน โดยถามนักเรียนว่า “พลังงานคืออะไร” และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่าโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูพูดคุยกับนักเรียนแล้วถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 11 ว่า “งานกับพลังงานมีความสัมพันธ์กันอย่างไร” โดยทำข้อตกลงกับนักเรียนว่าเรียนหัวข้อนี้จบ นักเรียนควรจะตอบคำถามนี้ได้
(แนวตอบ: หากมีแรง F กระทำต่อวัตถุ จนวนขนาดของความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป ทำให้พลังงานจลน์ของวัตถุเปลี่ยนไปจากเดิม พบว่างานที่เรานั้นกระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป)
2. ครูให้ความรู้นักเรียนถึงความหมายของพลังงานว่า พลังงาน เป็นปริมาณที่บอกถึงความสามารถในการทำงานของวัตถุที่ไม่สามารถสัมผัสหรือจับต้องได้ โดยพลังงานกลเป็นพลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุและพลังงานสะสมในวัตถุใด ๆ ประกอบด้วย พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์
3. ครูสุ่มเรียกนักเรียนสองคนออกมาหน้าชั้นเรียน แล้วให้ขว้างลูกเทนนิสใส่ขวดน้ำดื่ม
 - นักเรียนคนที่ 1: ให้ขว้างโดนขวดน้ำพอดี โดยที่ขวดน้ำไม่ล้ม
 - นักเรียนคนที่ 2: ให้ขว้างโดนขวดน้ำ โดยที่ขวดน้ำล้มหรือกระเด็น
4. ครูให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบว่า ทำไมขวดน้ำในกรณีของนักเรียนคนที่ 2 ถึงล้ม โดยครูสังเกตการณ์และให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา

(แนวตอบ: เพราะพลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของลูกเทนนิสมากพอที่จะทำให้ขวดน้ำดื่มล้มหรือกระเด็นได้ ซึ่งพลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของลูกเทนนิสนั้นเป็นพลังงานจลน์)

5. ครูตั้งคำถามต่อว่า ถ้าเราทราบขนาดของแรงที่กระทำต่อขดน้ำต็มก็จะสามารถหางานของแรงที่กระทำได้จากสมการใด

(แนวตอบ: จากสมการ $W = F\Delta x$)

6. ครูตรวจสอบความเข้าใจนักเรียนโดยถามว่า พลังงานแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆอะไรบ้าง โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบและครูคอยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ
7. ครูอธิบายความหมายของพลังงานจลน์ พร้อมแสดงที่มาของสมการ โดยเปิด PowerPoint เรื่อง พลังงานจลน์ ควบคู่ไปกับการอธิบายเนื้อหา จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 11 โดยนักเรียนควรมีความเข้าใจว่า เนื่องจากปริมาณงานที่ทำได้ทั้งหมดจะเท่ากับพลังงานจลน์ จึงสามารถคำนวณหาพลังงานจลน์ได้จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
8. ครูเปิดภาพใน PowerPoint เรื่อง พลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป เมื่อมีงานของแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ แล้วให้นักเรียนดูควบคู่ไปกับรูปภาพ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 12 โดยนักเรียนควรเข้าใจว่า พลังงานจลน์ที่เปลี่ยนไป สามารถคำนวณหาได้จากสมการ $W_{tot} = \Delta E_k$ ซึ่งสมการนี้เรียกว่า ทฤษฎีบทงาน-พลังงาน (work-energy theorem)
9. ครูให้นักเรียนแบ่งเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน แล้วให้แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาตัวอย่างที่ 5.7 และ 5.8 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 13 โดยครูสังเกตการณ์ และอธิบายเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. เมื่อนักเรียนช่วยกันทำแบบฝึกหัดเสร็จ ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกไปแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน
2. ครูอธิบายสรุปโจทย์และวิธีทำในตัวอย่างที่ 5.7 และ 5.8 ให้นักเรียนฟัง

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเท่า ๆ กัน กลุ่มละ 5-6 คน และให้นักเรียนศึกษาวิธีการทำกิจกรรมพลังงานจลน์ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 14-15 แล้วให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอน แล้วบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในใบงานที่ 2.4 แบบบันทึกกิจกรรมพลังงานจลน์ โดยครูสังเกตการณ์ และคอยให้คำปรึกษา

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติการ)

2. ครูเน้นย้ำกับนักเรียนถึงกราฟที่ได้จากผลการทำกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องคำนวณหางาน (W) ของการทดลองแต่ละครั้ง และนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่างงาน (แนวแกน y) กับอัตราเร็วสุดท้าย ยกกำลังสอง (แนวแกน x) และคำถามท้ายกิจกรรมที่นักเรียนต้องตอบหลังจากการทำกิจกรรมในใบงานที่ 2.4

ตัวอย่างคำถามท้ายกิจกรรมพลังงานจลน์

- 1) กราฟระหว่างงาน (W) กับความเร็วสุดท้ายยกกำลังสอง (v^2) ที่ได้มีลักษณะอย่างไร

(แนวตอบ: กราฟที่ได้มีลักษณะเป็นเส้นตรง ที่มีค่าเพิ่มขึ้นสม่ำเสมอ คือ เมื่องานเพิ่มมากขึ้น ความเร็วสุดท้ายยกกำลังสองจะสูงขึ้นตาม)

- 2) หากเส้นกราฟที่ได้จากการทำกิจกรรมไม่ผ่านจุดกำเนิดนักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

(แนวตอบ: การที่เส้นกราฟไม่ผ่านจุดกำเนิดเป็นเพราะการหน่วงทางด้านที่ปล่อยรถมีความสูงไม่เหมาะสม ทำให้การชดเชยแรงเสียดทานไม่ดีพอ)

- 3) ความชันของกราฟที่ได้จากการทำกิจกรรมมีค่าประมาณเท่ากับปริมาณใด

(แนวตอบ: เมื่อพิจารณาความชันของกราฟจะได้ว่า ความชันของกราฟมีค่าคงตัวและมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของมวลรถ)

- 4) จากลักษณะของกราฟสรุปความสัมพันธ์ระหว่างงาน (W) กับความเร็วสุดท้ายยกกำลังสอง (v^2) ได้อย่างไร

(แนวตอบ: จากกราฟสรุปได้ว่างานที่ทำโดยแรงดึงนี้จะแปรผันตรงกับอัตราเร็วยกกำลังสอง นั่นคือ $F\Delta x \propto v^2$ หรือ $F\Delta x = kv^2$ เมื่อ k เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จ ครูให้แต่ละกลุ่มพูดคุยสรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมาอภิปรายถึงผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการทำกิจกรรม

(แนวตอบ: จากการทำกิจกรรม งานที่ทำโดยแรงดึงรถทดลองเป็นสัดส่วนตรงกับอัตราเร็วของรถยกกำลังสอง เมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างงาน (W) กับอัตราเร็วสุดท้ายยกกำลังสอง (v^2) จะได้ความชันของกราฟ มีค่าคงตัวและมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของมวลรถทดลอง และงานที่เกิดจากแรงดึงรถทดลองเท่ากับพลังงานจลน์ของรถทดลอง เท่ากับ $\frac{1}{2}mv^2$ หรือ $W = F\Delta x = \frac{1}{2}mv^2$)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มเก็บรวบรวมใบงานที่ 2.4 แบบบันทึกกิจกรรมพลังงานจลน์ ส่งคืนครูท้ายชั่วโมง

4. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปทำแบบฝึกหัดที่ 2.1 เรื่องพลังงาน จากแบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้สมาชิกแต่ละกลุ่มที่ได้แบ่งไปเมื่อชั่วโมงที่แล้วช่วยกันพูดคุยหาความหมายของ พลังงานศักย์ แล้วช่วยกันแสดงความคิดเห็นของกลุ่มตัวเองให้เพื่อน ๆ ในห้องฟัง โดยครูคอยชี้แนะและให้ความรู้ที่ถูกต้อง
- (แนวตอบ: พลังงานศักย์ คือ พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุอันเนื่องมาจากตำแหน่งของวัตถุ ประกอบด้วย พลังงานศักย์โน้มถ่วง เป็นพลังงานที่สะสมในวัตถุเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น เป็นพลังงานที่สะสมในวัตถุที่มีความยืดหยุ่น)

2. ครูให้นักเรียนดูภาพพลังงานศักย์ยืดหยุ่นและพลังงานศักย์โน้มถ่วงในชีวิตประจำวัน จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 15 แล้วถามคำถามนักเรียนว่า ในชีวิตประจำวันของนักเรียน กิจกรรมใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับพลังงานศักย์ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ โดยครูสังเกตการณ์ และแนะนำแนวทางในการตอบ

3. ครูสรุปและอธิบายความหมายของพลังงานศักย์เพิ่มเติมจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แสดงความคิดเห็นไปตอนต้นชั่วโมง โดยให้นักเรียนดูภาพจาก PowerPoint หรือจากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 16 แล้วสอนต่อว่า “วัตถุซึ่งอยู่ในระดับความสูง h เมื่อเทียบกับตำแหน่งอ้างอิงจะมีค่าเท่ากับ mgh เรียกว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วง สามารถคำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$

จากสมการ พลังงานศักย์โน้มถ่วงมีค่าขึ้นกับมวล ความเร่งโน้มถ่วง และความสูงของวัตถุเมื่อเทียบกับตำแหน่งอ้างอิง หากวัตถุนั้นอยู่ที่ตำแหน่งอ้างอิง พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุนั้นจะมีค่าเป็นศูนย์

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2.1 เรื่อง พลังงาน จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โดยครูคอยสังเกตการณ์ และให้คำแนะนำ
2. ครูอธิบายวิธีการและแนวทางในการหาคำตอบ

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษากิจกรรม เรื่อง พลังงานศักย์โน้มถ่วง จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 17 และลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอน แล้วบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในใบงานที่ 2.5 แบบบันทึกกิจกรรมพลังงานศักย์โน้มถ่วง โดยครูคอยสังเกตการณ์ และให้คำแนะนำ หรืออธิบายเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติการ)

2. ครูเน้นย้ำกับนักเรียนถึงกราฟที่ได้จากผลการทำกิจกรรมโดยนักเรียนต้องคำนวณหางาน (W) ของการทดลองแต่ละครั้ง และนำข้อมูลไปเขียนกราฟระหว่างงาน (แนวแกน y) กับความสูงของรางไม้ (แนวแกน x) และคำถามท้ายกิจกรรมที่นักเรียนต้องตอบหลังจากการทำกิจกรรมในใบงานที่ 2.5 ตัวอย่างคำถามท้ายกิจกรรมพลังงานศักย์โน้มถ่วง

- 1) กราฟที่ได้จากการทำกิจกรรมมีลักษณะอย่างไร ผ่านจุดกำเนิดหรือไม่ หากไม่ผ่านจุดกำเนิดเป็นเพราะเหตุใด

(แนวตอบ: กราฟที่ได้มีลักษณะเป็นเส้นตรง และการที่กราฟไม่ผ่านจุดกำเนิดเป็นเพราะความคลาดเคลื่อนจากการวัดความสูงตามแนวตั้ง)

- 2) ความชันของกราฟที่ได้จากการทำกิจกรรมมีค่าเท่ากับปริมาณใด

(แนวตอบ: เมื่อพิจารณาความชันของกราฟจะได้ว่า ความชันของกราฟมีค่าคงตัวและมีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักของรถทดลอง)

- 3) งานและพลังงานศักย์โน้มถ่วงมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

(แนวตอบ: งานที่เกิดจากแรงลากรถทดลองขึ้นไปตามรางไม้ซึ่งมีความสูงต่างกัน จะเท่ากับงานที่เกิดจากแรงที่ไต่กรรถขึ้นไปตรง ๆ ในแนวตั้งที่ความสูงเดียวกัน หรือเท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงของรถที่เพิ่มขึ้น)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จ ครูให้แต่ละกลุ่มพูดสรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมาอภิปรายถึงผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองจากการทำกิจกรรม

(แนวตอบ: จากการทำกิจกรรม งานที่ทำโดยแรงดึงรถทดลองขึ้นตามรางเอียงเป็นสัดส่วนตรงกับความสูง ความชันของกราฟมีค่าคงที่ โดยงานที่เกิดจากแรงดึงรถทดลองนี้มีค่าประมาณเท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงของรถทดลอง $W = E_p = mgh$ กล่าวคือ งานและพลังงานศักย์โน้มถ่วง

มีความสัมพันธ์กัน งานที่เกิดจากแรงลากรรทลดลงขึ้นไปตามรางไม้ซึ่งมีความสูงต่าง ๆ กัน จะเท่ากับ งานที่เกิดจากแรงที่ใช้ยกรถขึ้นไปตรง ๆ ในแนวตั้งที่ความสูงเดียวกัน หรือเท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงของรถที่เพิ่มขึ้น)

- นักเรียนแต่ละกลุ่มเก็บรวบรวมใบงานที่ 2.5 แบบบันทึกกิจกรรมพลังงานศักย์โน้มถ่วง ส่งคืนครูท้ายชั่วโมง

สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูพูดคุยทบทวนเนื้อหาพลังงานศักย์จากชั่วโมงที่แล้ว เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน
- ครูตั้งคำถามทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานศักย์ว่า “นอกจากพลังงานศักย์โน้มถ่วงแล้วยังมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นอีก นักเรียนคิดว่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเกิดขึ้นเมื่อใดได้บ้าง” ให้นักเรียนได้ตอบอย่างอิสระ
- ครูให้เวลานักเรียนศึกษาพลังงานศักย์ยืดหยุ่น จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 18-19 เมื่อครบเวลาที่กำหนดครูจะสุ่มนักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคล
 - พลังงานศักย์ยืดหยุ่นคืออะไร
(แนวตอบ: งานของแรงดึงหรือกดสปริงให้มีระยะเปลี่ยนไปจากตำแหน่งสมดุล)
 - อธิบายตำแหน่งสมดุล
(แนวตอบ: ตำแหน่งเริ่มต้นของสปริงเมื่อยังไม่มีแรงกระทำ)
 - เมื่อสปริงถูกดึงหรืออัด แรงคืนตัวของสปริงจะมีค่าเท่ากับแรงใด
(แนวตอบ: แรงที่กระทำกับสปริง)
- ครูถามคำถามท้าทายการคิดขั้นสูง (H.O.T.S.) จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 18 กับนักเรียนว่า “พลังงานศักย์ยืดหยุ่นมีผลต่อระบบป้องกันการสั่นสะเทือนของรถยนต์อย่างไร” โดยให้นักเรียนที่นั่งติดกันช่วยกันคิดและพิจารณาคำถามเพื่อให้ได้คำตอบ
(แนวตอบ: พลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริงแปรผันตรงกับค่าคงตัวของสปริงและระยะยืดหดของสปริงจากจุดสมดุล ถ้าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นมีค่ามาก อาจเกิดจากค่าคงตัวของสปริงที่มีค่ามาก นั่นแสดงว่าสปริงของโช้กอัพ (Shock Absorber) แข็ง ระยะยืดหดจากจุดสมดุลน้อย)
- ครูอธิบายใจความสำคัญของพลังงานศักย์ยืดหยุ่นโดยเปิด PowerPoint ให้นักเรียนดูว่า “งานของแรงดึงหรือกดสปริงให้มีระยะเปลี่ยนไป x จากตำแหน่งสมดุล เรียกว่า พลังงานศักย์ยืดหยุ่น” สามารถคำนวณได้จากสมการ $E_{ps} = \frac{1}{2} kx^2$
- ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 5.9 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 19 โดยครูสังเกตการณ์ และให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา

อธิบายความรู้ (Explain)

- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2.1 เรื่อง พลังงาน จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โดยครูคอยสังเกตการณ์ และแนะนำแนวทางในการทำ
- ครูอธิบายวิธีการและแนวทางในการหาคำตอบ

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้สมาชิกแต่ละกลุ่มที่แบ่งไว้ในชั่วโมงที่ 3 ร่วมกันศึกษากิจกรรม เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 20 และลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอน แล้วบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในใบงานที่ 2.6 แบบบันทึกกิจกรรมพลังงานศักย์ยืดหยุ่น โดยครูคอยสังเกตการณ์ และให้คำอธิบายเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา
2. ครูเน้นย้ำกับนักเรียนถึงกราฟที่ได้จากผลการทำกิจกรรม เมื่อนำข้อมูลไปเขียนกราฟระหว่างแรง F (แนวแกน y) กับระยะยืด (แนวแกน x) และคำถามท้ายกิจกรรมที่นักเรียนต้องตอบหลังจากการทำกิจกรรมในใบงานที่ 2.6
ตัวอย่างคำถามท้ายกิจกรรมพลังงานศักย์ยืดหยุ่น
 - 1) กราฟที่ได้จากการทำกิจกรรมมีลักษณะอย่างไร และความชันของกราฟมีค่าเท่าใด
(แนวตอบ: กราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรง และความชันของกราฟจะมีค่าเท่ากับค่าคงตัวของสปริง)
 - 2) งานและพลังงานศักย์ยืดหยุ่นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
(แนวตอบ: งานที่ใช้ในการดึงสปริงจะเท่ากับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จ ครูให้แต่ละกลุ่มพูดสรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมาอภิปรายถึงผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน โดยเลือกสมาชิกที่ไม่ซ้ำกับครั้งก่อน (หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองจากการทำกิจกรรม
(แนวตอบ: จากการทำกิจกรรม งานที่ใช้ดึงสปริงจะแปรผันตรงกับระยะที่สปริงยืดออก $F \propto \Delta x$ หรือ $F = k\Delta x$ โดยความชันของกราฟระหว่างแรงที่ใช้ดึงสปริงยืดออกเป็นค่าคงตัวสำหรับสปริงหนึ่ง ๆ เรียกว่า ค่าคงตัวสปริง บอกถึงความแข็งของสปริง โดยงานที่ใช้ในการดึงสปริงจะเท่ากับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง ซึ่งมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของผลคูณของค่าคงตัวสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกยกกำลังสอง $E_p = \frac{1}{2}kx^2$)
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มเก็บรวบรวมใบงานที่ 2.6 เรื่องกิจกรรมพลังงานศักย์โน้มถ่วง ส่งคืนครูท้ายชั่วโมง

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit question 2 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 43-45 ข้อ 1-8 และ 15-17 ลงในสมุด
2. ให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง พลังงาน ลงในกระดาษ A4 (หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน)
3. ครูสุ่มเลือกนักเรียนออกไปนำเสนอผังมโนทัศน์ของตนเองหน้าชั้นเรียน (หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน)

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.4 แบบบันทึกกิจกรรมพลังงานจลน์
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.5 แบบบันทึกกิจกรรมพลังงานศักย์โน้มถ่วง
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.6 แบบบันทึกกิจกรรมพลังงานศักย์ยืดหยุ่น
2. ครูตรวจการทำแบบฝึกหัด Unit question 2 เรื่อง พลังงาน ในสมุดประจำตัว

3. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 2.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
4. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล และการทำงานกลุ่ม
5. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง พลังงาน ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 งานและพลังงาน
- 2) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 งานและพลังงาน
- 3) ใบงานที่ 2.4 แบบบันทึกกิจกรรมพลังงานจลน์
- 4) ใบงานที่ 2.5 แบบบันทึกกิจกรรมพลังงานศักย์โน้มถ่วง
- 5) ใบงานที่ 2.6 แบบบันทึกกิจกรรมพลังงานศักย์ยืดหยุ่น
- 6) PowerPoint เรื่อง งานและพลังงาน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) พลังงาน	- ตรวจใบงานที่ 2.4 - ตรวจใบงานที่ 2.5 - ตรวจใบงานที่ 2.6 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.4 - ใบงานที่ 2.5 - ใบงานที่ 2.6 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง งานและพลังงาน

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10

เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

เวลา 2 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

ถ้ำงานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โดยที่พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์

2. ผลการเรียนรู้

- อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้

3. สาระสำคัญ

พลังงานต่าง ๆ ของวัตถุจะไม่สูญหาย แต่อาจเปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่ง ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

☐ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต

☒ 3. มีวินัย

☒ 4. ใฝ่เรียนรู้

☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง

☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน

☐ 7. รักความเป็นไทย

☐ 8. มีจิตสาธารณะ

☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้นำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน โดยถามว่า “ในความเข้าใจของนักเรียน กฎการอนุรักษ์พลังงานหมายความว่าอย่างไร” และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่าโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 21 ว่า “พลังงานกลมีความสัมพันธ์กับพลังงานชนิดใด” โดยทำข้อตกลงกับนักเรียนว่า เรียนหัวข้อนี้จบ นักเรียนควรจะตอบคำถามนี้ได้
(แนวตอบ: พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์)
2. ครูพูดคุยกับนักเรียนในประเด็นที่ว่า ในชีวิตประจำวันของเราจะพบเห็นว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ มีการเปลี่ยนรูปพลังงาน เช่น เตารีดที่เปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างการเปลี่ยนรูปพลังงานในชีวิตประจำวัน
3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนยกตัวอย่างการเปลี่ยนรูปพลังงานตามกฎการอนุรักษ์พลังงานตามความคิดของตนเองให้ได้มากที่สุด แล้วเขียนลงในสมุด
4. จากนั้นครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มอย่างอิสระ กลุ่มละ 4-5 คน ร่วมพูดคุยเกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปพลังงานตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน และเลือกตัวแทนกลุ่มเพื่อออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
5. ครูอธิบายเนื้อหาจากสิ่งที่นักเรียนได้สรุปหน้าชั้นเรียนว่า “กฎการอนุรักษ์พลังงาน เป็นกฎที่กล่าวถึงการคงตัวของพลังงาน โดยกล่าวว่า พลังงานรวมของวัตถุหรือระบบจะไม่สูญหายแต่จะเปลี่ยนรูปพลังงานจากรูปหนึ่งไปเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่ง โดยพลังงานกลรวม คือผลรวมของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของวัตถุ”
6. ครูให้นักเรียนดูภาพจาก PowerPoint หรือจากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 21 แล้วอธิบายเกี่ยวกับพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ขณะก้อนหินตกอย่างอิสระจากหน้าผาสูง
7. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อศึกษาเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานกล จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 21-22 และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมตัวทั้งการอภิปรายหน้าชั้นเรียน และการตั้งคำถามจากเนื้อหา เพราะครูจะทำการสุ่มนักเรียนประมาณ 2-3 กลุ่ม ออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียนโดยมีเพื่อนกลุ่มอื่นและครูถามคำถามที่สงสัยในชั่วโมงต่อไป
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

สำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)

8. ครูให้เวลานักเรียนเตรียมตัวอภิปรายเนื้อหาที่ได้ศึกษาในชั่วโมงที่แล้ว
9. ครูสุ่มนักเรียนออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียนประมาณ 2-3 กลุ่ม โดยมีเพื่อนกลุ่มอื่นและครูถามคำถาม และในขณะที่นักเรียนถามตอบนั้น ให้ครูเฉลยไปพร้อมกับนักเรียนว่าถูกหรือไม่
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน)
ตัวอย่างคำถาม กฎการอนุรักษ์พลังงานกล
- 1) ตอนที่ก้อนหินอยู่บนหน้าผาพลังงานแต่ละพลังงานเป็นอย่างไร

(แนวตอบ: ตอนที่ก่อนหินอยู่บนหน้าผาพลังงานศักย์จะมีค่ามากที่สุดและไม่มีพลังงานจลน์)

- 2) ตอนที่ก่อนหินอยู่ที่พื้นดินพลังงานแต่ละพลังงานเป็นอย่างไร

(แนวตอบ: ตอนที่ก่อนหินอยู่ที่พื้นดินพลังงานจลน์จะมีค่ามากที่สุดและไม่มีพลังงานศักย์)

- 3) ขณะที่ก่อนหินกำลังตกลงสู่พื้นดินพลังงานแต่ละพลังงานเป็นอย่างไร

(แนวตอบ: ขณะที่ก่อนหินกำลังตกลงสู่พื้นดินพลังงานศักย์จะลดลงเรื่อย ๆ และพลังงานจลน์จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ)

- 4) ตำแหน่งอ้างอิงหมายถึงตำแหน่งใด

(แนวตอบ: ตำแหน่งอ้างอิง คือ ตำแหน่งที่ใช้เปรียบเทียบ หรือตำแหน่งต่ำสุด)

- 5) ในสถานการณ์จริง ผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์มีค่าไม่คงที่ เพราะเหตุใด

(แนวตอบ: ในสถานการณ์จริงที่ผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์มีค่าไม่คงที่เพราะในระบบมักจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ เกิด งานของแรงต้านการเคลื่อนที่ที่จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนทำให้พลังงานของระบบสูญหายไป)

10. ครูแนะนำเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานกลว่า “ผลรวมของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของวัตถุ ซึ่งในทุก ๆ ตำแหน่งจะมีค่าคงที่ ดังตัวอย่างที่ได้ศึกษามา สามารถคำนวณได้จากสมการ $E_1 = E_2$
11. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนศึกษาตัวอย่างที่ 5.10 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 23-24 โดยครูคอยสังเกตการณ์ และให้คำอธิบายเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูแจกใบงานที่ 2.7 เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ให้นักเรียนแต่ละคู่ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกัน ศึกษา แล้วนำมาส่งครูท้ายชั่วโมง
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3.1 เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงานกล จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เป็นการบ้าน แล้วนำมาส่งครูในชั่วโมงต่อไป

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามในเนื้อหาเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานกลอย่างอิสระ โดยครู ตอบคำถามและสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้นักเรียน
2. ครูนำอภิปรายสรุปเนื้อหาด้วยคำถามต่อไปนี้ โดยเปิด PowerPoint เรื่องที่สอนไปแล้วควบคู่ไปด้วย แล้วให้นักเรียนช่วยกันตอบ
3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit question 2 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 45-47 ข้อ 18-21, 23-24, 26-28 และ 33 ลงในสมุด
4. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ลงใน กระดาษ A4

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน)

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตั้งคำถามประเมินนักเรียนว่า “ถ้าขว้างวัตถุขึ้นตามแนวตั้งแบบอิสระ ณ ตำแหน่งใด ๆ พลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ของวัตถุจะเป็นอย่างไร” โดยให้นักเรียนดูภาพ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 21 ประกอบการพิจารณา

(แนวตอบ: พลังงานศักย์จะเพิ่มขึ้นและพลังงานจลน์จะลดลงซึ่งตรงข้ามกับในกรณีก้อนหินตกหน้าผา)

2. ให้นักเรียนตอบคำถามว่า “พลังงานกลมีความสัมพันธ์กับพลังงานชนิดใด” ที่ครูเคยถามไปแล้วในชั่วโมงแรก เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนหลังเรียน

(แนวตอบ: พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วง)

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.7 เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงานกล
4. ครูตรวจแบบฝึกหัด Unit question 2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ในสมุดประจำตัว
5. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 3.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
6. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล และการทำงานกลุ่ม
7. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 งานและพลังงาน
- 2) ใบงานที่ 2.7 เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงานกล
- 3) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 งานและพลังงาน
- 4) PowerPoint เรื่อง งานและพลังงาน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	- ตรวจใบงานที่ 2.7 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.7 - 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
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง งานและพลังงาน

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

เรื่อง การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

เวลา 2 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก

2. ผลการเรียนรู้

- อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้

3. สาระสำคัญ

การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ใช้ในการอธิบายการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบตั้ง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

☐ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต

☒ 3. มีวินัย

☒ 4. ใฝ่เรียนรู้

☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง

☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน

☐ 7. รักความเป็นไทย

☐ 8. มีจิตสาธารณะ

☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้นำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 25 ว่า “กฎการอนุรักษ์พลังงานกลสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่อย่างไร” และมีการเปลี่ยนพลังงานอย่างไร”
(แนวตอบ: งานในทางฟิสิกส์ คือปริมาณของพลังงานซึ่งถูกส่งมาจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ ให้เคลื่อนที่ไปได้ระยะทางขนาดหนึ่ง)
3. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน โดยตั้งคำถามว่า “นักเรียนคิดว่ากฎการอนุรักษ์พลังงานกลจะสามารถประยุกต์ใช้ได้ได้อย่างไร” และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่า โดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)
4. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ในแนวตรง การเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวระดับด้วยอัตราเร็วคงที่หรือการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จากนั้นครูชี้ให้เห็นว่ายังมี การเคลื่อนที่ในลักษณะอื่น ๆ เช่น การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบตั้ง ถ้าคิดว่าการเคลื่อนที่เหล่านั้น ไม่มีการสูญเสียพลังงาน จะได้ว่าพลังงานกลของวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ไม่เปลี่ยนแปลง จึงสามารถใช้ กฎการอนุรักษ์พลังงานกลมาอธิบายการเคลื่อนที่เหล่านั้นได้

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูใช้เวลานักเรียน 15 นาที ในการแบ่งกลุ่มเป็น 9 กลุ่ม เพื่อช่วยกันศึกษาการเคลื่อนที่ในแบบต่าง ๆ ทั้ง 3 แบบ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 25-29 แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมตัวทั้งการอภิปรายหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ ศึกษา และการตั้งคำถามจากเนื้อหา เพราะครูจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยมีเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ และครูถามคำถามที่สงสัยท้าทายชั่วโมง โดยกลุ่มที่ 1-3 ศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบตั้ง กลุ่มที่ 4-6 ศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง และกลุ่มที่ 7-9 ศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วง
2. ครูให้แต่ละกลุ่มที่ศึกษาในเรื่องเดียวกันรวมกลุ่มกันอภิปรายสรุปประเด็นหลัก ๆ ที่ได้จากแต่ละกลุ่มย่อย เพื่อนำไปอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยครูให้เวลานักเรียน 10 นาที
3. ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ได้เรื่องเดียวกันส่งตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมาช่วยกันอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยมีเพื่อนกลุ่มอื่นและครูถามคำถาม และในขณะที่นักเรียนถามตอบนั้น ให้ครูสังเกตการณ์และแนะนำคำตอบที่ถูกต้องให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปตามความเข้าใจของตนเองลงในสมุดประจำตัว

ตัวอย่างคำถามกลุ่มที่ศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบตั้ง

- 1) จากภาพการเคลื่อนที่ของกล่องบนรางวงกลมในระนาบตั้ง จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 25 นั้น N หมายถึงอะไร
(แนวตอบ: N คือ แรงที่รางวงกลมกระทำต่อกล่อง)
- 2) ความเร็วของกล่องแต่ละตำแหน่งนั้นมีความเร็วเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ: ความเร็วของกล่องแต่ละตำแหน่งไม่เท่ากันโดยความเร็วที่ตำแหน่งอ้างอิงจะมีค่ามากที่สุดและความเร็วตำแหน่งที่ตรงข้ามกับตำแหน่งอ้างอิงจะมีความเร็วน้อยที่สุด)
- 3) ณ ตำแหน่งอ้างอิง พลังงานแต่ละพลังงานเป็นอย่างไร

(แนวตอบ: ณ ตำแหน่งอ้างอิง พลังงานจลน์จะมีค่าสูงที่สุดและไม่มีค่าพลังงานศักย์โน้มถ่วง)

ตัวอย่างคำถามกลุ่มที่ศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง

- 1) ณ ตำแหน่งที่มีการกระจัดมากที่สุด พลังงานแต่ละพลังงานเป็นอย่างไร

(แนวตอบ: ณ ตำแหน่งที่มีการกระจัดมากที่สุด พลังงานศักย์ยืดหยุ่นจะมีค่ามากที่สุดและมีพลังงานจลน์เป็นศูนย์)

- 2) ณ ตำแหน่งสมดุล พลังงานแต่ละพลังงานเป็นอย่างไร

(แนวตอบ: ณ ตำแหน่งสมดุล พลังงานจลน์จะมีค่ามากที่สุดและมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็นศูนย์)

- 3) จากสมการการประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกลกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง สามารถทราบอะไรได้บ้าง

(แนวตอบ: จากสมการทราบว่าพลังงานกลรวมเป็นค่าคงตัวและมีค่าเท่ากับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น ณ ตำแหน่งที่มีการกระจัดสูงสุด)

ตัวอย่างคำถามกลุ่มที่ศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วง

- 1) ถ้าวัตถุตกอย่างอิสระในแนวดิ่ง ความเร็วของวัตถุจะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ: ความเร็วของวัตถุจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ)

- 2) ตำแหน่งอ้างอิงคือตำแหน่งใดและ ณ ตำแหน่งนั้น พลังงานแต่ละพลังงานเป็นอย่างไร

(แนวตอบ: ตำแหน่งอ้างอิงคือตำแหน่งบนพื้นและ ณ ตำแหน่งอ้างอิงจะมีพลังงานจลน์มากที่สุดและมีพลังงานศักย์เป็นศูนย์)

- 3) กฎการอนุรักษ์พลังงานกลสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงอย่างไร

(แนวตอบ: ผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงมีค่าคงที่ตลอดการเคลื่อนที่ของวัตถุ)

สำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)

4. ครูอธิบายสรุปและทบทวนประเด็นที่นักเรียนได้ศึกษาและอภิปรายหน้าชั้นเรียนในช่วงที่แล้วทั้งเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบดิ่ง และการเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วง “พลังงานสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการเคลื่อนที่ได้ โดยพิจารณารวมที่แต่ละตำแหน่งของวัตถุและงานที่ให้แก่วัตถุ”
ดังสมการ $\Sigma E_1 + W = \Sigma E_2$
5. ครูแจกใบงานที่ 2.8 เรื่อง การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ให้นักเรียนคนละ 1 ใบ
6. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 2.8 จากสิ่งที่ได้ศึกษาจากช่วงที่แล้ว
7. นักเรียนเก็บรวบรวมใบงานที่ 2.8 เรื่อง การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ส่งคืนครู
8. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 5.11-5.13 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 26-29 โดยครูสังเกตการณ์ และให้คำแนะนำ

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำใบงานที่ 2.9 เรื่อง โจทย์การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล โดยนำมาส่งครูในช่วงถัดไป
2. ครูให้มอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 4.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เป็นการบ้าน

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูเก็บรวบรวมใบงานที่ 2.9 เรื่อง โจทย์การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล
2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit question 2 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 46-47 ข้อ 22 และ 25 ลงในสมุด
3. ให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ลงในกระดาษ A4 แล้วสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน และแบบประเมิน ชิ้นงาน/ภาระงาน)

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.8 เรื่อง การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล และใบงานที่ 2.9 เรื่อง โจทย์การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล
2. ครูตรวจการทำแบบฝึกหัด Unit question 2 เรื่อง การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ในสมุดประจำตัว
3. ครูตรวจแบบฝึกหัดที่ 4.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
4. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล และการทำงานกลุ่ม
5. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 งานและพลังงาน
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 งานและพลังงาน
- 3) ใบงานที่ 2.8 เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงานกล
- 4) ใบงานที่ 2.9 เรื่อง โจทย์การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล
- 5) PowerPoint เรื่อง งานและพลังงาน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	- ตรวจใบงานที่ 2.8 - ตรวจใบงานที่ 2.9 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.8 - ใบงานที่ 2.9 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - 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
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง งานและพลังงาน

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12

เรื่อง กำลัง

เวลา 2 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ย ดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$

2. ผลการเรียนรู้

- วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ยได้

3. สาระสำคัญ

กำลัง คืออัตราการทำงาน หรืองานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น วัตต์ หน่วยที่นิยมใช้อีกหน่วยหนึ่ง คือ แรงม้า ซึ่งมีค่าเท่ากับ 746 วัตต์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายความหมายของกำลังและความสัมพันธ์ระหว่างกำลังกับงานได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกำลังได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

☐ 1. รักษาติ ศาสน์ กษัตริย์

☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต

☒ 3. มีวินัย

☒ 4. ใฝ่เรียนรู้

☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง

☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน

☐ 7. รักความเป็นไทย

☐ 8. มีจิตสาธารณะ

☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้นำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 30 ว่า “ความเร็วมีผลต่อกำลังหรือไม่” โดยเมื่อเรียนหัวข้อนี้จบ นักเรียนควรจะตอบคำถามนี้ได้
(แนวตอบ: ความเร็วมีผลต่อกำลัง เพราะจากสมการ $P = F \frac{\Delta x}{\Delta t}$ จะได้ว่า $P = Fv$ ดังนั้น ความเร็วจะแปรผันตรงกับกำลัง ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v ที่มากขึ้น กำลังของวัตถุหรือระบบก็จะเพิ่มขึ้นตาม)
3. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในเรื่องที่จะเรียน โดยตั้งคำถามว่า “นักเรียนคิดว่ากำลังเกี่ยวข้องกับปริมาณใดบ้าง” และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่าโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งเป็น 5 กลุ่ม และให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาหน้าชั้นเรียน กลุ่มละ 1 คน พร้อมบอกข้อมูลของแต่ละคนให้ทราบ
ตัวอย่างข้อมูล กำหนดให้นักเรียนแต่ละคนยกของจากพื้นขึ้นวางบนชั้นวางของ ให้ระยะจากพื้นถึงชั้นวางของ 2 เมตร
 - ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่ 1 ออกแรง 250 นิวตัน ในเวลา 10 วินาที
 - ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่ 2 ทำงานได้ 100 จูล ในเวลา 10 วินาที
 - ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่ 3 ออกแรง 200 นิวตัน ในเวลา 5 วินาที
 - ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่ 4 ออกแรง 150 นิวตัน ในเวลา 10 วินาที
 - ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่ 5 ทำงานได้ 150 จูล ในเวลา 5 วินาที
 (แนวตอบ: ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่ 3 มีกำลังมากที่สุด)
2. ครูทดสอบความรู้นักเรียนต่อว่า “นักเรียนคิดว่าเพื่อนคนไหนที่มีกำลังมากกว่ากัน และดูจากปริมาณใด” ให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่าโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด โดยบันทึกคำตอบของแต่ละกลุ่มไว้ จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องกำลัง จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 30 พร้อมทั้งวิเคราะห์หว่าใครที่มีกำลังมากที่สุด
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
3. ครูให้นักเรียนดูเนื้อหาจากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 30 พร้อมกับครูเปิด PowerPoint เรื่อง กำลัง ควบคู่ไป แล้วครูสรุปเรื่อง กำลัง ร่วมกับนักเรียน พร้อมทั้งเฉลยคำถามดังนี้ “กำลังเฉลี่ย ในทางฟิสิกส์ หมายถึง ปริมาณงานที่ทำได้หรืองานที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลา” สามารถคำนวณได้จากสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$
4. ครูให้นักเรียนศึกษาต่อในกรอบ Science Focus เกี่ยวกับ “แรงม้า”
5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มที่แบ่งไว้แล้วช่วยกันศึกษาตัวอย่างที่ 5.14-5.16 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 31 โดยครูสังเกตการณ์ และให้คำอธิบายเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา

อธิบายความรู้ (Explain)

1. เมื่อนักเรียนช่วยกันศึกษาตัวอย่างเสร็จ ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกไปแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน
2. ครูอธิบายสรุปใจหายและวิธีทำในตัวอย่างที่ 5.13-5.17 ร่วมกับนักเรียน

3. ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนไปทำแบบฝึกหัดที่ 5.1-5.2 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เป็นการบ้าน

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามในเนื้อหาเกี่ยวกับกำลังอย่างอิสระ
2. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2.10 เรื่อง กำลัง
3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit question 2 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 47-48 ข้อ 29-32 ลงในสมุด
4. ให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง กำลัง ลงในกระดาษ A4
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน)

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.10 เรื่อง กำลัง
2. ครูตรวจการทำแบบฝึกหัด Unit question 2 เรื่อง กำลัง ในสมุดประจำตัว
3. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 5.1-5.2 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
4. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล และการทำงานกลุ่ม
5. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง กำลัง ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความ เข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 งานและพลังงาน
- 2) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 งานและพลังงาน
- 3) ใบงานที่ 2.10 เรื่อง กำลัง
- 4) PowerPoint เรื่อง งานและพลังงาน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) กำลั้ง	- ตรวจใบงานที่ 2.10 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.10 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง งานและพลังงาน

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13

เรื่อง เครื่องกล

เวลา 2 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลา ใช้หลักของงาน และสมดุลกลประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพ คำนวณได้จากสมการ $\text{Efficiency} = \frac{W_{\text{out}}}{W_{\text{in}}} \times 100\%$ การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จากสมการ

$$\text{M. A.} = \frac{F_{\text{out}}}{F_{\text{in}}} = \frac{S_{\text{in}}}{S_{\text{out}}}$$

2. ผลการเรียนรู้

- อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลได้

3. สาระสำคัญ

เครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลา การทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายใช้หลักการของงาน การประดิษฐ์เครื่องกลแต่ละประเภทนั้นมักคำนึงถึงความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายประสิทธิภาพของเครื่องกลและเครื่องใช้ไฟฟ้าและหลักการทำงานของเครื่องกลแบบต่าง ๆ ได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการได้เปรียบเชิงกลจากเครื่องกลอย่างง่ายได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

☐ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต

☒ 3. มีวินัย

☒ 4. ใฝ่เรียนรู้

☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง

☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน

- ☐ 7. รักความเป็นไทย
- ☐ 8. มีจิตสาธารณะ
- ☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้นำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน โดยตั้งคำถามว่า “เครื่องกลคืออะไร” และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่าโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
3. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 32 กับนักเรียนว่า “เครื่องกลอย่างง่ายประกอบด้วยอะไรบ้าง” โดยครูสุ่มถามนักเรียน เพื่อเป็นการทดสอบความรู้เดิมของนักเรียน

(แนวตอบ: เครื่องกลอย่างง่าย ประกอบด้วย คาน รอก พื้นเอียง ลิ้ม สกรู และล้อกับเฟลา)

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง ประสิทธิภาพของเครื่องกลและเครื่องใช้ไฟฟ้า จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 32
2. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการสุ่มถามคำถามเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องกล ตัวอย่างคำถาม
 - 1) ประสิทธิภาพของเครื่องกลคืออะไร

(แนวตอบ: ประสิทธิภาพของเครื่องกลเป็นความสามารถในการทำงานของเครื่องกล)

- 2) ประสิทธิภาพของเครื่องกลมีค่าเป็นอย่างไร และหาได้จากปริมาณใดบ้าง

(แนวตอบ: มีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ หาได้จากกำลังและงาน)

3. ครูเน้นย้ำกับนักเรียนในกรอบ Physics in real life จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 32 ว่า “เครื่องปรับอากาศจะระบุประสิทธิภาพการทำงาน (ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5) ไว้ที่ตัวเครื่อง ทำให้ผู้ซื้อตัดสินใจในการซื้อได้ง่ายขึ้น
4. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง ประสิทธิภาพของเครื่องกลและเครื่องใช้ไฟฟ้า ให้นักเรียนดูควบคู่กับหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 32 ที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้ว โดยครูอธิบายชี้แนะสิ่งที่ถูกต้องให้นักเรียน
5. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่องหลักการของงานกับเครื่องกล จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 33
6. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยการสุ่มถามคำถามเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องกล ตัวอย่างคำถาม
 - 1) การได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกล หาได้อย่างไร

(แนวตอบ: การได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลสามารถหาได้จากอัตราส่วนระหว่างขนาดของแรงที่ได้จากเครื่องกลหรือแรงพยายามต่อขนาดของแรงที่ให้กับเครื่องกลหรือแรงต้าน)

- 2) ค่าของการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกล สามารถบอกอะไรบ้าง

(แนวตอบ: ถ้าค่าการได้เปรียบเชิงกลเท่ากับ 1 แสดงว่าเครื่องกลนี้ไม่ช่วยผ่อนแรงแต่ช่วยอำนวยความสะดวก ถ้าค่าการได้เปรียบเชิงกลมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าเครื่องกลนี้ช่วยผ่อนแรง ถ้าค่าการได้เปรียบเชิงกลมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าเครื่องกลนี้ไม่ช่วยผ่อนแรง)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง การได้เปรียบเชิงกล ให้นักเรียนดู
2. ครูอธิบายสรุป โดยให้นักเรียนดูเนื้อหาจากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 33 ควบคู่ไป

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งเป็น 6 กลุ่ม ช่วยกันศึกษาเครื่องกลอย่างง่าย กลุ่มละ 1 ประเภท จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 33-36 ดังนี้
 - กลุ่มที่ 1 ศึกษาเรื่อง รอก
 - กลุ่มที่ 3 ศึกษาเรื่อง พื้นเอียง
 - กลุ่มที่ 5 ศึกษาเรื่อง สกรู
 - กลุ่มที่ 2 ศึกษาเรื่อง คาน
 - กลุ่มที่ 4 ศึกษาเรื่อง ลิ้ม
 - กลุ่มที่ 6 ศึกษาเรื่อง ล้อกับเพลลา
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มออกมาอภิปรายสรุปเนื้อหาในส่วนที่ได้ศึกษาให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ฟัง และทำความเข้าใจในส่วนที่ตนเองและกลุ่มไม่ได้ศึกษา โดยครูสังเกตการณ์ และชี้แนะในสิ่งที่ถูกต้อง (หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
3. ในขณะที่นักเรียนอภิปรายหน้าชั้นเรียน ครูตั้งคำถามนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนอภิปราย ตัวอย่างคำถาม
 - 1) ค่าการได้เปรียบเชิงกลของรอกเดี่ยวตายตัวกับรอกเดี่ยวเคลื่อนที่เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ: ไม่เหมือนกัน ถ้าเป็นรอกเดี่ยวตายตัวจะมีค่าได้เปรียบเชิงกลเท่ากับ 1 แต่ถ้าเป็นรอกเดี่ยวเคลื่อนที่จะมีค่าได้เปรียบเชิงกลเท่ากับ 2)
 - 2) คานเป็นอย่างไร จงยกตัวอย่าง
(แนวตอบ: คานเป็นเครื่องกลที่มีจุดหมุนเพื่อทวีคูณแรงเชิงกล เช่น ค้อนงัดตะปู กรรไกร ตะเกียบ)
 - 3) การใช้ค้อนงัดตะปูสัมพันธ์กับกฎการอนุรักษ์พลังงานอย่างไร
(แนวตอบ: งานที่ให้กับค้อนเท่ากับงานที่ได้รับจากค้อน)
 - 4) พื้นเอียงสัมพันธ์กับกฎการอนุรักษ์พลังงานอย่างไร
(แนวตอบ: งานที่ใช้ในการดึงวัตถุเท่ากับงานที่ใช้ในการยกวัตถุขึ้นในแนวตั้ง)
 - 5) ลิ้มสัมพันธ์กับกฎการอนุรักษ์พลังงานอย่างไร
(แนวตอบ: งานที่ให้กับลิ้มเท่ากับงานที่ได้จากลิ้ม)
 - 6) สกรูสัมพันธ์กับกฎการอนุรักษ์พลังงานอย่างไร
(แนวตอบ: งานที่ใช้หมุนสกรูหนึ่งรอบเท่ากับงานที่ใช้ในการยกวัตถุขึ้นในแนวตั้งระยะหนึ่งเกลียว)
 - 7) ล้อกับเพลลาสัมพันธ์กับกฎการอนุรักษ์พลังงานอย่างไร

(แนวตอบ: งานที่ให้กลับล่อเท่ากับงานที่ได้จากเพลลา)

4. ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้าทายการคิดขั้นสูง (H.O.T.S.) จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 36 ที่ถามว่า “ถ้านักเรียนต้องการเคลื่อนย้ายวัตถุขนาดใหญ่ขึ้นที่สูง จะเคลื่อนย้ายขึ้นไปโดยออกแรงน้อยที่สุดได้อย่างไร

(แนวตอบ: ใช้ระบบล่อเข้ามาช่วยยก โดยหลักการของรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงาน ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน นั่นคือ ออกแรงเพียงครึ่งหนึ่งของน้ำหนักวัตถุเท่านั้น)

5. ครูให้นักเรียนช่วยกันศึกษาตัวอย่างที่ 5.17-5.18 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 37-38 โดยครูสังเกตการณ์ และแนะนำวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้องให้กับนักเรียน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. เมื่อนักเรียนช่วยกันศึกษาตัวอย่างเสร็จ ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกไปแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน
2. ครูอธิบายสรุปโจทย์และวิธีทำจากตัวอย่างที่ 5.17-5.18 ร่วมกับนักเรียน
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 6.1-6.2 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เป็นการบ้าน

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามในเนื้อหาเกี่ยวกับกำลังกลอย่างอิสระ
2. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2.11 เรื่อง เครื่องกล
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit question 2 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 48-49 ข้อ 9-10 และ 34-40 ลงในสมุด
4. ให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง เครื่องกล ลงในกระดาษ A4
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน)

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.11 เรื่อง เครื่องกล
2. ครูตรวจการทำแบบฝึกหัด Unit question 2 เรื่อง เครื่องกล ในสมุดประจำตัว
3. ครูตรวจแบบฝึกหัดที่ 6.1-6.2 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
4. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล และการทำงานกลุ่ม
5. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง เครื่องกล ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 งานและพลังงาน
- 2) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 งานและพลังงาน
- 3) ใบงานที่ 2.11 เรื่อง เครื่องกล

4) PowerPoint เรื่อง งานและพลังงาน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม			
1) เครื่องกล	- ตรวจใบงานที่ 2.11 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.11 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอ ผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการ ทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการ ทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง โมเมนตัมและการดล

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14

เรื่อง โมเมนตัม

เวลา 2 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ดังสมการ $\vec{p} = m\vec{v}$

2. ผลการเรียนรู้

- อธิบายและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม

3. สาระสำคัญ

ปริมาณที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีมวลต่อกัน โดยมีโมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ถ้าวัตถุมีมวลขนาดเท่ากันแต่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกัน โมเมนตัมของวัตถุก็จะต่างกัน เช่นเดียวกับวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากันแต่มีมวลของวัตถุต่างกัน โมเมนตัมก็จะต่างกันด้วย

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายความหมายและลักษณะของโมเมนตัมได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโมเมนตัมได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

☐ 1. รักษาติ ศาสน์ กษัตริย์

☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต

☒ 3. มีวินัย

☒ 4. ใฝ่เรียนรู้

☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง

☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน

- ☐ 7. รักความเป็นไทย
- ☐ 8. มีจิตสาธารณะ
- ☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบต่อเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบต่อ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้นำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเป็นรายบุคคลก่อนเข้าสู่กิจกรรม
3. ครูถามคำถาม Big Question เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 50 ว่า โม่เมนตัมมีผลต่อค่าที่อ่านได้จากตาชั่ง ขณะวัตถุสัมผัสตาชั่งอย่างไร โดยให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบ

(แนวตอบ: โม่เมนตัมเป็นปริมาณที่มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลกับความเร็วของวัตถุ จะเห็นว่าความเร็วของวัตถุจะแปรผันตรงกับโม่เมนตัม ซึ่งถ้าโม่เมนตัมของวัตถุนั้นมีค่ามาก ก็จะทำให้ค่าที่อ่านได้จากตาชั่งมากขึ้น)

3. ครูชวนนักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน โดยตั้งคำถามว่า “นักเรียนคิดว่าโม่เมนตัมคืออะไร เกี่ยวข้องกับปริมาณใดบ้าง” และให้นักเรียนช่วยกันตอบปากเปล่าโดยครูจะยังไม่เฉลยว่าถูกหรือผิด (หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)
4. ครูชักชวนนักเรียนพูดคุยและกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 51 ว่า “รถมอเตอร์ไซค์จะมีโม่เมนตัมเท่ากับรถบรรทุกหรือไม่” และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่า หรือครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล

(แนวตอบ: อาจจะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ เพราะนอกจากโม่เมนตัมจะขึ้นกับมวลของวัตถุแล้วยังขึ้นกับความเร็วของวัตถุอีกด้วย)

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันอย่างอิสระ กลุ่มละ 5-6 คน
2. ให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มออกมาหน้าชั้นเรียนกลุ่มละ 2 คน โดยให้นักเรียนคนที่ 1 โยนลูกปิงปองและลูกเทนนิสให้นักเรียนคนที่ 2 รับด้วยความเร็วที่ต่างกัน
3. ให้นักเรียนกลับเข้ากลุ่มตนเองแล้วให้นักเรียนคนที่ 2 เริ่มพูดคุยกับเพื่อนในกลุ่ม แล้ววิเคราะห์ว่าการรับลูกปิงปองและลูกเทนนิสในแต่ละครั้งใช้แรงในการรับต่างกันหรือไม่ (หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
4. ครูให้แต่ละกลุ่มจดบันทึกผลการวิเคราะห์ใส่กระดาษ A4 แล้วนำมาส่งครูหน้าชั้นเรียน
5. ครูให้ศึกษา เรื่อง โม่เมนตัม จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 51

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมจากที่ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองว่า โม่เมนตัมของวัตถุเป็นปริมาณที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ใช้บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ และโม่เมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็ว โดยโม่เมนตัมมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลกับความเร็วของวัตถุ สามารถคำนวณหาได้ ดังสมการ $\vec{p} = m\vec{v}$

2. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง โมเมนตัม ให้นักเรียนดูควบคู่กับภาพแสดงโมเมนตัมของวัตถุเมื่อวัตถุมีความเร็วและขนาดต่างกัน จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 51
3. ครูพูดคุยกับนักเรียนและอธิบายลงข้อสรุปว่า จากภาพ รถมอเตอร์ไซด์ที่มีมวลเท่ากัน แต่ขับเคลื่อนด้วยความเร็วที่ต่างกัน ก็จะมีโมเมนตัมต่างกัน และในทำนองเดียวกันกับรถมอเตอร์ไซด์ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากันกับรถบรรทุก ก็จะมีโมเมนตัมที่แตกต่างกันด้วย
4. ครูแจกใบงานที่ 3.1 เรื่อง โมเมนตัม ให้นักเรียนศึกษาและลงมือทำ แล้วเก็บรวบรวมส่งคืนท้ายชั่วโมง

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 6.1-6.2 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 52 โดยครูคอยสังเกตการณ์ และให้คำอธิบายเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา
2. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่ออธิบายผลและแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ จากตัวอย่างที่ 6.1-6.2 ที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้ว

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ให้นักเรียนจับคู่ตามเลขที่ของตนเอง เช่น เลขที่ 1 จับคู่กับเลขที่ 2 จากนั้นครูแจกใบงานที่ 3.2 เรื่อง โจทย์โมเมนตัม ให้นักเรียนช่วยกันทำ
2. ครูสุ่มนักเรียนบางคู่ออกมาแสดงวิธีทำจากใบงานที่ 3.2 เรื่อง โจทย์โมเมนตัม หน้าชั้นเรียน โดยที่ครูสอบถามนักเรียนคู่อื่นว่ามีคำตอบแตกต่างจากสิ่งที่เพื่อนออกมาแสดงวิธีทำหรือไม่ ถ้าแตกต่างให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีการคำนวณหาชั้นเรียน
3. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่รวบรวมส่งใบงานที่ 3.2 เรื่อง โจทย์โมเมนตัม ให้ครูตรวจสอบความถูกต้อง
4. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1.1 เรื่อง โมเมนตัม จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง โมเมนตัม ลงในกระดาษ A4
2. ครูสุ่มเลือกนักเรียนออกไปนำเสนอผังมโนทัศน์ของตนเองหน้าชั้นเรียน
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน)
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1.2-1.3 เรื่อง โมเมนตัม จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูพูดคุยกับนักเรียน โดยให้นักเรียนตอบคำถามว่า โมเมนตัมคืออะไร เกี่ยวข้องกับปริมาณใดบ้าง เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน
(แนวตอบ: โมเมนตัมของวัตถุเป็นปริมาณที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ใช้บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งโมเมนตัมเป็นปริมาณที่เกี่ยวข้องกับมวลและความเร็วของวัตถุ)
2. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจก่อนเรียนของนักเรียน
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 3.1 เรื่อง โมเมนตัม และใบงานที่ 3.2 เรื่อง โจทย์โมเมนตัม
4. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 1.1-1.3 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

5. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล และการทำงานกลุ่ม
6. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่องโมเมนตัม ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โมเมนตัมและการชน
- 1) หนังสือเรียน รายวิชาฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โมเมนตัมและการชน
- 2) PowerPoint เรื่อง โมเมนตัมและการชน
- 3) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โมเมนตัมและการชน
- 4) ใบงานที่ 3.1 เรื่อง โมเมนตัม
- 5) ใบงานที่ 3.2 เรื่อง โจทย์โมเมนตัม

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โมเมนตัม	ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
9.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) โมเมนตัม	- ตรวจใบงานที่ 3.1 เรื่อง โมเมนตัม - ตรวจใบงานที่ 3.2 เรื่อง โจทย์โมเมนตัม	- ใบงานที่ 3.1 เรื่อง โมเมนตัม - ใบงานที่ 3.2 เรื่อง โจทย์โมเมนตัม	- 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
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง โมเมนตัมและการดล

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15

เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

เวลา 4 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัม ของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับความอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ

2. ผลการเรียนรู้

- อธิบายและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม

3. สาระสำคัญ

แรงที่กระทำต่อวัตถุมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม โดยแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใด ๆ จะมีค่าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น เช่น ในกรณีการออกแรงรับลูกฟุตบอลของผู้รักษาประตูฟุตบอลซึ่งเคลื่อนที่มาด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน หากผู้รักษาประตูต้องการหยุดลูกฟุตบอลให้หยุดนิ่งนั้นจะพบว่าการออกแรงรับลูกฟุตบอลในแต่ละครั้งจะต้องออกแรงรับต่างกัน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายได้ว่าเมื่อแรงกระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนแปลงได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

☐ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต

☒ 3. มีวินัย

☒ 4. ใฝ่เรียนรู้

☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง

☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน

- ☐ 7. รักความเป็นไทย
- ☐ 8. มีจิตสาธารณะ
- ☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การขึ้นนำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 53 ว่า “แรงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมอย่างไร” และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่า หรือครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล
(แนวตอบ: แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใด ๆ จะมีค่าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น)
3. ครูชักชวนนักเรียนพูดคุยต่อเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน โดยตั้งคำถามว่า “แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมหาได้จากปริมาณใดบ้าง” แล้วให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่าโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันอย่างอิสระ 10 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน แล้วให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มออกมาหน้าชั้นเรียน
2. ครูแจกถุงทรายให้นักเรียนกลุ่มละ 2 ถุง และให้นักเรียนกลับเข้ากลุ่มตนเอง เพื่อทำกิจกรรมรับถุงทราย โดยใช้มือซ้ายถือถุงทราย 1 ถุง ไว้เหนือมือขวาประมาณ 20 เซนติเมตร จากนั้นปล่อยถุงทรายให้ตกลงบนมือขวา โดยพยายามให้มือขวารับถุงทรายให้หยุดนิ่ง พยายามให้มือไม่มีการเคลื่อนที่ ทำการทดลองซ้ำโดยมือซ้ายอยู่เหนือมือขวาประมาณ 50 เซนติเมตร แล้วปล่อยถุงทรายถุงเดิม
3. สมาชิกในกลุ่มสลับกันทำกิจกรรมนี้ให้ครบทุกคน แล้วให้สมาชิกในกลุ่มร่วมพูดคุยและเปรียบเทียบแรงที่มือขวารับถุงทราย เพื่อไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
4. ครูให้สมาชิกแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนอย่างน้อย กลุ่มละ 1-2 คน ออกมาอภิปรายผลการทำกิจกรรม

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อเป็นการนำสรุปผลการทำกิจกรรม เป็นการสร้างความเข้าใจของนักเรียนให้ไปในแนวทางเดียวกัน เช่น
 - 1) การออกแรงของมือขวารับถุงทรายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ: แรงที่ใช้รับถุงทรายจากระดับที่สูงกว่าจะมีค่ามากกว่าถุงทรายระดับที่ต่ำกว่า)
 - 2) ความเร็วของถุงทรายขณะที่ตกลงถึงมือขวาทิ้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ: ขณะที่ถุงทรายกระทบมือ ถุงทรายที่ปล่อยจากระดับสูงจะมีความเร็วมากกว่าถุงทรายที่ปล่อยจากระดับต่ำ)
 - 3) ความเร็วของถุงทรายทั้งสองกรณีเกี่ยวข้องกับการออกแรงรับถุงทรายหรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ: ถุงทรายที่มีความเร็วมากกว่าจะต้องออกแรงรับมากกว่าถุงทรายที่มีความเร็วต่ำ)
2. ครูให้นักเรียนกลับเข้ากลุ่มเดิมอีกครั้ง ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมรับถุงทรายใหม่ โดยใช้มือซ้ายถือถุงทราย 1 ถุง จากระดับที่อยู่เหนือมือขวาประมาณ 30 เซนติเมตร และใช้มือขวารับถุงทรายให้หยุดนิ่งในมือ โดยพยายามไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ แล้วทำกิจกรรมซ้ำอีกครั้ง แต่เพิ่มถุงทรายเป็น 2 ถุง

มัดติดกัน โดยปล่อยถุงทรายที่ระยะความสูง 30 เซนติเมตร เปรียบเทียบแรงที่มือขวาด้านถุงทราย เพื่อไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง

3. ครูนำอภิปรายผลจากการทำกิจกรรมครั้งที่ 2 ด้วยคำถามเพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจของนักเรียน ให้ไปในแนวทางเดียวกัน เช่น

- 1) แรงที่มือขวาใช้รับถุงทรายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ: แรงที่ใช้รับถุงทรายที่มีมวลมากจะมีค่ามากกว่าแรงที่ใช้รับถุงทรายที่มีมวลน้อย)

- 2) ความเร็วของถุงทรายขณะที่ตกถึงมือขวาทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ: ความเร็วของถุงทรายทั้งสองกรณีมีค่าเท่ากัน)

- 3) มวลของถุงทรายทั้งสองกรณีเกี่ยวข้องกับการออกแรงรับถุงทรายหรือไม่อย่างไร

(แนวตอบ: ถุงทรายที่มีมวลมากจะต้องออกแรงรับมากกว่าถุงทรายที่มีมวลน้อย)

4. ครูอธิบายสรุปการทำกิจกรรมรับถุงทรายว่า แรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุใด ๆ ขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุนั้น

5. ครูชักชวนนักเรียนพูดคุยด้วยคำถามว่า ถ้าจะทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่ง แรงต้านที่กระทำต่อวัตถุที่มีโมเมนตัมมากกับโมเมนตัมน้อยจะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ: แตกต่างกัน เพราะวัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะต้องออกแรงต้านมากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย)

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูแยกกลุ่มนักเรียนแบบละความสามารถ (เก่ง-ค่อนข้างเก่ง-ปานกลาง-อ่อน) อยู่ในกลุ่มเดียวกัน กลุ่มละ 5-6 คน โดยครูเป็นผู้เลือกนักเรียนเข้ากลุ่ม แล้วให้นักเรียนร่วมกันศึกษาและสืบค้น เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 53-54 หรือจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศ
2. ครูแจกกระดาษปรีฟขนาด A1 ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพูดคุยและอภิปรายภายในกลุ่ม จากข้อมูลที่ได้ร่วมกันศึกษาและสืบค้น แล้วเขียนสรุปลงในกระดาษปรีฟ โดยครูคอยสังเกตการณ์ทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด พร้อมกับคอยให้คำแนะนำกับนักเรียนที่มีข้อสงสัยระหว่างการทำกิจกรรม
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
4. ครูให้นักเรียนนำกระดาษปรีฟผลการศึกษาที่เสร็จแล้วไปติดที่ผนังห้องโดยรอบ
5. ครูให้นักเรียนแต่ละคนไปศึกษาผลงานของกลุ่มอื่น ๆ
6. ครูจับสลากเลือกลำดับของแต่ละกลุ่มให้ออกมานำเสนอผลการศึกษา โดยให้นักเรียนกลุ่มที่ถูกเลือกเป็นอันดับแรกส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการศึกษาที่กลุ่มจนครบ เพื่อตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนหลังการศึกษาเรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
7. นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ และครูร่วมกันวิพากษ์เกี่ยวกับข้อมูลที่ตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอ จนทุกคนมีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง และตรงกัน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายเพื่อนำสรุปให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้นว่า แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใด ๆ จะมีค่าเท่ากับ อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น สามารถเขียนสมการได้เป็น $\Sigma \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$

2. ครูนำสรุปการพิจารณาภาพการเตะฟุตบอล จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 54 ว่า “แรงที่กระทำต่อวัตถุมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุ แรงที่มากจะทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมได้มากกว่าหรือใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมน้อยกว่า”

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน ร่วมกันศึกษาตัวอย่างที่ 6.3-6.5 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 55-56 แล้วพูดคุยอภิปรายถึงคำตอบที่ได้
2. ครูสุ่มนักเรียนบางคู่ออกมาแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ที่ได้ร่วมกันศึกษาและอภิปรายผลหน้าชั้นเรียน
3. ครูแจกใบงานที่ 3.3 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ให้นักเรียน
4. นักเรียนแต่ละคนศึกษาและลงมือทำใบงานที่ 3.3 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม โดยครูคอยสังเกตการณ์และชี้แนะให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา เสร็จแล้วรวบรวมส่งคืนครูท้ายชั่วโมง

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ให้นักเรียนดู และทบทวนกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน และการนำกฎนี้ไปหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนตัมของวัตถุ จนได้สมการ $\Sigma \vec{F} = \frac{m\vec{v}-m\vec{u}}{\Delta t}$ เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง
2. ครูเน้นให้นักเรียนทราบว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน อาจกล่าวอีกแบบหนึ่งว่า แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุใด ๆ จะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุนั้นทั้งขนาดและทิศทาง
3. ครูนำสรุปแนวตอบและเฉลยวิธีการคำนวณใบงานที่ 3.3 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2.1 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและครูให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit Question 6 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 86-87 ข้อ 1, 4, 5, 7 และ 9 ลงในสมุดประจำตัว
3. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ลงในกระดาษ A4
4. ครูสุ่มเลือกนักเรียนออกไปนำเสนอผังมโนทัศน์ของตนเองหน้าชั้นเรียน
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน)

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 3.3 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
2. ครูตรวจ Unit question 6 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ในสมุดประจำตัว
3. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 2.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
4. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล และการทำงานกลุ่ม

5. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชิ้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โมเมนตัมและการชน
- 2) PowerPoint เรื่อง โมเมนตัมและการชน
- 3) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โมเมนตัมและการชน
- 4) กระดาษปรู๊ฟขนาด A1
- 5) ใบงานที่ 3.3 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม	- ตรวจใบงานที่ 3.3 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม	- ใบงานที่ 3.3 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง โมเมนตัมและการดล

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16

เรื่อง การดลและแรงดล

เวลา 4 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล โดยผลคูณของแรงดลกับเวลา เรียกว่า การดล ตามสมการ $\vec{I} = (\sum_{i=1}^n \vec{F}_i) \Delta t$ ซึ่งการดลอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงดลกับเวลา

2. ผลการเรียนรู้

- อธิบายและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม

3. สาระสำคัญ

แรงดล (impulsive force) คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ การดล (impulse) คือโมเมนตัมที่เปลี่ยนแปลงไปและเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายแรงดลและการดลได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับแรงดลและการดลได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

☐ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต

☒ 3. มีวินัย

☒ 4. ใฝ่เรียนรู้

☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง

☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน

☐ 7. รักความเป็นไทย

☐ 8. มีจิตสาธารณะ

☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้นำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. ครูทบทวนความรู้ว่า เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป
3. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 57 ว่า “เหตุใดไข่ที่ถูกปล่อยลงมาจากที่สูงเมื่อกระทบพื้นจึงแตก” และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่า หรือครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล
(แนวตอบ: แรงที่พื้นกระทำกับเปลือกไข่ขณะที่ไข่ตกลงมากระทบพื้นมีค่ามากในเวลาสั้น ๆ ซึ่งทำให้อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมมีค่ามาก แรงคลจึงมาก ไข่จึงแตก)
4. ครูชักชวนนักเรียนพูดคุยเชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน โดยตั้งคำถามว่า “การดลและแรงดลคืออะไร และเกี่ยวข้องกับปริมาณใดบ้าง” แล้วให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามอย่างอิสระโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบละความสามารถ (เก่ง-ค่อนข้างเก่ง-ปานกลาง-อ่อน) อยู่ในกลุ่มเดียวกัน กลุ่มละ 5-6 คน โดยครูเป็นผู้เลือกนักเรียนเข้ากลุ่ม จากนั้นครูกำหนดชื่อหรือสัญลักษณ์แทนแต่ละกลุ่ม เช่น ตัวเลข (กลุ่ม 1, 2, 3, ...) เป็นต้น
2. ครูให้สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและสืบค้น เรื่อง การดลและแรงดล จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 57-58 แล้วร่วมกันอภิปรายกันภายในกลุ่ม
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพูดคุยและอภิปรายผลการศึกษาของแต่ละคนภายในกลุ่มจนสมาชิกแต่ละคนเข้าใจในเนื้อหานั้นไปในแนวทางเดียวกัน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมตัวทั้งการอภิปรายหน้าชั้นเรียนและการตั้งคำถามจากเนื้อหา เพราะครูจะทำการสุ่มลำดับการออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยมีเพื่อนกลุ่มอื่นและครูถามคำถามที่สงสัยในช่วงต่อไป

สำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)

4. ครูแจกกระดาษปฐพีขนาด A1 ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น แล้วมอบหมายให้นักเรียนเขียนสรุปองค์ความรู้จากเนื้อหาที่ได้ช่วยกันศึกษาในรูปแบบที่น่าสนใจ สวยงาม เข้าใจง่าย มีความคิดสร้างสรรค์ และสอดคล้องกับเนื้อหา เสร็จแล้วครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานที่สร้างขึ้นไปติดไว้ที่ผนังห้องเรียน โดยรอบ
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
5. ครูแจกกระดาษโน้ตชนิดมีกาว (Post-it Notes) ให้นักเรียนคนละ 1 ใบ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเดินศึกษาผลงานของแต่ละกลุ่ม โดยครูแจ้งกับนักเรียนว่า เมื่อนักเรียนเกิดความสนใจหรือชอบผลงานของกลุ่มไหน ให้เขียนแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งระบุชื่อกลุ่มของตนเองแล้วนำไปติดไว้บนผลงานของกลุ่มนั้น เพื่อเป็นการโหวตให้คะแนนการ ซึ่งจะไม่มีโหวตให้กลุ่มของตนเองเด็ดขาด
6. ครูรวบรวมผลคะแนนโหวตทั้งหมด โดยจดบันทึกผลคะแนนของแต่ละกลุ่มไว้ แล้วส่งกระดาษโน้ตนั้นคืนให้แต่ละกลุ่มเพื่อดูความคิดเห็นที่เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ เขียนแล้วโหวตให้
7. ครูสุ่มนักเรียนตัวแทนกลุ่ม 2-3 คน ออกมานำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน โดยเมื่อนำเสนอเสร็จแล้ว ครูและสมาชิกกลุ่มอื่น ๆ ถามคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่มีการนำเสนอหรือปัญหาที่สงสัย

8. ครูสุ่มลำดับการนำเสนอของแต่ละกลุ่มจนครบทุกกลุ่ม

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูถามคำถามกับนักเรียนเพื่อเป็นการนำสรุปผลการทำศึกษา เป็นการสร้างความเข้าใจของนักเรียนให้ไปในแนวทางเดียวกัน เช่น
 - 1) การดลคืออะไร
(แนวตอบ: การดลคือโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป และเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ โดยมีหน่วยเดียวกับโมเมนตัม)
 - 2) การดลหาได้จากอะไรได้บ้าง
(แนวตอบ: การดลหาได้จากการคำนวณและการหาพื้นที่ใต้กราฟ)
 - 3) การดลมีกี่แบบ อะไรบ้าง
(แนวตอบ: การดลมี 2 แบบ คือ การดลเนื่องจากแรงคงที่ และการดลเนื่องจากแรงไม่คงที่)
2. ครูอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับการดลและแรงดลอีกครั้ง โดยเปิด PowerPoint เรื่อง การดลและแรงดลให้นักเรียนดู เพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจของนักเรียนให้ไปในแนวทางเดียวกัน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหา จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 59 ว่า ถ้ามีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุ จะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเป็นอย่างไร
2. ครูสุ่มเรียกนักเรียน 2-3 คน ออกมาหน้าชั้นเรียน โดยสุ่มจากเลขที่หรือเลขประจำตัวของนักเรียน
3. ครูจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทำการสาธิตให้นักเรียนดู ดังนี้
 - ไข่ไก่หรือไข่เป็ด
 - กะละมัง
 - แผ่นไม้
 - ฟองน้ำ
 - กล้องถ่ายวิดีโอ
4. ครูให้ตัวแทนนักเรียนที่ออกมาหน้าชั้นเรียน 2 คน ถือไข่เอาไว้ในระดับความสูงที่เท่ากัน ครูนำกะละมัง 2 ใบ มาวางด้านหน้านักเรียน ใบละ 1 คน โดยในกะละมังใบที่ 1 มีแผ่นไม้วางอยู่ด้านใน ส่วนกะละมังใบที่ 2 มีฟองน้ำวางอยู่ด้านใน และครูให้นักเรียนคนที่ 3 ถือกล้องถ่ายวิดีโอในขณะที่ทำกิจกรรม
5. ครูให้สัญญาณเพื่อให้นักเรียนทั้งสองคนปล่อยไข่พร้อม ๆ กัน จากความสูงระดับเดียวกัน แล้วให้นักเรียนทุกคนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูนำไฟล์วิดีโอที่ให้นักเรียนถ่ายไว้ขณะทำกิจกรรมมาเปิดให้นักเรียนดูพร้อม ๆ กัน โดยรอบแรกเล่นวิดีโอด้วยความเร็วปกติ (1 เท่า) จากนั้นเล่นวิดีโอซ้ำด้วยความเร็วที่ช้ามาก (0.25 เท่า) เพื่อแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่เกิดขึ้นขณะที่ไข่ตกลงมากระทบกับวัสดุที่แตกต่างกัน

2. ครูอธิบายสรุปกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง การดลและแรงดล จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 59
3. ครูอธิบายเน้นย้ำกรอบ Physics in real life ถึงสิ่งที่เชื่อมโยงกับเนื้อหา เรื่อง การดลและแรงดล
4. ครูพูดคุยกับนักเรียนแล้วเปิดประเด็นว่า จะมีวิธีการหรือทำอย่างไรให้ไข่ที่ตกลงมาจากที่สูงไม่แตก โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ที่ครูเคยแบ่งไว้แล้ว ร่วมกันศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับวิธีการทำให้ไข่ไม่แตก รวมถึงจะต้องมีการวางแผน ออกแบบ สร้างผลงานชิ้นนี้ออกมาให้สามารถใช้งานได้จริง เป็นการบ้าน ซึ่งครูจะทำการทดสอบคุณภาพผลงานของแต่ละกลุ่มกันในชั่วโมงถัดไป

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ แล้วช่วยศึกษาตัวอย่างที่ 6.6-6.11 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 60-62
2. ครูสุ่มนักเรียน 6 คน ออกมาหน้าชั้นเรียน
3. ครูให้นักเรียนจับสลากหมายเลข 1-6
4. ครูให้นักเรียนแสดงวิธีการคำนวณหรือแก้โจทย์ปัญหาจากตัวอย่างที่ได้ร่วมกันศึกษา บนกระดาน หน้าชั้นเรียน โดยครูสังเกตการณ์ และอธิบายเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา ดังนี้
 - หมายเลข 1 ตัวอย่างที่ 6.6
 - หมายเลข 2 ตัวอย่างที่ 6.7
 - หมายเลข 3 ตัวอย่างที่ 6.8
 - หมายเลข 4 ตัวอย่างที่ 6.9
 - หมายเลข 5 ตัวอย่างที่ 6.10
 - หมายเลข 6 ตัวอย่างที่ 6.11
5. ครูบอกให้นักเรียนจับกลุ่มตามที่เคยแบ่งไว้แล้ว เพื่อเตรียมตัว และเตรียมผลงานที่ได้สร้างขึ้น จากการมอบหมายของครูในชั่วโมงที่แล้ว
6. ครูนำนักเรียนไปบริเวณชั้นล่าง ด้านหน้าอาคาร โดยแบ่งนักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มขึ้นไปด้านบนชั้น 2 ของอาคาร เพื่อจะทำการทดสอบคุณภาพของผลงานที่ได้สร้างขึ้น
7. ครูให้นักเรียนทดสอบผลงานตนเองโดยการปล่อยที่ระดับความสูงเดียวกันให้ตกลงสู่พื้นด้านล่างทีละกลุ่ม แล้วให้นักเรียนที่อยู่ด้านล่างของอาคารสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นจนครบทุกกลุ่ม
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินผลงาน/ชิ้นงาน)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูนำสรุปกิจกรรมโยงไข่ไม่ให้แตก โดยเชื่อมโยงถึง เรื่อง การดลและแรงดล ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักการดลแรงกระแทก เช่นเดียวกับการออกแบบตัวถังรถยนต์ให้มีการใช้เวลาในการเปลี่ยนโมเมนตัมมากทำให้แรงกระแทกมีค่าน้อยหรือแรงดลมีค่าน้อย เป็นผลให้สิ่งที่อยู่ภายในหรือไข่ไม่แตกเมื่อเกิดการกระแทก
2. ครูแจกใบงานที่ 3.4 เรื่อง โจทย์การดลและแรงดล ให้นักเรียน แล้วมอบหมายให้นักเรียนทำการบ้าน นำกลับมาส่งครูในวันพรุ่งนี้ ก่อนเข้าแถวเคารพธงชาติที่โต๊ะห้องพักครู

3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เป็นการบ้าน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ แล้วช่วยศึกษาตัวอย่างที่ 6.6-6.11 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 60-62
2. ครูสุ่มนักเรียน 6 คน ออกมาหน้าชั้นเรียน
3. ครูให้นักเรียนจับสลากหมายเลข 1-6
4. ครูให้นักเรียนแสดงวิธีการคำนวณหรือแก้โจทย์ปัญหาจากตัวอย่างที่ได้ร่วมกันศึกษา บนกระดาน หน้าชั้นเรียน โดยครูสังเกตการณ์ และอธิบายเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา ดังนี้
 - หมายเลข 1 ตัวอย่างที่ 6.6
 - หมายเลข 2 ตัวอย่างที่ 6.7
 - หมายเลข 3 ตัวอย่างที่ 6.8
 - หมายเลข 4 ตัวอย่างที่ 6.9
 - หมายเลข 5 ตัวอย่างที่ 6.10
 - หมายเลข 6 ตัวอย่างที่ 6.11
5. ครูบอกให้นักเรียนจับกลุ่มตามที่เคยแบ่งไว้แล้ว เพื่อเตรียมตัว และเตรียมผลงานที่ได้สร้างขึ้น จากการมอบหมายของครูในชั่วโมงที่แล้ว
6. ครูนำนักเรียนไปบริเวณชั้นล่าง ด้านหน้าอาคาร โดยแบ่งนักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มขึ้นไปด้านบนชั้น 2 ของอาคาร เพื่อจะทำการทดสอบคุณภาพของผลงานที่ได้สร้างขึ้น
7. ครูให้นักเรียนทดสอบผลงานตนเองโดยการปล่อยที่ระดับความสูงเดียวกันให้ตกลงสู่พื้นด้านล่างที่ละกลุ่ม แล้วให้นักเรียนที่อยู่ด้านล่างของอาคารสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นจนครบทุกกลุ่ม
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินผลงาน/ชิ้นงาน)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูนำสรุปกิจกรรมโยนไข่ไม่ให้แตก โดยเชื่อมโยงถึง เรื่อง การดลและแรงดล ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักการดลแรงกระแทก เช่นเดียวกับการออกแบบตัวถังรถยนต์ให้มีการใช้เวลาในการเปลี่ยนโมเมนตัมมากทำให้แรงกระแทกมีค่าน้อยหรือแรงดลมีค่าน้อย เป็นผลให้สิ่งที่อยู่ภายในหรือไข่ไม่แตกเมื่อเกิดการกระแทก
2. ครูแจกใบงานที่ 3.4 เรื่อง โจทย์การดลและแรงดล ให้นักเรียน แล้วมอบหมายให้นักเรียนทำเป็นการบ้าน นำกลับมาส่งครูในวันพรุ่งนี้ ก่อนเข้าแถวเคารพธงชาติที่โต๊ะห้องพักครู
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3.1 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เป็นการบ้าน

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โมเมนตัมและการชน

- 2) PowerPoint เรื่อง โหมดนิ่งและการชน
- 3) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โหมดนิ่งและการชน
- 4) กระดาษปรีฟขนาด A1
- 5) กระดาษโน้ตชนิดมีกาว (Post-it Notes)
- 6) ใบงานที่ 3.4 เรื่อง การดลและแรงดล

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) การดลและแรงดล	- ตรวจใบงานที่ 3.4 เรื่อง การดลและแรงดล	- ใบงานที่ 3.4 เรื่อง การดลและแรงดล	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง โมเมนตัมและการดล

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17

เรื่อง การชน

เวลา 6 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

ในการชนกันของวัตถุและการติดตัวออกจากกันของวัตถุในหนึ่งมิติ เมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำ โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เขียนแทนด้วยสมการ $\vec{p}_i = \vec{p}_f$ โดย $\vec{p}_i$ เป็นโมเมนตัมของระบบก่อนชน และ $\vec{p}_f$ เป็นโมเมนตัมของระบบหลังชน

ในการชนกันของวัตถุ พลังงานจลน์ของระบบอาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การชนที่พลังงานจลน์ของระบบคงตัวเป็นการชนแบบยืดหยุ่น ส่วนการชนที่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น

2. ผลการเรียนรู้

- ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ ทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการติดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

3. สาระสำคัญ

การชนในหนึ่งมิติ คือ การชนกันของวัตถุที่มีแนวเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งก่อนชนและหลังชนอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม คือ ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนของระบบเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนของระบบ การชนในสองมิติ คือ การชนกันของวัตถุที่มีแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุก่อนและหลังชนทำมุมต่อกัน การระเบิดหรือการติดตัว คือ การที่วัตถุหรือระบบวัตถุแยกออกจากกัน มวลของวัตถุจะคงที่ โมเมนตัมมีค่าคงตัวแต่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวซึ่งเป็นกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายการชนในแบบต่าง ๆ และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนในแบบต่าง ๆ ได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

☐ 1. รักษาดี ศาสน์ กษัตริย์

☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต

- ☒ 3. มีวินัย
- ☒ 4. ใฝ่เรียนรู้
- ☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง
- ☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน
- ☐ 7. รักความเป็นไทย
- ☐ 8. มีจิตสาธารณะ
- ☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

- ☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)
- ☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)
- ☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)
- ☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้นำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้ศึกษาและเรียนรู้ไปก่อนหน้านี้ว่ายังมีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจบ้าง เป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันระหว่างครูกับนักเรียน
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
3. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 63 ว่า “การเคลื่อนที่ของจรวดและการระเบิดเกี่ยวข้องกันอย่างไร” และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่า หรือครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล
(แนวตอบ: การระเบิดเป็นเหตุการณ์ตรงข้ามกับการชน กล่าวคือ วัตถุเคลื่อนที่แยกออกจากกัน สำหรับการเคลื่อนที่ของจรวดเกี่ยวข้องกับการระเบิด คือ เมื่อจรวดขับเชื้อเพลิงหรือแก๊สร้อนออกมาจะทำให้เกิดแรงผลักดันให้จรวดเคลื่อนที่ไปอีกทางหนึ่ง ขณะที่แก๊สร้อนที่ถูกปล่อยออกมาเคลื่อนที่ไปอีกทางหนึ่งในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางของจรวด)
4. ครูชักชวนนักเรียนพูดคุยเชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน โดยตั้งคำถามว่า “นักเรียนคิดว่าการชนคืออะไร และมีกี่แบบ” แล้วให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามอย่างอิสระโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)
5. ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่า ในเรื่องของการชนหัวข้อที่จะได้ศึกษากัน ได้แก่ การชนในหนึ่งมิติ กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การชนในสองมิติ และการระเบิด

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาความหมายของการชน และการชนในหนึ่งมิติ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 63
2. ครูชักชวนพูดคุยซักถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายผลการศึกษา เป็นการตรวจสอบความเข้าใจเบื้องต้น
3. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากสื่อดิจิทัล โดยนำสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตขึ้นมา แล้วเปิดแอปพลิเคชันไลน์ (Line) จากนั้นนำไปสแกน QR Code เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 63 เพื่อเป็นการให้นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง

สำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)

4. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหา เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 63-65 แล้วให้เขียนสรุปตามความเข้าใจของตนเองลงในสมุดประจำตัว
5. ครูสุ่มเรียกนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน แล้วถามคำถามเกี่ยวกับการชนในหนึ่งมิติ เช่น
 - 1) การชนในหนึ่งมิติ คืออะไร

(แนวตอบ: การชนกันของวัตถุที่มีแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งก่อนชนและหลังชนอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน หรืออาจกล่าวว่า การที่วัตถุชนกันโดยที่จุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าชนผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน)

2) การชนแบบยืดหยุ่นมีลักษณะอย่างไร

(แนวตอบ: การชนแบบยืดหยุ่นคือการชนกันของวัตถุที่มีแรงภายนอกมีค่าเป็นศูนย์มากระทำ ไม่สูญเสียพลังงาน เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและพลังงานจลน์)

3) การชนแบบไม่ยืดหยุ่นมีลักษณะอย่างไร

(แนวตอบ: การชนแบบไม่ยืดหยุ่น คือ การชนกันของวัตถุที่มีแรงภายนอกมากระทำโดยมีค่าเป็นมากกว่าแรงผลของวัตถุ สูญเสียพลังงานหรือพลังงานเปลี่ยนรูป เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม แต่ไม่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานจลน์)

4) การชนแบบไม่ยืดหยุ่นอย่างสมบูรณ์มีลักษณะอย่างไร

(แนวตอบ: การชนแบบไม่ยืดหยุ่นอย่างสมบูรณ์ คือ การชนกันของวัตถุที่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ไปมากที่สุด ภายหลังการชนวัตถุจะเคลื่อนที่ติดกันไป เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม แต่ไม่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานจลน์)

6. ครูร่วมสรุปและยกตัวอย่างเกี่ยวกับ เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ รวมถึงการแบ่งการชนกันของวัตถุได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะถ่ายโอนพลังงานจลน์ ดังนี้

1) การชนแบบยืดหยุ่น

2) การชนแบบไม่ยืดหยุ่น

7. ครูเน้นถึงการคำนวณหาพลังงานจลน์ที่สูญเสียไปจากการชน ตามสมการ จากหนังสือเรียน หน้า 65

8. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง การชนแบบยืดหยุ่น และการชนแบบไม่ยืดหยุ่น ให้นักเรียนดูควบคู่ไปกับการสรุปเนื้อหาจากหนังสือเรียน

สำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)

8. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน และให้นักเรียนศึกษาวิธีการทำกิจกรรมการชนกันของวัตถุในแนวเส้นตรง จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 66-67

9. ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารับอุปกรณ์กลับไปทีกลุ่มตนเอง แล้วให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอน แล้วบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง กิจกรรมการชนกันของวัตถุในแนวเส้นตรง จากใบงานที่ 3.5 เรื่อง กิจกรรมการชนกันของวัตถุในแนวเส้นตรง โดยครูสังเกตการณ์และคอยให้คำปรึกษา

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

10. ครูเน้นย้ำให้นักเรียน ตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ หลังจากการทำกิจกรรม ในแบบบันทึกกิจกรรม

1) หลังการชนของรถทดลองในตอนที่ 1 และตอนที่ 2 การเคลื่อนที่ของรถทดลองทั้งสองเป็นอย่างไร

(แนวตอบ: ในตอนที่ 1 เมื่อรถทดลองคันที่ 2 เข้าชนกับรถทดลองคันที่ 1 รถทดลองคันที่ 2 จะหยุดนิ่ง ส่วนรถทดลองคันที่ 1 จะเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงเดียวกับแนวการเคลื่อนที่ของรถทดลองคันที่ 2 ด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วของรถทดลองคันที่ 2 ส่วนตอนที่ 2 รถทดลองคันที่

2 ที่วิ่งเข้าชนจะเคลื่อนที่ติดกันไปกับรถทดลองคันที่ 1 ที่ถูกชนไปในแนวเส้นตรงเดียวกับรถทดลองคันที่เข้าชน โดยมีความเร็วลดลง)

- 2) เมื่อเพิ่มมวลของรถทดลองคันที่ 2 ทั้ง 2 กรณี การเคลื่อนที่ของรถทดลองเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่อย่างไร

(แนวตอบ: ในกรณีการชนแบบยืดหยุ่นเมื่อรถทดลองมีมวลเพิ่มขึ้น ทำให้เมื่อออกแรงผลักที่เท่ากัน รถทดลองจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วก่อนการชนที่น้อยลง แต่ในทางกลับกันเมื่อรถทดลองมีมวลเพิ่มขึ้นความเร็วหลังการชนก็จะมากขึ้นตามไปด้วยในทุกกรณี)

- 3) ผลรวมของโมเมนตัมและพลังงานจลน์ก่อนชนและหลังชนในทั้ง 2 กรณีมีค่าอย่างไร

(แนวตอบ: ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนมีค่าเท่ากันในทุกกรณี และผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนและผลรวมของพลังงานจลน์หลังการชน กรณีการชนแบบยืดหยุ่นจะมีค่าเท่ากัน ส่วนกรณีการชนแบบไม่ยืดหยุ่น ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนจะมีค่ามากกว่าผลรวมของพลังงานจลน์หลังการชน)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. หลังการทำกิจกรรมครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่ม ออกมาอภิปรายถึงผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม
2. ครูและนักเรียนร่วมกันลงข้อสรุปผลการทำกิจกรรม การชนกันของวัตถุในแนวเส้นตรง
3. ครูแนะนำให้ความรู้เพิ่มเติมถึงผลจากการทำกิจกรรมว่า ในกิจกรรมทั้ง 2 ตอน ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและผลรวมของโมเมนตัมหลังการชน อาจมีค่าไม่เท่ากันแต่ใกล้เคียงกัน อาจมีสาเหตุมาจากการเลือกช่วงที่จะหาความเร็วก่อนการชนและหลังการชนผิดพลาดไป จากกิจกรรมจะหาความเร็วตรงจุดที่เกิดการชนโดยตรงไม่ได้ จะต้องหาความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลาสั้น ๆ ทั้งก่อนและหลังการชนแทน จึงจะได้ว่าความเร็วเฉลี่ยที่หาได้มีค่าเท่ากับความเร็วตรงจุดที่เกิดการชน และสำหรับกิจกรรมตอนที่ 1 นั้นผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนและหลังการชนอาจไม่เท่ากันสาเหตุ คือ ความเร็วที่วัดได้ทั้งก่อนและหลังการชนผิดพลาดไป ซึ่งเกิดจากการเลือกช่วงจุดที่ใช้วัดความเร็วไม่ถูกต้อง และผลเกิดจากแรงเสียดทานระหว่างล้อรถทดลองกับพื้นด้วย
4. หลังจากลงข้อสรุปผลการทำกิจกรรมแล้วให้นักเรียนรวบรวมใบงานที่ 6 เรื่อง กิจกรรมการชนกันของวัตถุในแนวเส้นตรง ส่งคืนครู
5. ครูให้นักเรียนดูภาพ อุปกรณ์สาธิตโมเมนตัม แล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น หรือครูอาจสุ่มเรียกนักเรียนแล้วให้อธิบายหลักการทำงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ โมเมนตัมและการชน
6. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ อุปกรณ์สาธิตโมเมนตัม ว่า เมื่อดึงลูกหนึ่งซึ่งอยู่ด้านริมสุดขึ้น แล้วปล่อยให้เคลื่อนที่เข้าชนลูกอื่น ๆ พบว่า เฉพาะลูกสุดท้ายที่อยู่ด้านตรงข้ามจะดีดตัวออก เช่น ถ้าดึงขึ้น 2 ลูก เมื่อเข้าชนก็จะดีดออก 2 ลูก จึงกล่าวได้ว่า ในการชนของลูกกลมที่มีมวลเท่ากันทุกลูก เป็นการชนแบบยืดหยุ่น หลังการชนลูกที่เข้าชนจะถ่ายโอนโมเมนตัมทั้งหมดให้กับลูกที่ถูกชน ลูกที่เข้าชนจะหยุดนิ่ง ลูกที่ถูกชนจะถ่ายโอนโมเมนตัมทั้งหมดให้กับลูกที่อยู่ถัดไป จนกระทั่งถึงลูกสุดท้ายจึงกระเด็นออกไป



▲ อุปกรณ์สาธิตโมเมนตัม

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่อยู่ข้าง ๆ แล้วเป่าอึ่งดูกัน จากนั้นครูให้นักเรียนแยกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่ชนะ และกลุ่มที่แพ้
2. ครูให้สมาชิกกลุ่มที่ชนะนับเลข 1-4 และสมาชิกกลุ่มที่แพ้นับเลข 5-8 จากนั้นให้นักเรียนที่นับเลขเดียวกันแยกออกไปอยู่กลุ่มเดียวกัน
3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษา เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 68-69
4. นักเรียนร่วมกันพูดคุยสรุปผลการศึกษากายในกลุ่ม
5. ครูให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่ออภิปรายผลการศึกษา โดยครูและนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันถามคำถามที่สงสัย เช่น
 - 1) กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมคืออะไร
(แนวตอบ: กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (law of conservation of momentum) คือ วัตถุจะมีโมเมนตัมคงที่ทั้งขนาดและทิศทางตลอดการเคลื่อนที่ หรือถ้าไม่มีแรงภายนอกกระทำต่อระบบแล้ว โมเมนตัมของระบบจะมีค่าคงตัว ซึ่งหมายความว่า ผลรวมโมเมนตัมก่อนการชนของระบบ เท่ากับผลรวมโมเมนตัมหลังการชนของระบบ)
 - 2) สมการที่เกี่ยวข้องกับกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมคือสมการใด
(แนวตอบ: $\vec{p}_{iA} + \vec{p}_{iB} = \vec{p}_{fA} + \vec{p}_{fB}$)

สำรวจค้นหา (Explore) (ต่อ)

6. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ต เช่น ศึกษาเพิ่มเติมจาก YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=aOSmi0jbWXU>)
7. ครูมอบหมายให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้หลังจากการศึกษาด้วยตนเอง โดยนักเรียนสามารถสร้างสรรค์รูปแบบการนำเสนอได้ด้วยตนเอง ลงในกระดาษ A4 พร้อมตกแต่งให้สวยงาม
8. ครูกำหนดให้นักเรียนรวบรวมผลงานที่ครูมอบหมายไป ส่งคืนครูท้ายชั่วโมง

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูเน้นย้ำกับนักเรียนเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม โดยอธิบายความรู้เพิ่มเติมในกรอบ Physics Focus จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 69
2. ครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาตัวอย่างที่ 6.12 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 70 ไปพร้อม ๆ กัน โดยครูจะอธิบายการแก้โจทย์ปัญหาและสังเกตการณ์ขณะที่นักเรียนแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์
3. ครูอธิบายลงข้อสรุปร่วมกับนักเรียน โดยครูเปิด PowerPoint เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ควบคู่ไปกับการสรุปเนื้อหาจากหนังสือเรียน
4. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 4.1 เรื่อง การชน จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เป็นการบ้าน แล้วนำมาส่งครูต้นชั่วโมงถัดไป
5. ครูให้นักเรียนรวบรวมผลงานการสรุปความรู้ลงในกระดาษ A4 ส่งครู เพื่อครูจะนำกลับไปตรวจและให้คะแนนเป็นรายบุคคล

6. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit Questions 3 เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 86-91 ลงในสมุดประจำตัว เป็นการบ้าน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนนำแบบฝึกหัดที่ครูมอบหมายให้เป็นการบ้านมาส่ง โดยครูจะตรวจทีละคน เพื่อตรวจสอบความรับผิดชอบของนักเรียนแต่ละคน
2. ครูชวนนักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับ เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เพิ่มเติมก่อนที่จะศึกษาในหัวข้อนี้ต่อไป
3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาตัวอย่างที่ 6.13-6.14 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 71-72 ด้วยตนเอง แล้วเขียนบันทึกแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์จากตัวอย่างลงในสมุดประจำตัว
4. ครูสุ่มนักเรียนถามถึงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหารวมถึงการแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ โดยสุ่มถามนักเรียนหลาย ๆ คน ว่าใครมีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป หรือได้ผลลัพธ์ที่ไม่เหมือนกันบ้าง
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายถึงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตัวอย่างที่ 6.13-6.14 โดยครูแสดงวิธีการคำนวณลงบนกระดานหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนตรวจสอบสิ่งที่ตนเองได้ทำลงไปว่าถูกต้องหรือไม่
6. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ แล้วช่วยกันศึกษาตัวอย่างที่ 6.15 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 73 โดยจดบันทึกและแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ลงในสมุดประจำตัว
7. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน 3 คู่ เพื่อแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์จากตัวอย่างที่ได้ศึกษามาแล้ว โดยครูคอยสังเกตการณ์ และอธิบายเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา
8. ครูให้นักเรียนรวบรวมสมุดประจำตัวที่ได้มีการจดบันทึกและแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์จากการศึกษาตัวอย่าง แล้วให้ตัวแทนนักเรียนถือไปส่งที่โต๊ะในห้องพักครู

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้ศึกษามาแล้ว เพื่อเป็นการอธิบายความรู้เพิ่มเติม
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit Questions 3 เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 86-91 ลงในสมุดประจำตัว เป็นการบ้าน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูพูดคุยกับนักเรียนทบทวนความรู้ เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ เพื่อเชื่อมโยงถึงเนื้อหาที่จะได้ศึกษากันต่อไปในชั่วโมงนี้ พร้อมกับให้ตัวแทนนักเรียนไปเอาสมุดประจำตัวที่ห้องพักครูมาแจกเพื่อน ๆ
2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนศึกษา เรื่อง การชนในสองมิติ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 74 และให้บันทึกผลการศึกษาลงในสมุดประจำตัว
3. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน อภิปรายผลการศึกษา เรื่อง การชนในสองมิติ โดยครูสังเกตการณ์ และอธิบายในสิ่งที่ถูกต้อง
4. ครูถามคำถามกับนักเรียนเกี่ยวกับ เรื่อง การชนในสองมิติ เพื่อทดสอบความรู้หลังจากศึกษาด้วยตนเอง และฟังเพื่อนอภิปรายหน้าชั้นเรียน เช่น
 - 1) การชนในสองมิติคืออะไร

(แนวตอบ: การชนกันของวัตถุที่มีแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุก่อนชนและหลังชนทำมุมต่อกัน กล่าวคือ การที่วัตถุชนกันโดยที่ศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าชนไม่ผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน)

2) การชนในสองมิติมีเพียงการชนแบบยืดหยุ่น คำกล่าวนี้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร

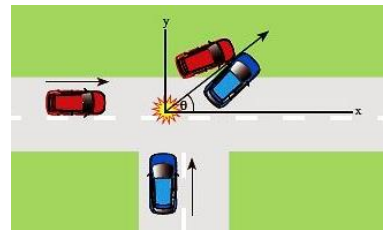
(แนวตอบ: ไม่ถูกต้อง เพราะการชนในสองมิติมีการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น)

3) จงยกตัวอย่าง การชนในสองมิติ

(แนวตอบ: รถยนต์ชนกันที่ทางแยก ลูกบิลเลียดชนกัน เป็นต้น)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายและลงข้อสรุปพร้อมกับนักเรียนเกี่ยวกับการชนในสองมิติ โดยครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากสื่อดิจิทัลควบคู่ไปพร้อม ๆ กัน โดยนำสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตขึ้นมา แล้วเปิดแอปพลิเคชันไลน์ (Line) จากนั้นนำไปสแกน QR Code เรื่อง การชนในสองมิติ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 74
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับการชนในสองมิติว่า การชนในสองมิติ คือ การชนกันของวัตถุที่มีแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุก่อนและหลังชนทำมุมต่อกัน กล่าวคือ การที่วัตถุชนกันโดยที่ศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าชนไม่ผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน เช่น รถยนต์ชนกันที่ทางแยก ดังภาพ และลูกบิลเลียดชนกัน เป็นต้น
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 4.2 เรื่อง การชน จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เป็นการบ้าน แล้วนำมาส่งครูชั่วโมงถัดไป



สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนตามเลขที่ กลุ่มละ 4-5 คน เช่น นักเรียนเลขที่ 1-5 อยู่กลุ่มเดียวกัน เป็นต้น
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาตัวอย่างที่ 6.16-6.19 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 75-78
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์จากตัวอย่างที่ได้ศึกษา ลงในกระดาษ A4 แบบมีเส้น โดยเขียนด้วยตัวบรรจงและสวยงาม เพื่อทำเป็นชิ้นงานนำเสนอครูเป็นคะแนนเก็บของตนเอง
4. ครูเก็บรวบรวมชิ้นงานของแต่ละกลุ่ม
5. ครูสุ่มนักเรียนตัวแทนบางกลุ่มออกมาแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์จากตัวอย่างที่ช่วยกันศึกษา ภายในกลุ่มบนกระดานหน้าชั้นเรียน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายและร่วมลงข้อสรุปเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาจากตัวอย่างที่นักเรียนได้ช่วยกันศึกษา เพื่อสร้างความเข้าใจของนักเรียนให้ไปในแนวทางเดียวกัน
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาใบงานที่ 3.6 และลงมือทำเป็นการบ้าน แล้วนำมาส่งครูในชั่วโมงถัดไป

3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit Questions 3 เรื่อง การชนในสองมิติ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 86-91 ลงในสมุดประจำตัว เป็นการบ้าน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูชวนนักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับการชน ด้วยประเด็นที่ว่า การระเบิดเกี่ยวข้องกับการชนอย่างไร โดยเว้นระยะเวลาให้นักเรียนคิด แล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นปากเปล่า โดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด เพื่อเป็นการเชื่อมโยงถึงเนื้อหา เรื่อง การระเบิดหรือการติดตัว ที่จะได้ศึกษาในลำดับถัดไป
2. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การระเบิด จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 79
3. ครูให้นักเรียนจดบันทึกความรู้ที่ได้ศึกษาด้วยตนเอง ลงในสมุดประจำตัว
4. ครูเน้นย้ำกับนักเรียนให้ศึกษา คำถามท้าทายการคิดขั้นสูง หรือ H.O.T.S. ที่ว่า ถ้านักเรียนเพิ่มความดันภายในลูกโป่ง จะส่งผลต่อโมเมนตัมของลูกโป่งอย่างไร พร้อมทั้งตอบคำถามนั้นลงไปในสมุดประจำตัวด้วย

(แนวตอบ: เมื่อลูกโป่งมีความดันภายในมากขึ้น เมื่อปล่อยให้ความดันหรือลมที่อยู่ภายในออกมาจากช่องที่เป่าลมเข้าไป ลูกโป่งจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่ลมออกมา คล้ายกับการเคลื่อนที่ของจรวด ดังนั้น เมื่อความดันภายในมาก ลูกโป่งก็จะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น กล่าวคือ ความเร็วในการเคลื่อนที่มาก ส่งผลให้โมเมนตัมมาก)

5. ครูสุ่มนักเรียนออกมาอภิปรายผลการศึกษาหน้าชั้นเรียน รวมถึงการตอบคำถามท้าทายการคิดขั้นสูงของแต่ละคน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง การระเบิด ให้นักเรียนดูพร้อมกับการอธิบายสรุปนิยามและหลักการที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง การระเบิด
2. ครูย้ำถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุไม่มีกระตุกสั่นหลัง ในกรอบ Physics Focus เป็นการยกตัวอย่างการเคลื่อนที่ของหมึก โดยหมึกจะใช้หลักการเช่นเดียวกับการติดตัวหรือการระเบิดในวิชาฟิสิกส์ที่นักเรียนกำลังศึกษาอยู่

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 6.20-6.23 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 80-81 โดยครูสังเกตการณ์ และคอยอธิบายเมื่อนักเรียนสงสัยหรือเกิดปัญหา
2. ครูกำหนดให้นักเรียนแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ลงในสมุดประจำตัว
3. ครูสุ่มนักเรียน 3 คน ให้ออกมาแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์จากตัวอย่างที่ 6.20 ตามวิธีที่ตนเองได้ทำมาบนกระดานหน้าชั้นเรียน จากนั้นครูสุ่มอีก 9 คน โดยแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ตัวอย่างละ 3 คน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายวิธีการและขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละข้อ และร่วมกันทำความเข้าใจไปพร้อม ๆ กับนักเรียน เพื่อสร้างความเข้าใจในแนวทางเดียวกัน หากคนไหนยังพลาดหรือหลุดไปบางประเด็น

2. ครูให้นักเรียนช่วยกันสืบค้น และศึกษาสถานการณ์หรือการเคลื่อนที่ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการระเบิด แล้วส่งตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit Questions 3 เรื่อง การระเบิด จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 86-91 ลงในสมุดประจำตัว

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบละความสามารถ (เก่ง-ค่อนข้างเก่ง-ปานกลาง-อ่อน) อยู่ในกลุ่มเดียวกัน กลุ่มละ 5-6 คน โดยครูเป็นผู้เลือกนักเรียนเข้ากลุ่ม
2. ครูให้นักเรียนศึกษาวิธีการทำกิจกรรม การติดตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวเส้นตรง จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 82-83
3. ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารับอุปกรณ์กลับไปทีกลุ่มตนเอง แล้วให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอน แล้วบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง กิจกรรมการติดตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวเส้นตรง จากใบงานที่ 3.6 เรื่อง กิจกรรมการติดตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวเส้นตรง โดยครูจะสังเกตการณ์ และคอยให้คำปรึกษา

(หมายเหตุ: ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

4. ครูเน้นย้ำให้นักเรียน ตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ หลังจากการทำกิจกรรม ในแบบบันทึกกิจกรรม จากใบงานที่ 3.6 เรื่อง กิจกรรมการติดตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวเส้นตรง

- 1) หลังตัดด้ายที่ผูกติดระหว่างรถทดลองคันที่ 1 กับรถทดลองคันที่ 2 แล้ว การเคลื่อนที่ของรถทดลองทั้งสองคันเป็นอย่างไร

(แนวตอบ: หลังตัดด้ายแล้วแผ่นเหล็กสปริงจะดีดตัวออก และถ่วงไอนพลังงานศักย์ยืดหยุ่นให้แก่รถทดลองทั้งสองคัน พลังงานศักย์ยืดหยุ่นจะเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานจลน์ ทำให้รถทดลองทั้งสองเคลื่อนที่แยกจากกัน)

- 2) หลังจากรถทดลองทั้งสองคันติดตัวแยกออกจากกัน ผลรวมของโมเมนตัมและผลรวมของพลังงานจลน์ของรถทดลองทั้งสองคันเป็นอย่างไร

(แนวตอบ: ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการติดตัวเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการติดตัว โดยมีค่าคงตัวเท่ากับศูนย์ ส่วนผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการติดตัวจะเท่ากับศูนย์ แต่ผลรวมของพลังงานจลน์หลังการติดตัวจะไม่เท่ากับศูนย์ เพราะรถทดลองทั้งสองคันเคลื่อนที่แยกจากกัน)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. หลังการทำกิจกรรมครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่ม ออกมาอภิปรายถึงผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม
2. ครูและนักเรียนร่วมกันลงข้อสรุปผลการทำกิจกรรม การติดตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวเส้นตรง ว่า การระเบิดหรือการติดตัวของวัตถุด้วยพลังงานภายในระบบ โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัว แต่พลังงานจลน์ของระบบมีค่าไม่คงตัว
3. ครูแนะนำให้ความรู้เพิ่มเติมถึงผลจากการทำกิจกรรมว่า ผลรวมของโมเมนตัมของรถทดลองภายหลังการชน อาจไม่เท่ากับศูนย์ มีสาเหตุมาจากการเลือกช่วงที่จะหาความเร็วก่อนการชนและหลังการชนผิดพลาดไป จากกิจกรรมจะหาความเร็วตรงจุดที่เกิดการชนโดยตรงไม่ได้ จะต้องหา

ความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลาสั้น ๆ ทั้งก่อนและหลังการชนแทน จึงจะได้ว่าความเร็วเฉลี่ยที่หาได้มีค่าเท่ากับความเร็วตรงจุดที่เกิดการชน

4. ครูยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่คล้ายกับกิจกรรม ได้แก่ การเคลื่อนที่ของปืนหลังการยิง การเคลื่อนที่ของลูกโป่งขณะปล่อยอากาศออก การเคลื่อนที่ของหมึก การเคลื่อนที่ของจรวด โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปรากฏการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งยกตัวอย่างการระเบิด เช่น การระเบิดของพลุ เป็นต้น
5. หลังจากลงข้อสรุปผลการทำกิจกรรมแล้วให้นักเรียนรวบรวมใบงานที่ 3.6 เรื่อง กิจกรรมการติดตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวเส้นตรง ส่งคืนครู
6. ครูมอบหมายให้นักเรียนตอบคำถามท้าทายการคิดขั้นสูง (H.O.T.S.) จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง การชน ให้นักเรียนดูเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง การชน ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และครูให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด Unit Question 6 จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 86-91 เรื่อง การชน ลงในสมุดประจำตัว
4. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง การชน ลงในกระดาษ A4
5. ครูอธิบายสรุปสาระสำคัญ จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 84-85 เรื่อง โมเมนตัมและการชน ให้นักเรียนฟังอีกครั้ง
6. ครูให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง โดยทำ Self Check จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 85 ลงในสมุดประจำตัว
7. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจหลังเรียนของนักเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 3.5 เรื่อง กิจกรรมการชนกันของวัตถุในแนวเส้นตรง
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 3.6 เรื่อง กิจกรรมการติดตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวเส้นตรง
4. ครูตรวจการทำแบบฝึกหัดจาก Unit question 6 เรื่อง การชน ในสมุดประจำตัว
5. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 4.1-4.2 จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
6. ครูตรวจสอบผลการทำคำถามท้าทายการคิดขั้นสูง (H.O.T.S.) จากแบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2
7. ครูตรวจสอบผลการตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง Self Check จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน้า 84 ในสมุดประจำตัว
8. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล และการทำงานกลุ่ม
9. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง การชน ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โมเมนตัมและการชน
- 2) หนังสือเรียน รายวิชาฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โมเมนตัมและการชน
- 3) PowerPoint เรื่อง โมเมนตัมและการชน
- 4) แบบฝึกหัดฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โมเมนตัมและการชน
- 5) ใบงานที่ 3.5 เรื่อง กิจกรรมการชนกันของวัตถุในแนวเส้นตรง
- 6) ใบงานที่ 3.6 เรื่อง กิจกรรมการตีตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวเส้นตรง

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ
- 4) เว็บไซต์ <https://www.youtube.com/watch?v=aQSMi0jbWXU>

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โมเมนตัมและการชน	ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
9.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) การชน	- ตรวจใบงานที่ 3.5 เรื่อง กิจกรรมการชนกันของวัตถุในแนวเส้นตรง - ตรวจใบงานที่ 3.6 เรื่อง กิจกรรมการตีตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวเส้นตรง	- ใบงานที่ 3.5 เรื่อง กิจกรรมการชนกันของวัตถุในแนวเส้นตรง - ใบงานที่ 3.6 เรื่อง กิจกรรมการตีตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวเส้นตรง	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 18

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

เวลา 6 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

การเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลาภายใต้สนามโน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วัตถุมีการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวตั้งและแนวนอนพร้อมกัน และเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำจึงมีความเร็วไม่คงตัว ปริมาณต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$v_y = u_y + a_y t$$

$$\Delta y = \left(\frac{u_y + v_y}{2} \right) t$$

$$\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$v_y^2 = u_y^2 + 2a_y \Delta y$$

ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวนอนไม่มีแรงกระทำจึงมีความเร็วคงตัว ตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา มีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$\Delta x = u_x t$$

2. ผลการเรียนรู้

- อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้

3. สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เป็นการเคลื่อนที่เป็นแนววิถีโค้งภายใต้แรงเนื่องจากสนามโน้มถ่วงของโลก ที่วัตถุเคลื่อนที่ในสองแนวพร้อม ๆ กัน คือการเคลื่อนที่ในแนวนอนและแนวตั้ง แรงที่กระทำต่อวัตถุมีทิศทางคงตัวตลอดเวลา โดยทำมุมใด ๆ กับทิศของความเร็ว

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายความหมาย ลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- ทำการทดลองหาแนวทางการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้
- เขียนกราฟระหว่างแนวทางการเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวตั้งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

- ☐ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- ☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต
- ☒ 3. มีวินัย
- ☒ 4. ใฝ่เรียนรู้
- ☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง
- ☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน
- ☐ 7. รักความเป็นไทย
- ☐ 8. มีจิตสาธารณะ
- ☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)

☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)

☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)

☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว

- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้นำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

- ครูตรวจสอบความพร้อมของนักเรียน โดยให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ แล้วแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยพูดคุยสนทนาประสบการณ์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ทั้งที่เป็นไปโดยธรรมชาติ และที่มนุษย์ทำให้เกิดขึ้น เช่น ไปไม่ไหว ลูกบาสบอลที่กำลังลอยเข้าห่วง สายน้ำที่พุ่งออกจากหัวฉีด รถเลี้ยวโค้งในถนนโค้ง การหมุนของพัดลม ล้อรถกำลังหมุน การเคลื่อนที่ของดาวเทียม เป็นต้น
 - ครูถามคำถามกระตุ้นนักเรียนจากภาพหน้าหน่วย โดยถามคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียน หน้า 146 ว่า การยิงธนูไปยังเป้า เป็นการลักษณะการเคลื่อนที่แบบใด (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยไม่เน้นถูกผิด)
- (แนวตอบ : เป็นลักษณะการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง หรือเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์)
- นักเรียนช่วยกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นคำตอบจากคำถาม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การจัดการเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูถามคำถาม Prior Knowledge ว่า ลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกบาสเกตบอลที่ถูกโยนลงห่วงเป็นอย่างไร โดยครูให้นักเรียนดูภาพการเคลื่อนที่ของลูกบาสเกตบอล ในหนังสือเรียน หน้า 147
- (แนวตอบ : การเคลื่อนที่ของวัตถุในลักษณะเป็นแนวโค้ง หรือแบบโพรเจกไทล์)
- ครูถามนักเรียนด้วยคำถามต่อไปนี้
 - เหตุใดเมื่อโยนลูกบาสเกตบอลออกไปแล้วลูกจึงโค้งตกลงมาเสมอ

(แนวตอบ : มีแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำ)

 - วัตถุที่มีลักษณะการเคลื่อนที่เช่นเดียวกับลูกบาสเกตบอลมีอะไรอีกบ้าง

(แนวตอบ : การร่อนน้ำตื้นไม้ การโยนวัตถุในแนวโค้ง และการเล่นกีฬาหลายชนิด เช่น วอลเลย์บอล ฟุตบอล เทนนิส แฮร์บอล ฯลฯ)

3. ครูตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน โดยให้ทำใบงานที่ 4.1 เรื่อง ทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเคลื่อนที่
4. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงาน เพื่อเป็นการทบทวนความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ แล้วจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้ให้เห็นว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ คือ การเคลื่อนที่ของวัตถุในลักษณะเป็นแนวโค้งพาราโบลาตัวอย่าง เช่น การเคลื่อนที่ของลูกธนู การเคลื่อนที่ของลูกบาสเกตบอล เป็นต้น โดยเป็นการเคลื่อนที่ในลักษณะ 2 มิติ คือเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่งพร้อมกันและในเวลาที่เท่ากัน โดยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ในขณะที่การเคลื่อนที่ในแนวระดับไม่มีความเร่ง
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สอบถามในส่วนที่มีข้อสงสัยเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในเบื้องต้น

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูนำนักเรียนอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ดังนี้
 - การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ คือ การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นแนวโค้งพาราโบลา
 - การเคลื่อนที่สองแนวตั้งฉากกันและเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ การเคลื่อนที่ในแนวระดับและการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง
 - กิจกรรมหลายอย่างที่เห็นในชีวิตประจำวัน เช่น การโยนผลไม้ของชาวสวน การโยนและรับถังปูนของช่างก่อสร้าง และการเล่นกีฬาหลายชนิด เช่น วอลเลย์บอล ฟุตบอล เทนนิส แฮร์บอล หรือกิจกรรมที่ต้องมีการโยนหรือขว้างวัตถุ
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อเป็นความรู้นำไปสู่การศึกษาเกี่ยวกับเงื่อนไขของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
3. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำถามจาก Unit Question 4 และทำแบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2. ครูให้นักเรียนพิจารณาภาพแสดงลูกบอลที่ตกในแนวระดับและในแนวดิ่ง ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน หน้า 148
3. ครูตั้งคำถาม ดังต่อไปนี้
 - การเคลื่อนที่ของลูกบอลในแนวระดับและในแนวดิ่งมีปริมาณใดใช้ร่วมกัน (เวลา)
 - การกระจัดในแนวระดับและในแนวดิ่ง แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (ลูกบอลที่ปล่อยในแนวดิ่งจะมีการกระจัดในแนวดิ่งเพียงแนวเดียว ลูกบอลที่ถูกขว้างออกไปจะมีการกระจัดทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับ)

- ลูกบอลทั้งสองกรณี ถ้าไม่คำนึงถึงแรงต้านอากาศจะมีความเร่งในแนวตั้งเท่ากันหรือไม่ อย่างไร (ลูกบอลทั้งสอง มีความเร่งในแนวตั้งเท่ากันนั่นคือ g)

4. แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับเงื่อนไขของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนสืบค้นข้อมูลเพื่อหาคำตอบจากรายละเอียดในหนังสือเรียน หน้า 148 เพื่อสรุปเป็นความเข้าใจของตนเอง
2. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า การศึกษาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยการปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระพร้อมกับการขว้างวัตถุออกไปในแนวระดับจากจุดเดียวกัน ซึ่งอยู่สูงจากพื้นระยะหนึ่ง แล้วบันทึกภาพอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่เริ่มเคลื่อนที่ ดังภาพประกอบลูกบอลสีแดงและสีเหลือง หน้า 148
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของลูกบอล

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของลูกบอลทั้งสองกรณี ดังนี้
 - ลูกบอลทั้งสองมีการกระจัดในแนวตั้งเท่ากัน เพราะตกถึงพื้นพร้อมกัน ในช่วงเวลาเดียวกัน
 - ลูกบอลที่ปล่อยในแนวตั้งจะมีการกระจัดในแนวตั้งเพียงแนวเดียว ลูกบอลที่ถูกขว้างออกไปจะมีการกระจัดทั้งในแนวตั้งและแนวระดับ
 - ลูกบอลทั้งสอง มีความเร่งในแนวตั้งเท่ากันนั่นคือ g
 - ลูกบอลที่ตกในแนวตั้งเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ลูกบอลที่ถูกขว้างเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งในระนาบตั้งแบบพาราโบลา เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง เงื่อนไขของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อเป็นความรู้นำไปสู่การศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างของการเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวตั้งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากกรอบ Physics Focus เรื่อง พาราโบลา
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น
3. ครูให้นักเรียนตอบคำถามจาก Unit Question 4 และทำแบบฝึกหัด เรื่อง เงื่อนไขของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับเงื่อนไขของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2. ครูเน้นให้นักเรียนทราบว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เป็นการเคลื่อนที่แนวพาราโบลาในแนวระดับและแนวตั้ง โดยการเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ในขณะที่การเคลื่อนที่ในแนวระดับไม่มีความเร่ง

3. ครูถามคำถามกระตุ้นกับนักเรียนว่า การเคลื่อนที่ในแนวระดับและในแนวตั้งของการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ มีความแตกต่างกันอย่างไร

(แนวตอบ : การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์มีความเร็วเริ่มต้นในแนวระดับไม่เป็นศูนย์ และความเร็วต้นในแนวตั้งเป็นศูนย์)

4. แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างกันของการเคลื่อนที่ในแนวระดับและในแนวตั้งของการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้ศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างของการเคลื่อนที่ในแนวระดับและในแนวตั้งของการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ หน้า 149-150
2. ครูถามคำถาม H.O.T.S. กับนักเรียนว่า เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นถึงจุดบนสุดของแนววิถี ความเร็วของวัตถุทั้งในแนวระดับและแนวตั้งจะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นจุดสูงสุดของการเคลื่อนที่ ความเร็วของวัตถุจะเท่ากับความเร็วของแนวระดับ เพราะของแนวตั้งเท่ากับศูนย์)

3. นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูล จากหนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต หรือจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น ห้องสมุด

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมาอภิปรายร่วมกับครูเกี่ยวกับความแตกต่างของการเคลื่อนที่ในแนวระดับและในแนวตั้งของการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมดังนี้

- กรณีการเคลื่อนที่ในแนวระดับ วัตถุเคลื่อนที่อยู่ในอากาศจะมีแรงดึงดูดของโลก mg กระทำเพียงแรงเดียวเท่านั้นโดยในแนวระดับ แรงกระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ ($\Sigma F_x = 0$) ซึ่งจากกฎข้อที่สองของนิวตัน เมื่อ $\Sigma F_x = 0$ จะได้การกระจัดในแนวระดับเป็น $\Delta x = u_x t$
- กรณีการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง วัตถุเคลื่อนที่อยู่ในอากาศจะมีแรงดึงดูดของโลก mg กระทำเพียงแรงเดียว ความเร่งของวัตถุในแนวตั้ง คือ ความเร่งโน้มถ่วง โดยนักเรียนสามารถหาความเร็วในแนวตั้ง และการกระจัดในแนวตั้งได้จากสมการ ดังนี้

$$v_y = u_y + a_y t$$

$$\Delta y = \left(\frac{u_y + v_y}{2} \right) t$$

$$\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$v_y^2 = u_y^2 + 2a_y \Delta y$$

- เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นไปในอากาศ ความเร็วในแนวตั้งจะมีขนาดลดลง ซึ่งจะขนาดความเร็ว

ลัพธ์ได้จากสมการ $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

3. ครูยกตัวอย่างที่ 4.1-4.2 จากหนังสือเรียน หน้า 151-152 เพื่อเสริมความเข้าใจในการใช้สมการที่ใช้คำนวณที่เรียนมา

4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวระดับและในแนวตั้งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น
5. ครูให้นักเรียนตอบคำถามจาก Unit Question 4

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูนำอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนวระดับและในแนวตั้งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยอภิปรายร่วมกับนักเรียน ดังนี้
 - การเคลื่อนที่ในแนวระดับ ความเร็วคงตัว ความเร่งเท่ากับศูนย์
 - การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง ความเร็วไม่คงตัว ความเร่งคงตัวเท่ากับ g
 - ที่จุดสูงสุดของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วหรือความเร็ว จะเท่ากับอัตราเร็วหรือความเร็วของแนวระดับ เพราะของแนวตั้งเท่ากับศูนย์
2. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำถามจาก Unit Question 4

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่อง สมการการเคลื่อนที่ในแนวระดับและในแนวตั้งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูถามคำถาม ดังนี้
 - นักเรียนสามารถคำนวณระยะทางสูงสุดที่วัตถุขึ้นไปได้ตามแนวระนาบได้อย่างไร
 - นักเรียนสามารถคำนวณระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในแนวระดับจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้ายของวัตถุได้อย่างไร
3. ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่มีแนววิถีเป็นแบบพาราโบลาว่า

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการนำวิธีการทางคณิตศาสตร์มาพิสูจน์ให้เห็นว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีแนววิถีเป็นรูปพาราโบลาว่า
2. ครูแนะนำให้นักเรียนเริ่มต้นจากสมการ $\Delta x = u_x t$ และ $\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$ จนสามารถได้สมการ
$$H = \frac{u_y^2}{2g} = \frac{u^2 \sin^2 \theta_0}{2g}$$
 เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดโดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์
3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดการพิสูจน์สมการการเคลื่อนที่จากหนังสือเรียน หน้า 153-154 หรือจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด เป็นต้น
4. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาวิเคราะห์และเรียบเรียงเนื้อหาเพื่อใช้สำหรับการนำเสนอโดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม จากนั้นอธิบายซักถามกันภายในกลุ่มจนเข้าใจตรงกัน (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม)
5. นักเรียนนำข้อมูลเกี่ยวกับการพิสูจน์สมการ มาวิเคราะห์และนำเสนอหน้าชั้นเรียน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนจากกลุ่มต่าง ๆ ประมาณ 1-2 กลุ่ม จากนั้นร่วมกันอภิปรายสรุปจนเป็นที่เข้าใจตรงกัน
2. ครูนำนักเรียนอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการพิสูจน์สมการสำหรับการหาความสูงที่ขึ้นไปได้สูงสุด
3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการพิสูจน์สมการ ดังนี้

ที่ตำแหน่งสูงสุดความเร็วตามแนวตั้งจะเป็นศูนย์ แต่ความเร็วของวัตถุไม่จำเป็นต้องเป็นศูนย์ เพราะมีความเร็วตามแนวนอน $v_x = u \cos \theta$ วัตถุมีความเร็วในแนวตั้งลดลงจาก $u \sin \theta$ เป็นศูนย์ ที่จุดสูงสุดด้วยอัตรา g จะได้เวลาที่ใช้ขึ้นไปจนถึงตำแหน่งสูงสุด คือ $\frac{u \sin \theta}{g}$

จากสมการของการกระจัดในแนวราบและแนวตั้ง จะได้ว่าในช่วงเวลานี้ วัตถุมีการกระจัดตามแนวตั้งเท่ากับ $\frac{1}{2}(u \sin \theta + 0) \left(\frac{u \sin \theta}{g} \right) = \frac{u^2 \sin^2 \theta}{2g}$ ซึ่งจะเป็นระยะทางสูงสุดสูงในแนวตั้ง

4. ครูถามนักเรียนต่อว่า นักเรียนสามารถหาระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ตามแนวระดับได้อย่างไร (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

5. ครูอธิบายว่า เมื่อวัตถุตกกลับลงมาที่ความสูงเดิมตอนต้น การกระจัดตามแนวตั้งมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้น ถ้า Δt เป็นเวลาทั้งหมดที่วัตถุเคลื่อนที่ตั้งแต่เริ่มต้นจนกลับมาที่สูงเดิม

$$\text{จะได้ } \Delta y = u_y \Delta t + \frac{1}{2} a_y \Delta t^2$$

$$\text{ดังนั้น } 0 = u \sin \theta \Delta t + \frac{1}{2} (-g) \Delta t^2 \text{ หรือ } \Delta t = \frac{2u \sin \theta}{g}$$

6. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า เวลาที่เคลื่อนที่ขึ้นไปแล้วกลับมาที่ความสูงเดิมเป็นสองเท่าของเวลาที่วัตถุขึ้นไปถึงจุดสูงสุด ดังนั้น เวลาจากจุดสูงสุดกลับมาที่พื้นนานเท่ากับเวลาขึ้นไปถึงจุดสูงสุด ในระหว่างเวลา $\Delta t = \frac{2u \sin \theta}{g}$ วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วตามแนวนอนคงตัว $u \cos \theta$ จะได้ระยะตามแนวนอนที่เคลื่อนที่ไปได้เท่ากับ $u \cos \theta \times \Delta t = \frac{2u^2 \sin \theta \cos \theta}{g} = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งในแนวตั้งและแนวระดับของวัตถุที่ทำมุม θ ต่าง ๆ กับแนวระดับ
2. จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณจากโจทย์ปัญหา พร้อมทั้งให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือเรียน หน้า 156-157 ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ครูให้นักเรียนทุกคนทำความเข้าใจโจทย์ตัวอย่าง
 - ขั้นที่ 2 ครูถามนักเรียนว่า สิ่งที่โจทย์ต้องการถามหาคืออะไร และจะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างไร
 - ขั้นที่ 3 ครูให้นักเรียนดูวิธีทำในการคำนวณหาคำตอบ
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบของโจทย์ตัวอย่างว่าถูกต้อง หรือไม่
3. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำถามจาก Unit Question 4

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ดังนี้
 - การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีแนวโค้งเป็นรูปพาราโบลา
 - การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีการเคลื่อนที่ทั้งในแนวตั้ง และแนวระดับพร้อม ๆ กัน

2. ครูถามคำถามก่อนทำกิจกรรมการทดลอง เพื่อเป็นการกระตุ้นนักเรียน ดังนี้
 - การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร
 - ความสัมพันธ์ของปริมาณการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ซึ่งครูอาจใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีสมาชิกกลุ่ม 4-5 คน มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน คือ เก่ง 1 คน: ปานกลาง 2-3 คน: อ่อน 1 คน พร้อมทั้งเลือกประธานกลุ่ม รองประธานกลุ่ม เลขานุการกลุ่ม และสมาชิกกลุ่ม โดยมีหน้าที่ ดังนี้
 - ประธานกลุ่ม มีหน้าที่ควบคุมการทำกิจกรรมการทดลอง
 - รองประธานกลุ่ม มีหน้าที่ วางแผนในการทำกิจกรรมทดลอง
 - เลขานุการกลุ่ม มีหน้าที่ อำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรมการทดลอง
 - สมาชิกกลุ่ม มีหน้าที่ นำเสนอผลการทำกิจกรรม
 - สมาชิกกลุ่ม มีหน้าที่ รวบรวมองค์ความรู้และผลงานกลุ่ม
2. ครูชี้แจงจุดประสงค์การทดลองให้นักเรียนทราบ ดังนี้
 - เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
 - เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการจัดในแนวระดับและการจัดแนวดิ่ง
3. ครูให้สมาชิกภายในกลุ่มเปิดการระดมความคิดระบุปัญหาของกิจกรรมการทดลอง ให้หน้าที่ประธานเปิดการระดมความคิดระบุปัญหาของกิจกรรมตอนที่ 1 พร้อมทั้งสมมติฐานและกำหนดตัวแปรให้ชัดเจน และให้เลขานุการกลุ่มจัดการความรู้รวบรวมแล้วบันทึกผล
4. ครูให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทดลอง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามขั้นตอนและรายละเอียดในหนังสือเรียน หน้า 158-159
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม)
5. ครูอาจถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ด้วยตัวอย่างคำถามต่อไปนี้
 - เหตุใดจึงต้องปล่อยลูกโลหะกลมจากตำแหน่งเดียวกันทุกครั้งที่ทำทดลอง
 - ขณะทดลองแผ่นเป้าควรอยู่กับที่หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - แนวการเคลื่อนที่ของลูกโลหะกลมจากกระดานกราฟบนแป้นไม้หรือเมื่อนำค่าการจัดในแนวระดับและการจัดในแนวดิ่งมาเขียนกราฟจะมีลักษณะใด
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์สรุปผลการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายการทดลองตามแนวคำถามท้ายการทดลอง และสรุปผลการเรียนรู้จากการทดลอง

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูให้สมาชิกแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง และสรุปร่วมกัน
2. ครูและนักเรียนจะสรุปผลการทดลองร่วมกันว่า การเคลื่อนที่ของลูกโลหะกลมที่เคลื่อนที่ในแนวโค้งแบบโพรเจกไทล์ มีแนวการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งพาราโบลา โดยลูกโลหะกลมจะมีทั้งการจัดในแนวระดับและแนวดิ่งพร้อมกัน

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในชีวิตประจำวัน เช่น ด้านการกีฬา การทุ่มน้ำหนัก การพุ่งแหลน การชวตลูกบาสเกตบอล เป็นต้น
2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้สื่อ power point และสื่อ animation
3. ครูให้นักเรียนสรุปเป็นแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
4. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำถามจาก Unit Question 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
5. ครูให้นักเรียนตั้งคำถามที่นักเรียนอยากรู้เพิ่มเติม หรือร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ครูประเมินผล โดยการสังเกตการตอบคำถาม การร่วมกันทำผลงาน และจากการนำเสนอผลงาน
3. ครูสังเกตความสนใจ ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ของนักเรียน
4. ครูตรวจใบงานที่ 4.1 เรื่อง ทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเคลื่อนที่
4. ครูตรวจจากใบงานที่ 4.2 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
5. ครูตรวจการทำแบบฝึกหัดจาก Unit Question 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
6. ครูตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
7. ครูประเมินผลงานจากแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 1
- 2) ใบงานที่ 4.1 เรื่อง ทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเคลื่อนที่
- 3) ใบงานที่ 4.2 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
- 4) PowerPoint เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง	ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
9.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	- ตรวจใบงานที่ 4.1-4.2	- ใบงานที่ 4.1-4.2	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาฟิสิกส์ 2 ว31202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 19

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม

เวลา 6 คาบ

ครูผู้สอน นายธนรัฐ ทศเกตุ

โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา

1. สาระการเรียนรู้

วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม เรียกว่า วัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมีแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลางที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการเคลื่อนที่และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ ซึ่งแรงสู่ศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

นอกจากนี้การเคลื่อนที่แบบวงกลมยังสามารถอธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ $v = \omega r$ และแรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุมตามสมการ

$$F_c = m\omega^2 r$$

2. ผลการเรียนรู้

- ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียมได้

3. สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่ของวัตถุจะมีลักษณะเป็นแนวตรง หรือแนวโค้ง ขึ้นอยู่กับทิศของแรงที่มากระทำกับทิศของการเคลื่อนที่ โดยทิศของแรงอยู่ในแนวเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นแนวตรง ทิศของแรงทำมุมใด ๆ กับทิศการเคลื่อนที่ตลอดเวลา วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง ส่วนการเคลื่อนที่แบบวงกลมนั้นแรงจะทามุมตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ตลอดเวลาการเคลื่อนที่ และแรงที่กระทำจะมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางเรียกแรงนี้ว่า แรงสู่ศูนย์กลาง

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้(K)

- อธิบายความหมาย ลักษณะของการเคลื่อนที่แบบวงกลมได้

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

- ทำการทดลอง และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีวงกลม อัตราเร็วของการเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้

- มีทักษะการคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมได้

- ยกตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบวงกลมไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

- ☐ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- ☐ 2. ซื่อสัตย์สุจริต
- ☒ 3. มีวินัย
- ☒ 4. ใฝ่เรียนรู้
- ☐ 5. อยู่อย่างพอเพียง
- ☒ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน
- ☐ 7. รักความเป็นไทย
- ☐ 8. มีจิตสาธารณะ
- ☐ 9. อื่น ๆ ระบุ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ 1. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ 2. ความสามารถในการคิด
- ☒ 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 (ใช้เฉพาะแกนหลัก 4Cs)

☒ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)

☐ ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)

☐ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership)

☐ ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information, and Media Literacy)

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ

- ☐ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
- ☒ การริเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นของตัวเอง
- ☐ ทักษะสังคม และสังคมข้ามวัฒนธรรม
- ☐ การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้
- ☒ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21

- ☐ คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
- ☒ คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การชี้นำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
- ☐ คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ เคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ สำนึกพลเมือง

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. นักเรียนและครูร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับ เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เชื่อมโยงเนื้อหาโดยนักเรียนร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่ในลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม ลองยกตัวอย่าง (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด) เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานนำไปสู่การศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม
 2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยพูดคุยสนทนาประสบการณ์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่หลายอย่างรอบตัวเรา เช่น รถยนต์หรือรถจักรยานยนต์กำลังเลี้ยวโค้ง การเคลื่อนที่ของรถไฟเหาะตีลังกาในสวนสนุก การเคลื่อนที่ของชิงช้าสวรรค์ นักเรียนคิดว่าการเคลื่อนที่ลักษณะนี้ว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบใด
 2. ครูถามคำถามกระตุ้นนักเรียนจากคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน หน้า 160 ว่า การหมุนของเข็มนาฬิกาเป็นการเคลื่อนที่แบบใด (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยไม่เน้นถูกผิด)
- (แนวตอบ : เป็นการเคลื่อนที่ที่มีแนวทางการเคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม เรียกการเคลื่อนที่ลักษณะนี้ว่า การเคลื่อนที่แบบวงกลม (circular motion))
3. นักเรียนช่วยกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นคำตอบจากคำถาม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การจัดการเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม
 4. ครูกล่าวกับนักเรียนว่า รถยนต์ รถจักรยานยนต์ และดาวเทียม เคลื่อนที่ในแนววงกลมหรือส่วนของวงกลมได้อย่างไร หรือทำไมการเคลื่อนที่จึงเป็นแบบนี้ นักเรียนจะได้ทำการศึกษาต่อไป

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กัน เพื่อช่วยกันตอบคำถามจากที่ครูถาม
2. ครูถามคำถามกับนักเรียนว่า ลักษณะการเคลื่อนที่ของรถไฟเหาะตีลังกาในสวนสนุก การเคลื่อนที่ของชิงช้าสวรรค์เป็นอย่างไร โดยครูให้นักเรียนดูภาพลักษณะการเคลื่อนที่ ในหนังสือเรียน หน้า

(แนวตอบ : การเคลื่อนที่ของวัตถุในลักษณะเป็นแนววงกลม หรือแบบวงกลม)

3. ครูถามนักเรียนต่อว่า วัตถุสามารถเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้อย่างไร

(แนวตอบ : วัตถุมีการเคลื่อนที่ตามแนวโค้ง โดยมีแรงที่มีแนวทางตั้งฉากกับความเร็วมาระกระทำตลอดเวลา วัตถุจึงเคลื่อนที่แบบวงกลม)

4. ครูยกตัวอย่างว่า ถ้าเราใช้เชือกผูกวัตถุก้อนหนึ่งไว้ แล้วจับปลายอีกด้านหนึ่งของเชือกเหวี่ยงให้วัตถุที่ผูกไว้เคลื่อนที่ตามแนวโค้งจนอยู่ในลักษณะวงกลม ครูถามนักเรียนว่าเกิดแรงอะไรบ้าง และมีทิศทางใด

(แนวตอบ : ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลม จะมีแรงดึงในเส้นเชือกดึงวัตถุเข้าหาตัวเรา ถ้าเชือกที่ผูกวัตถุขาดขณะเหวี่ยง วัตถุจะเคลื่อนที่พุ่งจากตัวเราเป็นเส้นตรง แสดงว่าแรงดึงในเส้นเชือกมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้)

5. ครูถามนักเรียนต่อว่า การเคลื่อนที่แบบวงกลมจะมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศพุ่งเข้าหาศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ เรียกแรงนี้ว่าแรงอะไร

(แนวตอบ : แรงสู่ศูนย์กลาง)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับแรงสู่ศูนย์กลาง คือ ความเร่งที่เกิดจากทิศทางของความเร็วด้านแนวเส้นรอบวงที่เปลี่ยนแปลง โดยแรงสู่ศูนย์กลางมีทิศตั้งฉากกับความเร็วของวัตถุตลอดเวลา
2. ครูอธิบายต่อว่า การเคลื่อนที่แบบวงกลมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างสม่ำเสมอ และการเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างไม่สม่ำเสมอ
3. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สอบถามในส่วนที่มีข้อสงสัยเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมในเบื้องต้น

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูนำนักเรียนอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม ว่าเป็นการเคลื่อนที่ที่มีการเปลี่ยนทิศทางตลอดเวลา ขณะวัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลม ต้องมีแรงกระทำกับวัตถุในทิศพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลาง ซึ่งเรียกแรงลัพธ์นี้ว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ($\vec{F}_c$) โดยแรงสู่ศูนย์กลางมีทิศตั้งฉากกับความเร็วของวัตถุตลอดเวลา
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อเป็นความรู้นำไปสู่การศึกษาเกี่ยวกับเงื่อนไขของการเคลื่อนที่แบบวงกลมในลักษณะต่าง ๆ
3. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำถามจาก Unit Question 4 และทำแบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับลักษณะของการเคลื่อนที่แบบวงกลม
2. ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นกับนักเรียนว่า
 - การเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างสม่ำเสมอ มีลักษณะการเคลื่อนที่อย่างไร
 - การเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างสม่ำเสมอสามารถอธิบายได้โดยอาศัยกฎของนิวตันได้อย่างไร
3. แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างสม่ำเสมอ

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนสืบค้นข้อมูลเพื่อหาคำตอบจากรายละเอียดในหนังสือเรียน หน้า 161-163 เพื่อสรุปเป็นความเข้าใจของตนเอง
2. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า การเคลื่อนที่แบบวงกลมสม่ำเสมอ คือ การเคลื่อนที่ที่มีขนาดของความเร็วเท่าเดิม สม่ำเสมอแต่ทิศทางเปลี่ยนไปทีละน้อย และเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลมที่มีอัตราเร็วคงตัว ดังภาพประกอบ หน้า 162 แสดงวัตถุเคลื่อนที่จากตำแหน่ง A ไป B ในแนวรัศมีวงกลมอัตราเร็วคงตัว
3. ครูให้นักเรียนพิจารณาการเคลื่อนที่ของวัตถุจากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B ในช่วงเวลา Δt ตามรายละเอียดในหนังสือ หน้า 162 เพื่อหาความสัมพันธ์ของความเร่งสู่ศูนย์กลาง
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างสม่ำเสมอ

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายว่าการเคลื่อนที่แบบวงกลมแบบสม่ำเสมอ สามารถอธิบายได้โดยอาศัยกฎของนิวตัน ดังนี้
 - จากกฎข้อที่หนึ่ง อธิบายได้ว่า มวลยังคงหมุนไม่เปลี่ยนแปลงจนกว่าจะมีแรงมากระทำ ดังนั้น มวลก็ยังคงสภาพหมุนต่อไป
 - จากกฎข้อที่สอง อธิบายได้ว่า แรงและความเร่งจำเป็นต้องรักษาตำแหน่งในการเคลื่อนที่ เมื่อมวลเคลื่อนที่เป็นวงกลมสม่ำเสมอ (ความเร็วคงตัว) ความเร่งมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า ความเร่งสู่ศูนย์กลาง ดังนั้นต้องมีแรงกระทำสู่ศูนย์กลางเพื่อทำให้มวลเคลื่อนที่เป็นวงกลมในกรณีนี้แรงสู่ศูนย์กลาง คือ แรงตึงเชือก และจากนิยามของความเร่ง $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ นักเรียนจะได้ความสัมพันธ์ของสมการคือ $a_c = \frac{v^2}{r}$ ซึ่ง r คือ รัศมีการเคลื่อนที่ในแนววงกลม
 - แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง (F_c) คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมมีทิศเดียวกับทิศของความเร่ง
 - จากกฎข้อที่สอง ถ้ามีแรงลัพธ์ที่มากกระทำต่อวัตถุกับความเร่งของวัตถุจะมีทิศทางเดียวกัน คือ ทิศพุ่ง เข้าหาจุดศูนย์กลาง สามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า $F_c = ma_c = \frac{mv^2}{r}$
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมแบบสม่ำเสมอ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อเป็นความรู้นำไปสู่การศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมแบบไม่สม่ำเสมอ

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 4.5 เกี่ยวกับการคำนวณหาความเร่งสู่ศูนย์กลาง พร้อมทั้งให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือเรียน หน้า 163 ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ครูให้นักเรียนทุกคนทำความเข้าใจโจทย์ตัวอย่าง
 - ขั้นที่ 2 ครูถามนักเรียนว่า สิ่งที่ต้องการถามคืออะไร และจะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างไร
 - ขั้นที่ 3 ครูให้นักเรียนดูวิธีทำในการคำนวณหาคำตอบ

- ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบของโจทย์ตัวอย่างว่าถูกต้อง หรือไม่
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมแบบสม่ำเสมอ ความเร่งสู่ศูนย์กลาง และแรงเข้าสู่ศูนย์กลาง ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น
 3. ครูให้นักเรียนตอบคำถามจาก Unit Question 4 และทำแบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม
 4. ครูยกตัวอย่างแรงสู่ศูนย์กลางในชีวิตประจำวัน เช่น การขี่จักรยาน เมื่อเลี้ยวจักรยานไปทางซ้าย เราจะรู้สึกว่ามีแรง F ดึงเราไปทางขวา เรียกว่า แรงเฉื่อย เราจึงต้องเอียงรถไปทางซ้ายเพื่อสร้างสมดุลกับแรงเฉื่อยที่เกิดขึ้น ทำให้แรง F กับน้ำหนัก W เกิดเป็นแรงลัพธ์ R ผ่านล้อรถไปสัมผัสกับพื้น ในเวลานั้นเราจะรู้สึกเหมือนนั่งตัวตรงเป็นแนวตั้งกดลงบนอาสนารถ โดยไม่รู้สึกว่าตัวเอียง และจักรยานรักษาความเอียงเป็นมุม θ เลี้ยวไปตามทางโค้งได้อย่างต่อเนื่อง

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมแบบสม่ำเสมอ ความเร่งสู่ศูนย์กลาง และแรงเข้าสู่ศูนย์กลาง เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเชิงเส้น (v) และอัตราเร็วเชิงมุม (ω)
2. ครูเน้นให้นักเรียนทราบว่า การเคลื่อนที่แบบวงกลมแบบสม่ำเสมอ คือ การเคลื่อนที่แบบวงกลมที่มีอัตราเร็วคงตัว นั่นคือการเคลื่อนที่ที่มีขนาดของความเร็วเท่าเดิมสม่ำเสมอ แต่ทิศทางเปลี่ยนไปทีละน้อย
3. ครูถามคำถามกระตุ้นกับนักเรียน ดังนี้
 - อัตราเร็วเชิงเส้น (v) และอัตราเร็วเชิงมุม (ω) มีความหมายแตกต่างกันอย่างไร
(แนวตอบ : อัตราเร็วเชิงเส้น (v) คือระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวเส้นรอบวงในหนึ่งหน่วยเวลา ส่วนอัตราเร็วเชิงมุม (ω) คือ มุมที่รัศมีของการเคลื่อนที่กวาดไปในหนึ่งหน่วยเวลา)
 - คาบ (T) และความถี่ (f) เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างไร
(แนวตอบ : เวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ เรียกว่า คาบ มีหน่วยเป็นวินาที ส่วนความถี่จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ (จะกี่รอบก็ตาม) ใน 1 วินาที มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที)
4. แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเชิงเส้น (v) และอัตราเร็วเชิงมุม (ω) ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างของอัตราเร็วเชิงเส้น (v) และอัตราเร็วเชิงมุม (ω) ตามรายละเอียดจากหนังสือเรียน หน้า 164
2. นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูล จากหนังสือเรียน หรือจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต

อธิบายความรู้ (Explain)

1. สุ่มนักเรียนให้ออกมาอภิปรายร่วมกับครูเกี่ยวกับความแตกต่างของอัตราเร็วเชิงเส้น (V) และอัตราเร็วเชิงมุม (ω) โดยพิจารณาวัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบด้วยอัตราเร็วคงตัว และมีรัศมีการเคลื่อนที่ในแนววงกลมเท่ากับ r ดังภาพจากหนังสือเรียน หน้า 164
2. ครุณำนักเรียนอภิปราย ดังนี้
 - เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ และช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ใน 1 รอบ คือ T ดังนั้นเมื่อนำระยะทางเชิงเส้นที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ใน 1 รอบไปเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่จะเกิดปริมาณที่เรียกว่า อัตราเร็วเชิงเส้น (V) เป็นระยะทางตามแนวเส้นรอบวงของวงกลมที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา สามารถเขียนในรูปสมการ คือ $V = 2\pi r f$
 - เมื่อเราพิจารณาที่ระยะเชิงมุมที่เปลี่ยนไปต่อเวลาจะเกิดปริมาณที่เรียกว่า อัตราเร็วเชิงมุม (ω) เป็นมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่รัศมีกวาดไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา สามารถเขียนในรูปสมการ คือ $\omega = \frac{\theta}{T} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{V}{r}$
3. ครูอธิบายว่า การบอกมุมนอกจากจะมีหน่วยเป็นองศาแล้ว ยังอาจใช้หน่วยเรเดียน (radian) ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาความรู้เพิ่มเติมได้จากกรอบ Physics Focus เรื่อง เรเดียน
4. ครูยกตัวอย่างที่ 4.7 จากหนังสือเรียน หน้า 166 เพื่อเสริมความเข้าใจในการใช้สมการที่ใช้สำหรับคำนวณที่เรียนมา
5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง อัตราเร็วเชิงเส้น (V) และอัตราเร็วเชิงมุม (ω) ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น
6. ครูให้นักเรียนตอบคำถามจาก Unit Question 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครุณำอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเชิงเส้น (V) และอัตราเร็วเชิงมุม (ω) ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมที่มีอัตราเร็วคงตัว
2. จากนั้นครุให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 4.8 การคำนวณจากโจทย์ปัญหา พร้อมทั้งให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือเรียน หน้า 167 ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ครุให้นักเรียนทุกคนทำความเข้าใจโจทย์ตัวอย่าง
 - ขั้นที่ 2 ครุถามนักเรียนว่า สิ่งที่โจทย์ต้องการถามหาคืออะไร และจะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างไร
 - ขั้นที่ 3 ครุให้นักเรียนดูวิธีทำในการคำนวณหาคำตอบ
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบของโจทย์ตัวอย่างว่าถูกต้อง หรือไม่
3. ครุสุ่มนักเรียน 1 คนมาอธิบายวิธีการคำนวณหน้าชั้นเรียน
4. ครุให้นักเรียนตอบคำถามจาก Unit Question 4

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

3. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างสม่ำเสมอ
4. ครุนำเข้าสู่บทเรียน โดยครุถามคำถาม ดังนี้
 - การเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างไม่สม่ำเสมอ มีลักษณะการเคลื่อนที่อย่างไร

(แนวตอบ : การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยความเร็วไม่คงที่)

- ให้นักเรียนยกตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างไม่สม่ำเสมอ

(แนวตอบ : การเคลื่อนที่ของสเกตบอร์ดบนอุปกรณ์)

3. ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่า การเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างไม่สม่ำเสมอ

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กัน และปรึกษากันว่า การเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างสม่ำเสมอกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างไม่สม่ำเสมอ แตกต่างกันอย่างไร
2. ครูให้นักเรียนศึกษารายละเอียดของสมการจากหนังสือเรียน หน้า 168
3. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาวิเคราะห์และเรียบเรียงเนื้อหาเพื่อใช้สำหรับการนำเสนอโดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในแต่ละคู่ จากนั้นอธิบายซักถามกันจนเข้าใจตรงกัน
4. ครูสุ่มเรียกนักเรียนมา 1 คู่ ออกมาวิเคราะห์และนำเสนอหน้าชั้นเรียน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างไม่สม่ำเสมอว่า เป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วไม่คงตัว ซึ่งขนาดและทิศของความเร็วของวัตถุจะไม่คงตัว
2. ครูให้นักเรียนพิจารณาภาพการเคลื่อนที่ของสเกตบอร์ดบนอุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นห่วงแนวตั้ง ซึ่งเมื่อพิจารณา free-body diagram จะมีแรงอย่างน้อย 2 แรงกระทำต่อวัตถุตลอดเวลา คือ
 - แรงเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุ $W = mg$
 - แรงตึงจาก N

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณจากโจทย์ปัญหา พร้อมทั้งให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือเรียน หน้า 169 ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ครูให้นักเรียนทุกคนทำความเข้าใจโจทย์ตัวอย่าง
 - ขั้นที่ 2 ครูถามนักเรียนว่า สิ่งที่โจทย์ต้องการถามหาคืออะไร และจะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างไร
 - ขั้นที่ 3 ครูให้นักเรียนดูวิธีทำในการคำนวณหาคำตอบ
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบของโจทย์ตัวอย่างว่าถูกต้อง หรือไม่
2. ครูถามคำถาม H.O.T.S กับนักเรียนว่า ปัจจัยใดบ้างที่มีผลทำให้อัตราเร็วของการเคลื่อนที่แบบวงกลมไม่สามารถรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงที่อยู่ได้

(แนวตอบ: แรงลัพธ์ที่มากระทำต่อวัตถุ)

3. ครูให้นักเรียนตอบคำถามจาก Unit Question 4 เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ
2. ครูถามคำถามเพื่อเป็นการกระตุ้นนักเรียนว่า การที่เราขับรถไปเมื่อถึงทางโค้งแล้วเลี้ยวโค้งได้เนื่องจากแรงใด

3. ครูแจ้งหัวข้อในการเรียนให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของรถยนต์บนถนนโค้ง โดยบอกนักเรียนว่า นักเรียนต้องสรุปให้ได้ว่า รถเลี้ยวโค้งได้เนื่องจากแรงใด

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูสนทนาพูดคุยกับนักเรียนว่า ในชีวิตประจำวันของนักเรียนคงคุ้นเคยกับการนั่งรถ ไม่ว่าจะเป็นรถยนต์ รถประจำทาง หรือรถจักรยานยนต์ ในขณะที่รถวิ่งไปบนถนนที่เป็นทางโค้ง คนขับจะต้องลดความเร็วลงเพื่อให้เข้าโค้งได้อย่างปลอดภัย นักเรียนอาจสังเกตเห็นว่า รถจักรยานยนต์บางคนต้องเอียงท่ามุมกับถนนราบในขณะที่เข้าโค้ง หรืออาจสังเกตเห็นบริเวณทางโค้งพื้นถนนจะยกตัวให้ลาดเอียง เนื่องจากรถวิ่งบนทางโค้งเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม จึงมีแรงสู่ศูนย์กลางมากระทำต่อรถ
2. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่า นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับแรงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่บนทางโค้ง และการขับที่ปลอดภัยบนทางโค้ง
3. ครูถามนักเรียนว่า รถยนต์เลี้ยวโค้งได้เนื่องจากแรงใด โดยครูให้นักเรียนศึกษารายละเอียดจากหนังสือเรียน หน้า 171 (แรงเสียดทานระหว่างยางถนนในแนวด้านข้าง)
4. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ขณะรถยนต์เลี้ยวโค้งบนถนนโค้งราบ ซึ่งมีแนวทางการเคลื่อนที่เป็นวงกลม (ดังภาพหน้า 171) ขณะที่รถยนต์วิ่งบนทางโค้ง ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม ดังนั้นต้องมีแรงสู่ศูนย์กลางมากระทำต่อรถ เมื่อพิจารณาแรงที่กระทำต่อรถ พบว่า ขณะที่รถยนต์เลี้ยวโค้งรถจะพยายามไถลออกจากโค้ง จึงมีแรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อล้อรถในทิศทางพุ่งเข้าในแนวผ่านจุดศูนย์กลางความโค้ง ดังนั้น แรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อล้อรถคือแรงสู่ศูนย์กลาง
5. ครูถามนักเรียนต่อว่า แรงเสียดทานที่เกิดขึ้น คือแรงเสียดทานชนิดใด (แรงเสียดทานสถิต)
6. ครูให้นักเรียนพิจารณาภาพรถยนต์เลี้ยวบนพื้นถนนเอียงโดยไม่มีแรงเสียดทาน โดยถามนักเรียนว่า มีแรงอะไรเกิดขึ้นบ้าง
7. นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียนเพื่อตอบคำถาม โดยครูอธิบายความรู้เพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจขึ้น
2. ครูอธิบายกับนักเรียนว่า ขณะเลี้ยวรถแรงกระทำต่อรถมีน้ำหนักของรถและคนขับ (mg) และแรงปฏิกิริยาดังฉาก (N) รถจะเลี้ยวได้เร็วหรือช้าอย่างปลอดภัย ขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างพื้นกับล้อ ถ้ามีมากรถเลี้ยวได้ด้วยอัตราเร็วสูง แต่ถ้ามีน้อย รถเลี้ยวด้วยอัตราเร็วต่ำและถ้าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างพื้นเอียงกับล้อเป็นศูนย์ รถไม่สามารถเลี้ยวโค้งได้เลย ดังนั้น จึงมีการแก้ไขโดยการเอียงพื้นถนน เพื่ออาศัยแรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อรถเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง โดยไม่อาศัยแรงเสียดทาน
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ไม่ว่ารถจะเลี้ยวโค้งแล้วเอียงรถ หรือโค้งบนพื้นเอียงล้วนแล้วท่ามุม θ ที่เกิดจากการเอียงของทั้งสองกรณีคือมุมเดียวกัน จะใช้สมการเดียวกัน คือ $\tan \theta = \frac{v^2}{gr}$

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณจากโจทย์ปัญหา พร้อมทั้งให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือเรียน หน้า 172 ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ครูให้นักเรียนทุกคนทำความเข้าใจโจทย์ตัวอย่าง
 - ขั้นที่ 2 ครูถามนักเรียนว่า สิ่งที่โจทย์ต้องการถามหาคืออะไร และจะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างไร
 - ขั้นที่ 3 ครูให้นักเรียนดูวิธีทำในการคำนวณหาคำตอบ
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบของโจทย์ตัวอย่างว่าถูกต้อง หรือไม่
2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้สื่อ power point และสื่อ animation จากหนังสือเรียน หน้า 171
3. ครูให้นักเรียนตอบคำถามจาก Unit Question 4
4. ครูให้นักเรียนตั้งคำถามที่นักเรียนอยากรู้เพิ่มเติม

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของรถยนต์บนถนนโค้ง
2. ครูถามคำถามเพื่อเป็นการกระตุ้นนักเรียน ดังนี้
 - ดาวเทียม คืออะไร
(แนวตอบ : ดาวเทียม คือ สิ่งที่เกิดจากการประดิษฐ์ขึ้นของมนุษย์ เป็นการเลียนแบบดาวบริวารของดาวเคราะห์ สามารถลอยอยู่ในอวกาศและโคจรรอบโลกโดยไม่หลุดจากวงโคจร มีอุปกรณ์สำหรับรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอวกาศ และถ่ายทอดข้อมูลนั้นมายังโลก)
 - เหตุใดดาวเทียมจึงโคจรรอบโลกได้โดยไม่ตกลงสู่พื้นผิวโลก
(แนวตอบ : ดาวเทียมโคจรรอบโลกได้โดยแรงโน้มถ่วงของโลกดึงดาวเทียมให้ตกลงพื้น แต่ดาวเทียมมีความเร็วในแนวขนานพื้นโลกมาก มากจนแนวตกของดาวเทียมมันโค้งพอดีกับส่วนโค้งของโลกดาวเทียมจึงมีแนวการเคลื่อนที่ขนานกับพื้นตลอดเวลา ทำให้มันโคจรรอบโลกได้)
3. ครูแจ้งหัวข้อในการเรียนให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของดาวเทียม โดยบอกนักเรียนว่า นักเรียนต้องสรุปให้ได้ว่า ดาวเทียมเคลื่อนที่อย่างไร แล้วทำไมไม่ตกลงมาสู่พื้นผิวโลก

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ตามความสมัครใจ เพื่อศึกษาความรู้จากหนังสือเรียน หรือจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ตามประเด็นที่ครูกำหนด ดังนี้
 - ดาวเทียม คืออะไร มีประโยชน์อย่างไร
 - เพราะเหตุใดดาวเทียมจึงขึ้นไปโคจรรอบโลกได้
2. ให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและสรุปความรู้ที่ได้ศึกษาจนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องแล้วเข้าร่วมกลุ่มใหญ่ตามเดิม เพื่อสรุปประเด็นความรู้และแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้ศึกษา
3. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการโคจรของดาวเทียมรอบโลก
4. ครูตั้งประเด็นคำถามเพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในเบื้องต้น

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกตัวแทนกลุ่มละ 1 คน ออกมาร่วมกันอภิปราย และสรุปประเด็นความรู้ที่นักเรียนได้ร่วมกันศึกษา
2. ครูร่วมแสดงความคิดเห็น และเสนอแนะเพิ่มเติมในส่วนที่ยังมีความไม่ชัดเจนอยู่
3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่อง การโคจรของดาวเทียมรอบโลกว่า ดาวเทียมโคจรรอบโลกได้ โดยแรงโน้มถ่วงของโลกดึงดูดดาวเทียมให้ตกลงพื้น แต่ดาวเทียมมีความเร็วในแนวขนานพื้นโลกมากจนแนวตักของดาวเทียมมันโค้งพอดีกับส่วนโค้งของโลกดาวเทียมจึงมีแนวการเคลื่อนที่ขนานกับพื้นตลอดเวลา ทำให้มันโคจรรอบโลกได้

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูอธิบายว่า จากกฎข้อที่สองของนิวตัน แรงเนื่องจากความโน้มถ่วงก็คือ แรงสู่ศูนย์กลาง ที่กระทำต่อดาวเทียมให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมอยู่ได้ ดังสมการ $v^2 = \frac{GM_E}{r}$ โดยสมการแสดงถึงความเร็วของดาวเทียมที่ใช้โคจรรอบโลก สังเกตว่า ณ ตำแหน่งที่ดาวเทียมอยู่ห่างจากผิวโลกขึ้นไป ความเร็วของดาวเทียมที่ใช้ในการโคจรรอบโลกจะลดลง
2. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการโคจรของดาวเทียม พร้อมทั้งให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือเรียน หน้า 177-178 ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ครูให้นักเรียนทุกคนทำความเข้าใจโจทย์ตัวอย่าง
 - ขั้นที่ 2 ครูถามนักเรียนว่า สิ่งที่โจทย์ต้องการถามหาคืออะไร และจะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างไร
 - ขั้นที่ 3 ครูให้นักเรียนดูวิธีทำในการคำนวณหาคำตอบ
 - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบของโจทย์ตัวอย่างว่าถูกต้อง หรือไม่
3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ โดยใช้สื่อ power point และสื่อ animation จากหนังสือเรียน หน้า 176
4. ครูให้นักเรียนตอบคำถามจาก Unit Question 4 เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม
5. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม
6. ครูให้นักเรียนตั้งคำถามที่นักเรียนอยากรู้เพิ่มเติม

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม ดังนี้

การเคลื่อนที่แบบวงกลม คือ การเคลื่อนที่ที่มีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นรูปวงกลม เนื่องจากแรงที่มีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ เรียกแรงนี้ว่า แรงสู่ศูนย์กลาง แรงนี้ทำให้ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนทิศตลอดเวลาโดยที่ความเร็วมีทิศตามเส้นสัมผัสเส้นโค้ง
2. ครูถามคำถามก่อนทำกิจกรรมการทดลอง เพื่อเป็นการกระตุ้นนักเรียน ดังนี้
 - การเคลื่อนที่แบบวงกลมมีลักษณะเป็นอย่างไร
 - ปริมาณการเคลื่อนที่แบบวงกลมมีอะไรบ้าง และแต่ละปริมาณมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้ความรู้กับนักเรียนเรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง คาบ ความถี่ ความสัมพันธ์ระหว่างคาบกับความถี่ อัตราเร็วกับคาบ และอัตราเร็วกับความถี่
2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ซึ่งครูอาจใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีสมาชิกกลุ่ม 4-5 คน มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน คือ เก่ง 1 คน: ปานกลาง 2-3 คน: อ่อน 1 คน พร้อมทั้งเลือกประธานกลุ่ม รองประธานกลุ่ม เลขานุการกลุ่ม และสมาชิกกลุ่ม โดยมีหน้าที่ ดังนี้
 - ประธานกลุ่ม มีหน้าที่ควบคุมการทำกิจกรรมการทดลอง
 - รองประธานกลุ่ม มีหน้าที่ วางแผนในการทำกิจกรรมทดลอง
 - เลขานุการกลุ่ม มีหน้าที่ อำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรมการทดลอง
 - สมาชิกกลุ่ม มีหน้าที่ นำเสนอผลการทำกิจกรรม
 - สมาชิกกลุ่ม มีหน้าที่ รวบรวมองค์ความรู้และผลงานกลุ่ม
3. ครูชี้แจงจุดประสงค์การทดลองให้นักเรียนทราบ ดังนี้
 - เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม
 - เพื่อสังเกตความสัมพันธ์ของแรงสู่ศูนย์กลางคาบและรัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลม
4. ครูให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทดลอง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามขั้นตอนและรายละเอียดในหนังสือเรียน หน้า 179-180
5. ครูอาจถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ด้วยตัวอย่างคำถามต่อไปนี้
 - เมื่อขนาดของแรงดึงในเส้นเชือกและรัศมีของการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบของลูกยางเป็นอย่างไร
 - เพราะเหตุใดนักเรียนจึงไม่ควรทำปมบนเส้นเชือกที่อยู่ติดกับปลายล่างของท่อพีวีซีเพื่อให้รัศมีเท่าเดิมตลอดการปฏิบัติกิจกรรม
 - เมื่อขนาดของแรงดึงในเส้นเชือกเพิ่มขึ้นช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบของลูกยางเป็นแบบใด
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์สรุปผลการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายการทดลองตามแนวคำถามท้ายการทดลอง และสรุปผลการเรียนรู้จากการทดลอง

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูให้สมาชิกแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง และสรุปร่วมกัน
2. ครูและนักเรียนจะสรุปผลการทดลองร่วมกันว่า

ตอนที่ 1 เมื่อรัศมีของการเคลื่อนที่คงตัว ขนาดของแรงสู่ศูนย์กลางเพิ่มขึ้น คาบของการเคลื่อนที่ของลูกยางจะลดลง และกราฟระหว่างขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก F กับส่วนกลับของคาบกำลังสอง $\frac{1}{T^2}$ เป็นกราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด แสดงว่า F แปรผันตรงกับ $\frac{1}{T^2}$

ตอนที่ 2 ขณะแรงดึงในเส้นเชือกคงตัว คาบของการเคลื่อนที่ของลูกยางจะเพิ่มขึ้น ถ้ารัศมีของการเคลื่อนที่เพิ่ม และกราฟระหว่างรัศมี r ของการเคลื่อนที่กับคาบกำลังสอง T^2 เป็นกราฟเส้นตรงแสดงว่า r แปรผันตรงกับ T^2

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมในชีวิตประจำวัน เช่น การเคลื่อนที่บนทางโค้ง การโคจรของดาวเทียมรอบโลก รถไถถึง เป็นต้น
2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม โดยใช้สื่อ power point และสื่อ animation
3. ครูให้นักเรียนสรุปเป็นแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม
4. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำถามจาก Unit Question 4
5. ครูให้นักเรียนตั้งคำถามที่นักเรียนอยากรู้เพิ่มเติม

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน
2. ครูประเมินผล โดยการสังเกตการตอบคำถาม การร่วมกันทำผลงาน และจากการนำเสนอผลงาน
3. ครูสังเกตความสนใจ ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ของนักเรียน
4. ครูวัดและประเมินผลจากใบงานที่ 4.3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม
5. ครูตรวจการทำแบบฝึกหัดจาก Unit Question 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม
6. ครูตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม
7. ครูประเมินผลงานจากแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 1
- 2) ใบงานที่ 4.3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม
- 3) PowerPoint เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
9.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) การเคลื่อนที่แบบวงกลม	- ตรวจใบงานที่ 4.3	- ใบงานที่ 4.3	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง	ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ประเมินตามสภาพจริง

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค/สิ่งพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ปัญหา/พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายธนรัฐ ทศเกตุ)



โรงเรียนวังทรายพูนวิทยา
WANGSAIPOONWITTAYA SCHOOL