

แบบฟอร์มแผนการจัดการเรียนรู้

ชื่อ-นามสกุล.....นายบรรพต ภาสข..... โรงเรียน.....อ้อมน้อยโสภณชนูปถัมภ์.....

รายวิชา.....ฟิสิกส์ 1..... ระดับชั้น.....มัธยมศึกษาปีที่ 4.....

ชื่อหน่วยการเรียนรู้.....แรงและกฎการเคลื่อนที่..... เวลา.....22..... ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....19..... เรื่อง.....กฎความโน้มถ่วงสากล..... เวลา.....2..... ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

วัตถุใด ๆ ในจักรวาลจะดึงดูดวัตถุอื่นด้วยแรงที่มีขนาดแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุนั้น และแปรผันตามผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสอง เขียนเป็นสมการได้ว่า $F_G = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ โดยแรงดึงดูดจะเกิดขึ้นบนวัตถุทั้งสองก่อนพร้อมกัน เป็นแรงที่มีขนาดเท่ากัน มีทิศตรงข้ามกัน และกระทำบนวัตถุคนละก้อน ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

2. มาตรฐานและตัวชี้วัด

สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ฟิสิกส์ ข้อที่ 1

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

6. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1) สมรรถนะที่ 1 ความสามารถในการสื่อสาร

ตัวชี้วัดที่ 1 ใช้ภาษาถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึกและทัศนะของตนเองด้วยการพูดและการเขียน พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 3 เขียนถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจจากสารที่อ่าน ฟังหรือดูด้วยภาษาของตนเองพร้อมยกตัวอย่างประกอบได้

2) สมรรถนะที่ 2 ความสามารถในการคิด

ตัวชี้วัดที่ 1 คิดพื้นฐาน (การคิดวิเคราะห์)

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 3 ระบุหลักการสำคัญหรือแนวคิดในเนื้อหาความรู้ข้อมูลที่พบเห็นในบริบทต่าง ๆ

3) สมรรถนะที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัดที่ 2 ผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 1 คุณภาพของผลงานที่เกิดจากการแก้ปัญหา

4) สมรรถนะที่ 4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

ตัวชี้วัดที่ 3 ทำงานและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 1 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ สามารถแสดงความคิดเห็นของตน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

5) สมรรถนะที่ 4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

ตัวชี้วัดที่ 3 ทำงานและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 5 อยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมอย่างมีความสุข

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้ สืบเสาะได้จากการตอบคำถามในชั้นเรียน

2. มุ่งมั่นในการทำงาน สังเกตได้จากการลงมือทำการทดลองและการทำแบบฝึกหัด

5. เป้าหมายการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ (เฉพาะแผนนี้)

สืบเสาะ นำเสนอลักษณะของแรงดึงดูดระหว่างมวลตามกฎความโน้มถ่วงสากล และนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแรงดึงดูดระหว่างมวล

6. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลได้ (K)
2. ทดลองหาความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับแรงดึงดูดระหว่างมวลตามกฎความโน้มถ่วงสากลได้ (S)
3. คำนวณหาแรงดึงดูดระหว่างมวลและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยใช้กฎความโน้มถ่วงสากลได้ (S)
4. มีความรับผิดชอบในการเรียนโดยส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามกำหนด (A)

7. เนื้อหาสาระ

กฎความโน้มถ่วงสากล (Newton's law of universal gravitation)

วัตถุใด ๆ ในจักรวาลจะดึงดูดวัตถุอื่นด้วยแรงที่มีขนาดแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุ และแปรผันตามผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสอง เขียนเป็นสมการได้ว่า $F_G = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

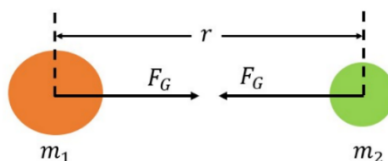
เมื่อ F_G คือ ขนาดแรงที่วัตถุทั้งสองก้อนดึงดูดกัน มีหน่วยเอสไอเป็นนิวตัน

G คือ ค่าคงตัวโน้มถ่วงสากล มีค่าประมาณ 6.67×10^{-11} นิวตัน เมตร²/กิโลกรัม²

m_1, m_2 คือ มวลของวัตถุก้อนที่ 1 และมวลของวัตถุก้อนที่ 2 ตามลำดับ มีหน่วยเอสไอเป็นกิโลกรัม

r คือ ระยะห่างของวัตถุทั้งสองโดยวัดจากจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุหนึ่งไปยังจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุอีกก้อนหนึ่ง มีหน่วยเอสไอเป็นเมตร

แรงดึงดูดจะเกิดขึ้นบนวัตถุทั้งสองก้อนพร้อมกัน เป็นแรงที่มีขนาดเท่ากัน มีทิศทางตรงข้ามกัน และกระทำบนวัตถุคนละก้อน ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน แสดงได้ดังรูป



8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 1) PowerPoint เรื่อง กฎความโน้มถ่วงสากล
- 2) สื่อการทดลองเสมือน เรื่อง กฎความโน้มถ่วงสากล จาก <http://bit.ly/3pI8BgH>
- 3) แบบฝึกหัด เรื่อง กฎความโน้มถ่วงสากล

9. วิธีการดำเนินกิจกรรม ตามแนวคิด Active Learning

(แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน : รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model))

ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

1. ครูแสดงรูปภาพดวงจันทร์โคจรรอบโลกแล้วใช้คำถามต่อไปนี้เพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน



1.1 จากภาพ นักเรียนเห็นสิ่งใดบ้าง (ดวงจันทร์และโลก)

1.2 ดวงจันทร์สามารถโคจรรอบโลกได้อย่างไร

(มีแรงดึงดูดจากโลกกระทำต่อดวงจันทร์)

1.3 นอกจากโลกจะออกแรงดึงดูดดวงจันทร์แล้วนักเรียนคิดว่าดวงจันทร์จะออกแรงดึงดูดกระทำต่อโลกด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด (ตอบตามความคิดของนักเรียน)

1.4 โลกถูกแรงดึงดูดจากดวงอาทิตย์กระทำหรือไม่ อย่างไร (ตอบตามความคิดของนักเรียน)

2. ครูอธิบายว่า แรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อดวงจันทร์ ทำให้ดวงจันทร์สามารถโคจรรอบโลกได้ นอกจากนี้แรงดึงดูดที่ดวงอาทิตย์กระทำต่อโลกก็ทำให้โลกสามารถโคจรรอบดวงอาทิตย์ได้เช่นกัน

3. ครูใช้คำถามต่อไปนี้เพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนได้ทำความรู้จักกับธรรมชาติของแรงดึงดูดระหว่างมวล

3.1 ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง (ตอบตามความคิดของนักเรียน)

3.2 ลักษณะของแรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นอย่างไร (ตอบตามความคิดของนักเรียน)

3.3 ครูกล่าวว่า แรงดึงดูดระหว่างมวลมีค่าขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้างและมีลักษณะเป็นอย่างไร นักเรียนจะได้ศึกษาจากกิจกรรมการทดลองเสมือน เรื่อง กฎความโน้มถ่วงสากล

ขั้นสำรวจและค้นหา ตอนที่ 1 (25 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละประมาณ 4-5 คน แบบละความสามารถ ครูอธิบายวัตถุประสงค์ของกิจกรรม และวิธีการทดลองตอนที่ 1 ตามแบบบันทึกกิจกรรม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามก่อนการทดลองตอนที่ 1 ดังนี้

2.1 วัตถุประสงค์ของการทดลองตอนที่ 1 คืออะไร (เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองกับขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวล)

2.2 การทดลองตอนที่ 1 ต้องจัดกระทำสิ่งใดให้แตกต่างกัน (ผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองโดยเปลี่ยนค่ามวลของวัตถุอันใดอันหนึ่ง)

2.3 การทดลองตอนที่ 1 ต้องจัดกระทำสิ่งใดให้เหมือนกัน (ระยะห่างระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองก้อน)

2.4 แรงดึงดูดระหว่างมวลที่กระทำบนวัตถุทั้งสองก้อนมีขนาดและมีทิศเป็นอย่างไร (ตอบตามความคิดของนักเรียน)

2.5 ตั้งสมมติฐานของการทดลองตอนที่ 1 ได้อย่างไร (ตอบตามความคิดของนักเรียน เช่น เมื่อผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองมากขึ้น จะทำให้ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลมากขึ้น)

3. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลองตอนที่ 1 เป็นเวลา 15 นาที

ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป ตอนที่ 1 (15 นาที)

1. ครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มด้วยวงล้อสุ่ม ให้นำเสนอผลการทดลองตอนที่ 1 หน้าชั้นเรียน และคำตอบของคำถามหลังการทดลองตอนที่ 1 โดยครูคอยให้ผลป้อนกลับ (feedback) และให้เพื่อนนักเรียนกลุ่มอื่นร่วมกันอภิปราย

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลองตอนที่ 1 โดยใช้คำถามดังนี้

2.1 เมื่อผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองมีค่ามากขึ้น ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นอย่างไร และทิศของแรงที่กระทำต่อมวลทั้งสองเป็นอย่างไร (ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลมีค่ามากขึ้น และแรงที่กระทำต่อมวลทั้งสองมีทิศตรงข้ามกัน)

2.2 เมื่อผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองมีค่าน้อยลง ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นอย่างไร และทิศของแรงที่กระทำต่อมวลทั้งสองเป็นอย่างไร (ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลมีค่าน้อยลง แรงที่กระทำต่อมวลทั้งสองมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้ามกัน)

2.3 สรุปความสัมพันธ์ของผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองกับขนาดแรงดึงดูดระหว่างมวลได้อย่างไร (เมื่อผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองมีค่ามากขึ้นจะส่งผลให้ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลที่กระทำต่อวัตถุทั้งสองมีค่ามากขึ้น)

2.4 แรงดึงดูดระหว่างมวลที่กระทำบนวัตถุทั้งสองก้อนมีขนาดและมีทิศเป็นอย่างไร (แรงมีขนาดเท่ากัน แต่กระทำต่อวัตถุในทิศตรงข้ามกัน)

ขั้นสำรวจและค้นหา ตอนที่ 2 (25 นาที)

1. ครูนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรมการทดลองตอนที่ 2 โดยครูอธิบายวัตถุประสงค์ของกิจกรรม และวิธีการทดลองตอนที่ 2 ตามแบบบันทึกกิจกรรม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามก่อนการทดลองตอนที่ 2 ดังนี้

2.1 วัตถุประสงค์ของการทดลองตอนที่ 2 คืออะไร (เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างมวลทั้งสองกับแรงดึงดูดระหว่างมวล)

2.2 การทดลองตอนที่ 2 นักเรียนต้องจัดกระทำสิ่งใดให้แตกต่างกัน (ระยะห่างระหว่างมวลทั้งสอง)

2.3 การทดลองตอนที่ 2 นักเรียนต้องจัดกระทำสิ่งใดให้เหมือนกัน (ผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสอง)

2.4 วัดระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสองด้วยเครื่องมือใด และวัดจากจุดใดไปถึงจุดใด (วัดด้วยไม้บรรทัดที่มีในโปรแกรม และวัดจากจุดศูนย์กลางมวลก้อนที่ 1 ไปถึงจุดศูนย์กลางมวลก้อนที่ 2)

2.5 แรงดึงดูดระหว่างมวลที่กระทำบนวัตถุทั้งสองก้อนมีขนาดและมีทิศเป็นอย่างไร (ตอบตามความคิดของนักเรียน)

2.6 ตั้งสมมติฐานของการทดลองตอนที่ 2 ได้อย่างไร (ตอบตามความคิดของนักเรียน เช่น เมื่อระยะห่างระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองมากขึ้น จะทำให้ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลน้อยลง)

3. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองตอนที่ 2 และตอบคำถามท้ายการทดลองตอนที่ 2 เป็นเวลา 15 นาที

ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป ตอนที่ 2 (15 นาที)

1. ครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มด้วยวงล้อสุ่ม ให้นำเสนอผลการทดลองตอนที่ 1 หน้าชั้นเรียน และคำตอบของคำถามหลังการทดลองตอนที่ 1 โดยครูคอยให้ผลป้อนกลับ (feedback) และให้เพื่อนนักเรียนกลุ่มอื่นร่วมกันอภิปราย

2. ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามท้ายการทดลองตอนที่ 2 ดังนี้

2.1 เมื่อระยะห่างระหว่างมวลทั้งสองมากขึ้น ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นอย่างไร และทิศของแรงที่กระทำต่อมวลทั้งสองเป็นอย่างไร (ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลมีค่าน้อยลง และแรงที่กระทำต่อมวลทั้งสองมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้ามกัน)

2.2 เมื่อระยะห่างระหว่างมวลทั้งสองน้อยลง ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นอย่างไร และทิศของแรงที่กระทำต่อมวลทั้งสองเป็นอย่างไร (ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลมีค่ามากขึ้น และแรงที่กระทำต่อมวลทั้งสองมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้ามกัน)

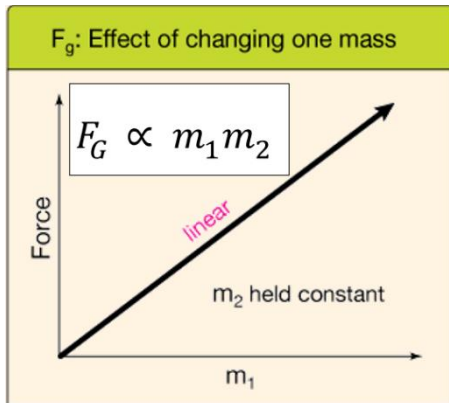
2.3 สรุปความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองกับขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลได้อย่างไร (เมื่อระยะห่างระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองมากขึ้นจะทำให้แรงดึงดูดระหว่างมวลมีขนาดน้อยลง แรงที่กระทำต่อมวลทั้งสองมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้ามกัน)

2.4 แรงดึงดูดระหว่างมวลที่กระทำบนวัตถุทั้งสองก้อนมีขนาดและมีทิศเป็นอย่างไร (แรงมีขนาดเท่ากัน แต่กระทำต่อวัตถุในทิศตรงข้ามกัน)

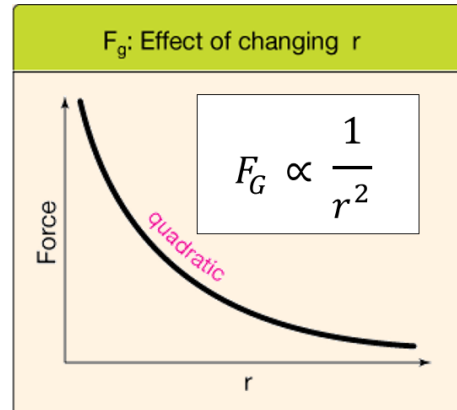
3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวล ผลคูณของมวลทั้งสองก้อน และระยะห่างของมวลทั้งสองก้อน และสรุปลักษณะของแรงดึงดูดระหว่างมวลว่าเป็นไปตามลักษณะของแรงตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

ชั้นขยายความรู้ (30 นาที)

- ครูแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลกับมวลของวัตถุก้อนที่ 1 โดยให้มวลของวัตถุก้อนที่ 2 มีค่าคงตัว และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลกับระยะห่างของวัตถุทั้งสองก้อน



กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลกับมวลของวัตถุก้อนที่ 1



กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลกับระยะห่างของวัตถุทั้งสองก้อน

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายลักษณะของเส้นกราฟจนสรุปได้ว่า ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองก้อน และแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุ
- ครูขยายความรู้เพิ่มเติมว่า วัตถุใด ๆ ในจักรวาลจะดึงดูดวัตถุอื่นด้วยแรงที่มีขนาดแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุนั้น และแปรผันตามผลคูณของมวลของวัตถุทั้งสอง เป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงสากลที่เสนอโดยไอแซค นิวตัน เขียนเป็นสมการได้ว่า

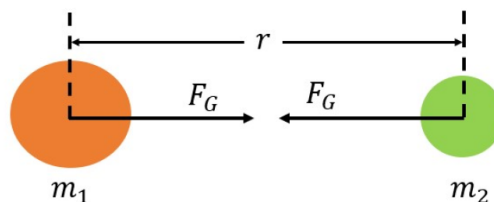
$$F_G = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

เมื่อ F_G คือขนาดแรงที่วัตถุทั้งสองก้อนดึงดูดกัน มีหน่วยเอสไอเป็นนิวตัน

G คือค่าคงตัวโน้มถ่วงสากลเท่ากับ 6.67×10^{-11} นิวตัน เมตร²/กิโลกรัม²

m_1 และ m_2 คือมวลของวัตถุก้อนที่ 1 และมวลของวัตถุก้อนที่ 2 ตามลำดับ มีหน่วยเอสไอเป็นกิโลกรัม

r คือระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง วัดจากจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุทั้งสองก้อน มีหน่วยเอสไอเป็นเมตร



- ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณแรงดึงดูดระหว่างมวลโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วม

1) จงคำนวณหาขนาดของแรงดึงดูดระหว่างโลกกับดวงจันทร์ ซึ่งโลกมีมวล 5.98×10^{24} กิโลกรัม และดวงจันทร์มีมวล 7.36×10^{22} กิโลกรัม และระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของโลกกับดวงจันทร์เท่ากับ 3.84×10^8 เมตร กำหนดให้ค่าคงตัวโน้มถ่วงสากลเท่ากับ 6.67×10^{-11}

$\text{N m}^2/\text{kg}^2$

- โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง ($m_1 = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$, $m_2 = 7.36 \times 10^{22} \text{ kg}$, $r = 3.84 \times 10^8 \text{ m}$)

- โจทย์ถามหาสิ่งใด (F_G)

- นักเรียนจะใช้สมการใดในการแก้ปัญหา (กฎความโน้มถ่วงสากล $F_G = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$)

- ตัวแปร G คืออะไร และมีค่าเท่าใด (ค่าคงตัวโน้มถ่วงสากล มีค่าเท่ากับ $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$)

- ดังนั้นขนาดของแรงดึงดูดระหว่างโลกกับดวงจันทร์มีค่าเท่าใด (2.00×10^{20} นิวตัน)

2) จงคำนวณหาขนาดของแรงดึงดูดระหว่างโลกซึ่งมีมวล 5.98×10^{24} กิโลกรัม กับวัตถุชิ้นหนึ่งซึ่งมีมวล 1.00 กิโลกรัม วางอยู่ที่ผิวโลก ณ บริเวณเส้นศูนย์สูตร เมื่อกำหนดให้รัศมีของโลกมีค่า 6.38×10^6 เมตร และค่าคงตัวโน้มถ่วงสากลเท่ากับ $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$

- โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง ($m_1 = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$, $m_2 = 1.00 \text{ kg}$, $r = 6.38 \times 10^6 \text{ m}$)

- โจทย์ถามหาสิ่งใด (F_G)

- นักเรียนจะใช้สมการใดในการแก้ปัญหา (กฎความโน้มถ่วงสากล $F_G = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$)

- ตัวแปร G คืออะไร และมีค่าเท่าใด (ค่าคงตัวโน้มถ่วงสากล มีค่าเท่ากับ $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$)

- ดังนั้นขนาดของแรงดึงดูดระหว่างโลกกับวัตถุมีค่าเท่าใด (9.80 นิวตัน)

3) พิจารณาแรงดึงดูดระหว่างดาว 2 ดวง ดาว A มีมวลเป็น m_A และดาว B มีมวลเป็น m_B จุดศูนย์กลางของดาวทั้ง 2 ดวงอยู่ห่างกันเป็นระยะ R หากตอนหลังดาว A มีมวลเป็น 3 เท่าของมวลเดิม และจุดศูนย์กลางของดาวทั้ง 2 ดวงอยู่ห่างกันเป็นระยะ 2 เท่าของระยะห่างเดิม ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างดาวทั้ง 2 ดวงในตอนหลังจะมีค่าเป็นกี่เท่าเมื่อเทียบกับตอนแรก

- โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง (ข้อมูลชุดที่ 1 ได้แก่ $m_{A1} = m_A$, $m_{B1} = m_B$, $r_1 = R$ และข้อมูลชุดที่ 2 ได้แก่

$m_{A1} = 3m_A$, $m_{B2} = m_B$, $r_2 = 2R$)

- โจทย์ถามหาสิ่งใด (F_{G2}/F_{G1})

- นักเรียนจะใช้สมการใดในการแก้ปัญหา (กฎความโน้มถ่วงสากล $F_G = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 1 จะได้ F_{G1} และใช้ข้อมูลชุดที่ 2 จะได้ F_{G2} จากนั้นนำ F_{G2} มาหารด้วย F_{G1} ก็จะได้คำตอบ)

- F_{G1} มีค่าเป็นเท่าใด ($F_{G1} = \frac{Gm_Am_B}{R^2}$)

- F_{G2} มีค่าเป็นเท่าใด ($F_{G2} = \frac{3Gm_Am_B}{4R^2}$)

- ดังนั้นขนาดของแรงดึงดูดระหว่างดาวทั้ง 2 ดวงในตอนหลังจะมีค่าเป็นกี่เท่าเมื่อเทียบกับตอนแรก

(3/4 เท่า)

5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน โดยครูให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ผ่าน Google form

5.1 กฎความโน้มถ่วงสากลกล่าวไว้ว่าอย่างไร (วัตถุใด ๆ ในจักรวาลจะดึงดูดวัตถุอื่นด้วยแรงที่มีขนาดแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุนั้น และแปรผันตามผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสอง)

5.2 แรงดึงดูดระหว่างมวลมีลักษณะเป็นอย่างไร (จะเกิดขึ้นบนวัตถุทั้งสองก้อนพร้อมกัน เป็นแรงที่มีขนาดเท่ากัน มีทิศทางตรงข้ามกัน และกระทำบนวัตถุคนละก้อน)

6. ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งแบบบันทึกกิจกรรมหลังหมดคาบเรียน และมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัด เรื่อง กฎความโน้มถ่วงสากล แล้วนำมาส่งภายในเวลาที่กำหนด

ขั้นประเมิน

1. การประเมินขั้นสร้างความสนใจ

ประเมินจากการตอบคำถามหลังการสังเกตรูปภาพดวงจันทร์โคจรรอบโลก โดยนักเรียนจะตอบคำถามจนนำไปสู่ประเด็นคำถามว่า แรงดึงดูดระหว่างมวลมีค่าขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้างและมีลักษณะเป็นอย่างไร

2. การประเมินขั้นสำรวจและค้นหา

ประเมินจากความถูกต้องในการทำกิจกรรม เรื่อง กฎความโน้มถ่วงสากล และประเมินจากการบันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

3. การประเมินขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ประเมินจากการตอบคำถาม โดยนักเรียนจะต้องตอบคำถามจนนำไปสู่ข้อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวล ผลคูณของมวลทั้งสองก้อน และระยะห่างของมวลทั้งสองก้อน และสรุปลักษณะของแรงดึงดูดระหว่างมวลว่าเป็นไปตามลักษณะของแรงตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

4. การประเมินขั้นขยายความรู้

ประเมินจากการตอบคำถามที่ครูแสดงตัวอย่างการแก้ไขโจทย์ปัญหาและความถูกต้องในการทำโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัด เรื่อง กฎความโน้มถ่วงสากล

10. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลได้ (K)	การตรวจให้คะแนน	Google form สรุปกฎความโน้มถ่วงสากล	ผ่านเมื่อนักเรียนสามารถตอบคำถามใน Google form ได้ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ
2. ทดลองหาความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับแรงดึงดูดระหว่างมวลตามกฎความโน้มถ่วงสากลได้ (S)	การสังเกต	เกณฑ์ประเมินทักษะการทดลอง	นักเรียนได้ผลการประเมินอยู่ในระดับตั้งแต่พอใช้ขึ้นไปตามเกณฑ์การประเมินทักษะการทดลอง
3. คำนวณหาแรงดึงดูดระหว่างมวลและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยใช้กฎความโน้มถ่วงสากลได้ (S)	การตรวจให้คะแนน	แบบฝึกหัด เรื่องกฎความโน้มถ่วงสากล	ผ่านเมื่อนักเรียนแสดงวิธีทำและหาคำตอบได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 ข้อจากทั้งหมด 3 ข้อ
4. มีความรับผิดชอบในการเรียนโดยส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามกำหนด (A)	การสังเกต	แบบบันทึกการส่งงาน	ผ่านเมื่อนักเรียนส่งงานทั้ง 3 ชิ้น ได้แก่ Google form สรุปกฎความโน้มถ่วงสากล แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองเสมือน และแบบฝึกหัด เรื่อง กฎความโน้มถ่วงสากล ตรงตามกำหนดเวลา

เกณฑ์ประเมินทักษะการทดลอง

รายการประเมิน	3	2	1
การปฏิบัติการทดลอง	ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ด้วยตนเอง	ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ด้วยตนเอง แต่ยังต้องการความช่วยเหลือหรือคำแนะนำในการทดลอง	ไม่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ด้วยตนเอง
การบันทึกผลการทดลอง	บันทึกผลได้ครบถ้วนและถูกต้องทั้งหมด	บันทึกผลได้ครบถ้วนแต่ไม่ถูกต้อง	บันทึกผลไม่ครบถ้วน
การตอบคำถามการทดลอง	ตอบคำถามในใบกิจกรรมครบถ้วนและถูกต้องเกิน 80% ของข้อคำถามทั้งหมด	ตอบคำถามในใบกิจกรรมครบถ้วนและถูกต้องเกิน 60% ของข้อคำถามทั้งหมด	ตอบคำถามในใบกิจกรรมไม่ครบถ้วนหรือถูกต้องน้อยกว่า 60% ของข้อคำถามทั้งหมด

เกณฑ์คุณภาพของทักษะการทดลอง

คะแนนรวม	ระดับ
7 - 9	ดี
4 - 6	พอใช้
น้อยกว่า 4	ควรปรับปรุง

11. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ปัญหาและอุปสรรค

1. นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถทำการทดลองจากการฟังคำอธิบายของครูหน้าชั้นเรียนได้ จะต้องได้รับคำอธิบายจากครูตอนที่ครูเข้าไปหาแต่ละกลุ่มจึงจะสามารถทำการทดลองด้วยตนเองได้ สาเหตุน่าจะมาจากนักเรียนไม่ได้ศึกษาการทดลองมาล่วงหน้าหรือนักเรียนไม่มีสมาธิในการฟังมากเพียงพอ
2. นักเรียนบางคนเล่นโทรศัพท์ แต่สามารถทำงานจนสำเร็จและงานออกมาได้คุณภาพด้วย ถือว่าเป็นเรื่องน่าแปลกใจ แต่นักเรียนน้อยคนนักที่จะมีลักษณะแบบนี้ อาจแก้ไขได้ด้วยการให้นักเรียนทำสิ่งอื่นรอ เช่น ทำแบบฝึกหัดล่วงหน้า
3. มีความวุ่นวายเล็กน้อยตอนที่ให้นักเรียนทำการทดลอง แต่ก็สามารถควบคุมให้นักเรียนสามารถทำการทดลองและติดตามครูไปตลอดจนจบคาบได้
4. จากการตรวจการบ้านของนักเรียนพบว่า มีนักเรียนบางคนคำนวณเลขผิดพลาด สาเหตุอาจเกิดจากตัวเลขที่มีความยุ่งยากซึ่งมีทั้งเลขยกกำลังและจำนวนที่เป็นทศนิยมปะปนกัน

แนวทางแก้ไข/ข้อเสนอแนะ

1. ครูอาจเน้นย้ำให้นักเรียนอ่านขั้นตอนการทดลองมาล่วงหน้าเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการทดลองมากขึ้นก่อนจะมาฟังคำอธิบายจากครูในชั้นเรียน จะทำให้นักเรียนทำการทดลองได้รวดเร็วมากขึ้น
2. การคำนวณเลขผิดพลาด ครูสามารถให้ผลป้อนกลับเป็นรายบุคคลและอาจนำโจทย์ปัญหาที่เป็นการบ้านในแบบฝึกหัดมาเฉลยและอภิปรายร่วมกันในคาบเรียนถัดไปได้ ทำให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้ร่วมกัน

3. “เมื่อผลคูณระหว่างมวลเปลี่ยนจะทำให้ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลเปลี่ยนไปด้วย” เป็นคำพูดที่น่าจะเหมาะสมกว่าการใช้คำว่า ทำให้แรงมากขึ้น เพราะเป็นการชี้ให้เห็นชัดเจนไปเลยว่าอะไรของแรงเปลี่ยน
4. ครูควรเน้นย้ำเกี่ยวกับคำว่าจุดศูนย์กลางมวลให้นักเรียนเพื่อที่นักเรียนจะได้เข้าใจชัดเจนเกี่ยวกับคำว่าจุดศูนย์กลางมวล เนื่องจากเป็นนิพจน์สำคัญสำหรับการใช้กฎความโน้มถ่วงสากล
5. ถ้ามีเวลาอาจให้นักเรียนลองใช้โปรแกรมเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ จะช่วยให้นักเรียนได้กระบวนการทดลองและสามารถแปลความหมายจากกราฟที่ตนเองเขียนได้ด้วย
6. ครูอาจจะอธิบายเพิ่มเติมถึงที่มาของค่าคงตัวโน้มถ่วงสากล G ว่ามาจากการทดลองหรือในทางคณิตศาสตร์คือคำนวณได้จากความชันของกราฟ

แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองเสมือน เรื่อง กฎความโน้มถ่วงสากล

รายวิชา ว31201 ฟิสิกส์ 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายชื่อสมาชิก

1. ชื่อ-นามสกุล..... เลขที่..... หน้าที่.....
2. ชื่อ-นามสกุล..... เลขที่..... หน้าที่.....
3. ชื่อ-นามสกุล..... เลขที่..... หน้าที่.....
4. ชื่อ-นามสกุล..... เลขที่..... หน้าที่.....
5. ชื่อ-นามสกุล..... เลขที่..... หน้าที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/.....

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบคาบนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

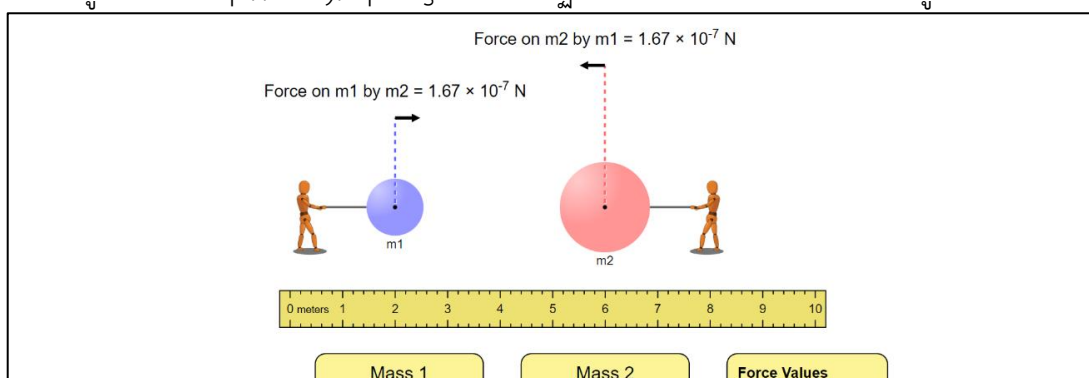
1. อธิบายลักษณะของแรงดึงดูดระหว่างมวลได้
2. อธิบายปัจจัยที่ส่งผลต่อขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลได้

วัสดุและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถใช้เข้าสู่เว็บไซต์การทดลองได้ เช่น โทรศัพท์มือถือ iPad เป็นต้น
2. เว็บไซต์ <http://bit.ly/3pl8BgH> สำหรับทำการทดลอง

วิธีการทดลองตอนที่ 1 การทดลองหาความสัมพันธ์ของผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองกับขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวล

1. เข้าสู่เว็บไซต์ <http://bit.ly/3pl8BgH> จะปรากฏหน้าจอสำหรับการทดลองดังรูป



2. คลิกเลือกแสดงขนาดของแรงที่กระทำบนวัตถุทั้งสองให้เป็น Scientific Notation (สัญกรณ์วิทยาศาสตร์)
 3. ปรับค่าของมวล m_1 (มวลก้อนสีฟ้าฝั่งซ้ายมือของจอ) และ m_2 (มวลก้อนสีแดงฝั่งขวามือของจอ) ให้เป็น 50 กิโลกรัม (kg) โดยเลื่อนที่สไลด์บาร์ด้านล่าง
 4. หาผลคูณระหว่างค่าของมวล m_1 และ m_2 ในหน่วยกิโลกรัม² (kg²)
 5. ปรับให้จุดศูนย์กลางมวล m_1 (มวลก้อนสีฟ้าฝั่งซ้ายมือของจอ) และ m_2 (มวลก้อนสีแดงฝั่งขวามือของจอ) อยู่ห่างกันเป็นระยะ 4.0 เมตร (m)
 6. อ่านขนาดของแรงที่วัตถุมวล m_2 กระทำต่อวัตถุมวล m_1 และขนาดของแรงที่วัตถุมวล m_1 กระทำต่อวัตถุมวล m_2 แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผล
 7. สังเกตทิศทางของแรงที่วัตถุมวล m_2 กระทำต่อวัตถุมวล m_1 และทิศทางของแรงที่วัตถุมวล m_1 กระทำต่อวัตถุมวล m_2 แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผล
 8. ทำซ้ำอีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนค่าของมวล m_1 หรือ m_2 (เปลี่ยนแค่มวลใดมวลหนึ่ง) เป็นค่าอื่น
- หมายเหตุ มวล m_1 และ m_2 สามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 10 กิโลกรัม (kg) ถึง 1,000 กิโลกรัม (kg)

คำถามก่อนการทดลองตอนที่ 1

1. วัตถุประสงค์ของการทดลองตอนที่ 1 คืออะไร

.....

2. การทดลองตอนที่ 1 ต้องจัดกระทำสิ่งใดให้แตกต่างกัน

.....

3. การทดลองตอนที่ 1 ต้องจัดกระทำสิ่งใดให้เหมือนกัน

.....

4. แรงดึงดูดระหว่างมวลที่กระทำบนวัตถุทั้งสองก้อนจะมีขนาดและมีทิศเป็นอย่างไร

.....

5. ตั้งสมมติฐานของการทดลองตอนที่ 1 ได้อย่างไร

.....

ผลการทดลองตอนที่ 1

ตารางบันทึกผลการทดลองหาความสัมพันธ์ของผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองกับแรงดึงดูดระหว่างมวล

ครั้งที่	มวล m_1 (มวล	มวล m_2 (มวล	ผลคูณ ระหว่างค่า	ระยะห่าง ระหว่าง	ขนาดของ แรงที่วัตถุ	ขนาดของ แรงที่วัตถุ	ทิศทาง ของแรงที่	ทิศทาง ของแรงที่

	ก้อนสีฟ้าฝั่งซ้ายมือของจอ (kg)	ก้อนสีแดงฝั่งขวามือของจอ (kg)	ของมวล m_1 และ m_2 (kg^2)	จุดศูนย์กลางของมวล m_1 และ m_2 (m)	มวล m_2 กระทำต่อวัตถุมวล m_1 (N)	มวล m_1 กระทำต่อวัตถุมวล m_2 (N)	วัตถุมวล m_2 กระทำต่อวัตถุมวล m_1	วัตถุมวล m_1 กระทำต่อวัตถุมวล m_2
1	50	50		4.0				
2				4.0				
3				4.0				
4				4.0				

คำถามหลังการทดลองตอนที่ 1

1. เมื่อผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองมีค่ามากขึ้น ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นอย่างไร และทิศของแรงที่กระทำต่อมวลทั้งสองเป็นอย่างไร

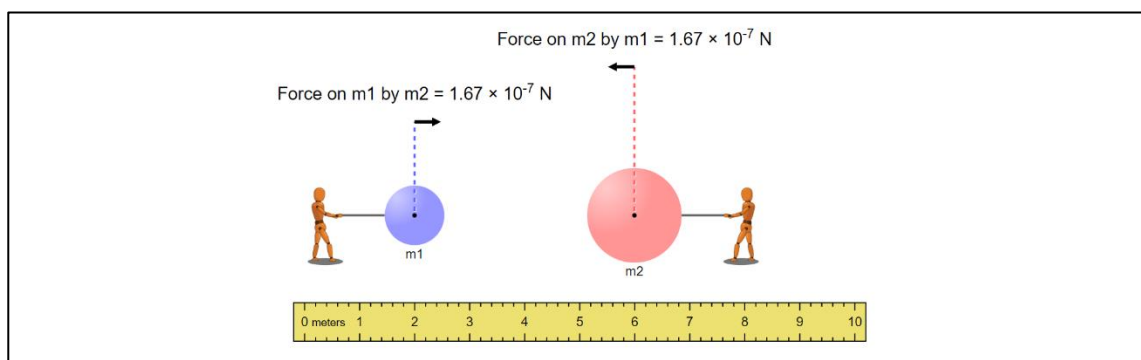
2. เมื่อผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองมีค่าน้อยลง ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นอย่างไร และทิศของแรงที่กระทำต่อมวลทั้งสองเป็นอย่างไร

3. สรุปความสัมพันธ์ของผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองกับขนาดแรงดึงดูดระหว่างมวลได้อย่างไร

4. แรงดึงดูดระหว่างมวลที่กระทำบนวัตถุทั้งสองก้อนมีขนาดและมีทิศเป็นอย่างไร

วิธีการทดลองตอนที่ 2 การทดลองหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างมวลทั้งสองกับขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวล

1. เข้าสู่เว็บไซต์ <http://bit.ly/3pl8BgH> จะปรากฏหน้าจอสำหรับการทดลองดังรูป



2. คลิกเลือกแสดงขนาดของแรงที่กระทำบนวัตถุทั้งสองให้เป็น Scientific Notation (สัญกรณ์-วิทยาศาสตร์)
 3. ปรับค่าของมวล m_1 (มวลก้อนสีฟ้าฝั่งซ้ายมือของจอ) และ m_2 (มวลก้อนสีแดงฝั่งขวามือของจอ) ให้เป็น 200 กิโลกรัม (kg) โดยเลื่อนที่สไลด์บาร์ด้านล่าง
 4. หาผลคูณระหว่างค่าของมวล m_1 และ m_2 ในหน่วยกิโลกรัม² (kg²)
 5. ปรับให้จุดศูนย์กลางของมวล m_1 (มวลก้อนสีฟ้าฝั่งซ้ายมือของจอ) และ m_2 (มวลก้อนสีแดงฝั่งขวามือของจอ) อยู่ห่างกันเป็นระยะ 2.0 เมตร (m)
 6. อ่านขนาดของแรงที่วัตถุมวล m_2 กระทำต่อวัตถุมวล m_1 และขนาดของแรงที่วัตถุมวล m_1 กระทำต่อวัตถุมวล m_2 แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผล
 7. สังเกตทิศทางของแรงที่วัตถุมวล m_2 กระทำต่อวัตถุมวล m_1 และทิศทางของแรงที่วัตถุมวล m_1 กระทำต่อวัตถุมวล m_2 แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผล
 8. ทำซ้ำอีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของมวล m_1 และ m_2 ให้เป็นค่าอื่น
- หมายเหตุ ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของมวล m_1 และ m_2 สามารถปรับให้ห่างกันได้มากที่สุด 10.0 เมตร

คำถามก่อนการทดลองตอนที่ 2

1. วัตถุประสงค์ของการทดลองตอนที่ 2 คืออะไร

.....

2. การทดลองตอนที่ 2 ต้องจัดกระทำสิ่งใดให้แตกต่างกัน

.....

3. การทดลองตอนที่ 2 ต้องจัดกระทำสิ่งใดให้เหมือนกัน

.....

4. วัดระยะห่างระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองด้วยเครื่องมือใด และวัดจากจุดใดไปถึงจุดใด

.....

5. แรงดึงดูดระหว่างมวลที่กระทำบนวัตถุทั้งสองก้อนจะมีขนาดและมีทิศเป็นอย่างไร

.....

6. ตั้งสมมติฐานของการทดลองตอนที่ 2 ได้อย่างไร

ผลการทดลองตอนที่ 2

ตารางบันทึกผลการทดลองหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างมวลทั้งสองกับแรงดึงดูดระหว่างมวล

ครั้งที่	มวล m_1 (มวล ก้อนสี ฟ้าฝั่ง ซ้ายมือ ของจอ) (kg)	มวล m_2 (มวล ก้อนสี แดงฝั่ง ขวามือ ของจอ) (kg)	ผลคูณ ระหว่างค่า ของมวล m_1 และ m_2 (kg^2)	ระยะห่าง ระหว่าง จุด ศูนย์กลาง ของมวล m_1 และ m_2 (m)	ขนาดของ แรงที่วัตถุ มวล m_2 กระทำต่อ วัตถุมวล m_1 (N)	ขนาดของ แรงที่วัตถุ มวล m_1 กระทำต่อ วัตถุมวล m_2 (N)	ทิศทาง ของแรงที่ วัตถุมวล m_2 กระทำต่อ วัตถุมวล m_1	ทิศทาง ของแรงที่ วัตถุมวล m_1 กระทำต่อ วัตถุมวล m_2
1	200	200		2.0				
2	200	200						
3	200	200						
4	200	200						

คำถามหลังการทดลองตอนที่ 2

1. เมื่อระยะห่างระหว่างมวลทั้งสองมากขึ้น ทำให้ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นอย่างไร และทิศของแรงที่กระทำต่อมวลทั้งสองเป็นอย่างไร

2. เมื่อระยะห่างระหว่างมวลทั้งสองน้อยลง ทำให้ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นอย่างไร และทิศของแรงที่กระทำต่อมวลทั้งสองเป็นอย่างไร

3. สรุปความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองกับขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลได้อย่างไร

4. แรงดึงดูดระหว่างมวลที่กระทำบนวัตถุทั้งสองก้อนมีขนาดและมีทิศเป็นอย่างไร

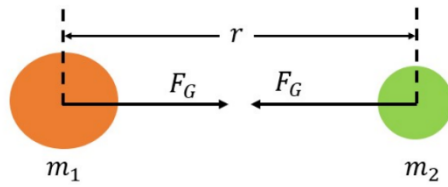
ใบงานที่ 3.4 เรื่อง กฎความโน้มถ่วงสากล

รายวิชา ว31201 ฟิสิกส์ 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

1. กฎความโน้มถ่วงสากล (Newton's law of universal gravitation)



เขียนเป็นสมการได้ว่า

เมื่อ คือ มีหน่วยเป็น
 คือ มีค่าเท่ากับ
 คือ มีหน่วยเป็น
 คือ มีหน่วยเป็น

ข้อสังเกต การวัดระยะห่างระหว่างมวลทั้งสองก้อนจะวัดจาก
 และแรงดึงดูดระหว่างมวลที่กระทำบนวัตถุทั้งสองก้อนเป็นไปตาม

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้กฎความโน้มถ่วงสากล

1. จงคำนวณหาขนาดของแรงดึงดูดระหว่างโลกกับดวงจันทร์ ซึ่งโลกมีมวล 5.98×10^{24} กิโลกรัม และดวงจันทร์มีมวล 7.36×10^{22} กิโลกรัม และระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของโลกกับดวงจันทร์เท่ากับ 3.84×10^8 เมตร กำหนดให้ค่าคงตัวโน้มถ่วงสากลเท่ากับ $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$

2. จงคำนวณหาขนาดของแรงดึงดูดระหว่างโลกซึ่งมีมวล 5.98×10^{24} กิโลกรัม กับวัตถุชิ้นหนึ่งซึ่งมีมวล 1.00 กิโลกรัม วางอยู่ที่ผิวโลก ณ บริเวณเส้นศูนย์สูตร เมื่อกำหนดให้รัศมีของโลกมีค่า 6.38×10^6 เมตร และค่าคงตัวโน้มถ่วงสากลเท่ากับ $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$

This image shows a blank sheet of white paper with ten sets of horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. Each set consists of three parallel dashed lines, providing a guide for letter height and placement. The lines are evenly spaced across the page.

1. จงคำนวณหาขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุสองก้อนซึ่งมีมวล 50.0 และ 60.0 กิโลกรัม และอยู่ห่างกันเป็นระยะ 2 เมตร กำหนดค่าคงตัวโน้มถ่วงสากลเท่ากับ $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. แดงโมมวล 1.0 กิโลกรัม และมะพร้าวมวล 1.0 กิโลกรัม อยู่ห่างกันเป็นระยะ 1.0 เมตร จงหาว่าแรงดึงดูดระหว่างแดงโมและมะพร้าวมีขนาดเท่าใด กำหนดค่าคงตัวโน้มถ่วงสากลเท่ากับ $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. พิจารณาแรงดึงดูดระหว่างดาว 2 ดวง ดาว A มีมวลเป็น m_A และดาว B มีมวลเป็น m_B จุดศูนย์กลางของดาวทั้ง 2 ดวงอยู่ห่างกันเป็นระยะ R หากตอนหลังดาว A มีมวลเป็น 4 เท่าของมวลเดิม และจุดศูนย์กลางของดาวทั้ง 2 ดวงอยู่ห่างกันเป็นระยะ 4 เท่าของระยะห่างเดิม ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างดาวทั้ง 2 ดวงในตอนหลังจะมีค่าเป็นกี่เท่าเมื่อเทียบกับตอนแรก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....