

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาฟิสิกส์

รหัสวิชา ว30101

โดย

นางปานรดา ปัญหนองสา

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30101 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลา 60 ชั่วโมง

ศึกษาการค้นคว้าความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี การวัดและการรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ หลักการของกลศาสตร์ในเรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรง แรงแรง การหาแรงลัพธ์ ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน การเขียนแผนภาพวัตถุอิสระ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่งๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติ การทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิด และการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้น และอธิบายการค้นคว้าความรู้ทางฟิสิกส์ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของ หลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี
 2. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำ ความคลาดเคลื่อนในการ วัดมาพิจารณาในการนำ เสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปล ความหมายจากกราฟเส้นตรง
 3. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของ การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่า ความเร่งโน้มถ่วงของโลก และค่า นวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
 4. อธิบายแรง รวมทั้งทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน
 5. เขียนแผนภาพวัตถุอิสระ ทดลองและอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
 6. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณ ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
 7. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่งๆ ในกรณีที่วัตถุ หยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ คู่หนึ่งๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน
- รวมทั้งหมด 7 ผลการเรียนรู้



โครงสร้างรายวิชา

โครงสร้างรายวิชา ฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30101 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลา 60 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 1

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	รายละเอียดในหน่วยการเรียนรู้			
		ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (คะแนน)
1	ธรรมชาติ และ พัฒนาการ ทางฟิสิกส์	1. สืบค้น และอธิบายการ ค้นหาความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งการพัฒนาการของ หลักการและแนวคิดทาง ฟิสิกส์ที่มีผลต่อการ แสวงหาความรู้ใหม่และ การพัฒนาเทคโนโลยี 2. วัด และรายงานผลการ วัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ ถูกต้องเหมาะสม โดยนำ ความคลาดเคลื่อนในการ วัดมาพิจารณาในการนำ เสนอผล รวมทั้งแสดงผล การทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปล ความหมายจากกราฟ เส้นตรง	- ธรรมชาติของฟิสิกส์ - การวัดและการบันทึกผล การวัดทางฟิสิกส์ - การทดลองทางฟิสิกส์	15	30
ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	รายละเอียดในหน่วยการเรียนรู้			
		ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (คะแนน)
2	การเคลื่อนที่ แนวตรง	3. ทดลอง และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง ของ การเคลื่อนที่ของวัตถุ ในแนวตรงที่มีความเร่งคง ตัวจากกราฟและสมการ	- ตำแหน่ง - การกระจัดและระยะทาง - อัตราเร็วและความเร็ว - ความเร่ง - กราฟของการเคลื่อนที่แนว ตรง	21	35

		รวมทั้งทดลองหาค่า ความเร่งโน้มถ่วงของโลก และค่า นวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	- สมการสำหรับการเคลื่อนที่ แนวตรง - การตกแบบเสรี		
3	แรงและกฎ การเคลื่อนที่	4. อธิบายแรง รวมทั้ง ทดลองและอธิบายการหา แรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ ทำมุมต่อกัน 5. เขียนแผนภาพวัตถุอิสระ ทดลองและอธิบายกฎการ เคลื่อนที่ของนิวตันและ การใช้กฎการเคลื่อนที่ ของนิวตันกับสภาพการ เคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้ง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง 6. อธิบายกฎความโน้มถ่วง สากลและผลของสนาม โน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมี น้ำหนัก รวมทั้งคำนวณ ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	- แรง - การหาแรงลัพธ์ - มวลแรงและกฎการ เคลื่อนที่ - แรงเสียดทาน - แรงดึงดูดระหว่างมวล - การประยุกต์ใช้กฎการ เคลื่อนที่	24	35
ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	รายละเอียดในหน่วยการเรียนรู้			
		ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (คะแนน)
		7. วิเคราะห์ อธิบาย และ คำนวณแรงเสียดทาน ระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ คู่หนึ่งๆ ในกรณีที่วัตถุ หยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหา สัมประสิทธิ์ความเสียด ทานระหว่างผิวสัมผัสของ วัตถุ คู่หนึ่งๆ และนำ ความรู้เรื่องแรงเสียดทาน ไปใช้ในชีวิตประจำวัน			
รวมทั้งสิ้น				60	100

เกณฑ์การผ่านการประเมิน

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50

ช่วงคะแนน (ร้อยละ)	เกรด
80 ขึ้นไป	4
75-79	3.5
70-74	3
65-69	2.5
60-64	2
55-59	1.5
50-54	1
ต่ำกว่า 50	0

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์

จำนวน 12 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติ

จำนวน 3 คาบ

1. สาระสำคัญ

มนุษย์สมัยก่อนมีความเชื่อว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น พายุร้องฟ้าผ่า ฝนตก เป็นการกระทำของพระเจ้า ภูตผีปีศาจ จนได้มีการพัฒนาความรู้จากการสังเกต บันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ เพื่อหาข้อสรุปของความสัมพันธ์ต่างๆ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. อธิบายพัฒนาการทางความรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (K)
2. สรุปองค์ความรู้ที่ได้เรียนเป็นของตนเองได้ (P)
3. ส่งงานตามกำหนดเวลา (A)

3. สาระการเรียนรู้

มนุษย์สมัยก่อนมีความเชื่อว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น พายุร้องฟ้าผ่า ฝนตก เป็นการกระทำของพระเจ้า ภูตผีปีศาจ จนได้มีการพัฒนาความรู้จากการสังเกต บันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ เพื่อหาข้อสรุปเป็นคำอธิบายจนมีหลักฐานมายืนยันและมีความน่าเชื่อถือในที่สุด

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

4.1 ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูให้นิยาม พายุ ให้นักเรียนดู จากนั้นถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้

- นักเรียนเห็นรูปอะไร (พายุ)
- นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

(พายุ เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดจากการถ่ายเทประจุไฟฟ้าจำนวนมากระหว่างวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า)

- นักเรียนคิดว่าคนสมัยก่อนคิดว่า พายุ เกิดจากสาเหตุใด ทำถึงคิดเช่นนั้น

(พายุเกิดจากลมมรสุมหรือพายุฝน เมฆมาล่อแก้ว เพราะคนสมัยก่อนยังไม่มีความรู้

พอและยึดถือความเชื่อเรื่องเทพ ภูตผีปีศาจ)

4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูแจกใบความรู้เกี่ยวกับประวัติการศึกษาหาความรู้เรื่องพายุ
 2. ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ได้ จากนั้นให้ประเด็นในการศึกษาดังนี้
- ในระยะแรกมนุษย์ในอดีตอธิบายการเกิดพายุอย่างไร
 - ผู้ที่เริ่มทำการศึกษาพายุคนแรกคือใคร มีปัจจัยอะไรจูงใจให้ศึกษา
 - ลำดับพัฒนาการการศึกษาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์พายุเป็นอย่างไร

4.3 ขั้นสรุปและอภิปราย

ครูถามนักเรียนโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- ใครเป็นผู้เริ่มศึกษาเพื่อหาคำอธิบายปรากฏการณ์พายุ
- (เบนจามิน แฟรงคลิน)

- ผู้ทำการศึกษาเพื่อหาคำอธิบายปรากฏการณ์ฟ้าผ่าในยุคแรกมีวิธีการศึกษาอย่างไร (ชักว่าวที่ผูกกุญแจโลหะ)
- คำอธิบายปรากฏการณ์จากอดีตกับความรู้ที่ได้จากการศึกษาในภายหลัง ข้อความรู้ใดมีความน่าเชื่อถือกว่ากัน เพราะเหตุใด
(ความรู้ที่ได้จากการศึกษาในภายหลัง เพราะมีการรวบรวมข้อมูลการทดลองและวิเคราะห์ผลอย่างเป็นระบบ)
- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรียงลำดับการอธิบายปรากฏการณ์ฟ้าผ่าจากอดีตจนได้ข้อสรุปของปรากฏการณ์ฟ้าผ่า
 1. จากเทพเจ้า
 2. การทดลองของเบนจามิน แฟรงคลิน
 3. การถ่ายภาพความเร็วสูง
 4. การวัดกำลังของสนามไฟฟ้า มาประเมินโครงสร้างของประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆยามฟ้าคะนอง และประจุไฟฟ้าที่ถูกถ่ายทอดลงดินในยามฟ้าผ่าของวิลสัน
 5. นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน K. Berger เป็นผู้แรกที่จัดระบบฟ้าผ่า ตามแหล่งที่มาว่ามาจากก้อนเมฆหรือพื้นดิน

4.4 ขยายความรู้

ครูถามนักเรียนโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- นอกจากปรากฏการณ์ฟ้าผ่าแล้ว ยังมีปรากฏการณ์ใดอีกบ้างที่มนุษย์ในอดีตใช้ความเชื่อมาอธิบาย แล้วภายหลังมีการศึกษาจนได้คำอธิบายที่น่าเชื่อถือ อย่างไร
(แผ่นดินไหว, ฝนตก, พระอาทิตย์สีแดงในยามเย็น ฯลฯ)

4.5 ขั้นประเมิน

ครูถามคำถามดังนี้

- นักวิทยาศาสตร์ในอดีตใช้วิธีการใดในการศึกษาหาความรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ
(การสังเกต ทดลอง บันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล)
- ยกตัวอย่างปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มนุษย์ในอดีตใช้กระบวนการ การสังเกต บันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล จนได้ข้อมูลที่แน่นอน
(การสังเกตฤดูกาล, จำนวนวันในการโคจรรอบโลกของดวงจันทร์, จำนวนวันในการโคจรรอบดาวอาทิตย์ของโลก)

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1
2. รูปฟ้าผ่า
3. หนังสือเรียน

6. การวัดและประเมินผล

วัตถุประสงค์	เครื่องมือ	วิธีวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายพัฒนาการทางความรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ	- แบบฝึกหัดที่1	ตรวจงาน	นักเรียนสามารถอธิบายพัฒนาการทางความรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ถูกต้อง 80%
2.สรุปองค์ความรู้ที่ได้เรียนเป็นของตนเองได้	-บันทึกหลังการเรียนรู้	ตรวจงาน	นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ที่ได้เรียนเป็นของตนเองตรงตามเนื้อหาที่เรียนได้ 80%
3.ส่งงานตามกำหนดเวลา	- แบบสังเกตพฤติกรรม	สังเกต	นักเรียนสามารถทำงานที่ได้รับมอบหมายได้เสร็จได้ทันเวลาที่ครูกำหนดได้ร้อยละ80 ของนักเรียนทั้งชั้น

ใบความรู้ที่ 1 ฟาผ่า

ผู้เขียน : พวงร้อย

เนื้อหาย่อ : ตำนาน ประวัติศาสตร์ความเข้าใจ พิธีกรรมของฟาผ่า
ประวัติศาสตร์การศึกษาเรื่องฟาผ่า



ตั้งแต่โบราณกาลมาแล้ว มนุษย์ก็ได้รับรู้ปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ และพยายามทำความเข้าใจ หาคำอธิบายถึงที่มาของปรากฏการณ์เหล่านี้

ปรากฏการณ์ที่น่ากลัวที่สุดอย่างหนึ่งในธรรมชาติ ก็คงจะเป็น ฟาผ่า ด้วยพลังอันมหาศาล แม้จะทำลายมนุษย์ได้เพียงทีละคน แต่ความตึงเครียดใจในความน่าสพรึงกลัว ก็ไม่แพ้ปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างอื่น มนุษย์เราจึงมีตำนานเทพที่เป็นเจ้าแห่งฟาผ่า หรือมีสายฟ้าเป็นอาวุธ ปรากฏมาแต่เมื่อเริ่มมีการบันทึกทางประวัติศาสตร์ หลักฐานเก่าแก่ที่สุด เป็นของชาว Akkadian (ประมาณ ๒๒๐๐ ปีก่อนคริสตศักราช) เป็นแผ่นตราเทพิตา Zarpenik ในมือถือสายฟ้าเป็นอาวุธ ประทับทรงอสูรกริฟฟอน และสมัยต่อมา ชาวเอเชียกลางก็มีเทพที่ใช้สายฟ้าเป็นอาวุธต่อเนื่องมาไม่ขาด เทพแห่งดินฟ้าอากาศ Teshub ของชาวฮิตไตต์ ในสมัย ๑๐๐ ปีก่อน ค.ศ. ก็ถือสามง่ามสายฟ้าเป็นอาวุธ และต่อมา ชาวกรีกก็รับช่วงให้เทพผู้ยิ่งใหญ่ที่สุด คือ ซีอุส (ดังภาพบน) ถือสายฟ้าเป็นอาวุธเช่นกัน



และในทางตะวันออก ชาวจีนก็มี เทพิตาเทียนหมู่ เป็นเทพแห่งสายฟ้า พระนางถือกระจกกสองบาน ใช้เป็นที่ส่งสายฟ้าลงมายังพื้นโลก โดยมี หลี่ซู่ เป็นเทพแห่งฟ้าร้องและมี หลี่กุง แบกกลองเป็นผู้ช่วย (ภาพค้อนของธอร์ ที่ทำเป็นจี้สายสร้อย ใช้ห้อยคอเป็นเครื่องรางของชาวไวคิง) ในยุโรปภาคเหนือ พวก นอร์สแมน

หรือชาวโนร์เวย์โบราณที่เรารู้จักกันว่า พวกไวกิง ก็มีเทพสูงสุดคือ ธอร์ ซึ่งเป็นเทพแห่งสายฟ้า โดยมีความเชื่อว่า ธอร์ มีขวานวิเศษที่เมื่อตีกระทบทั้ง ก็จะเกิดสายฟ้าขึ้นมา เครื่องรางที่ขลังที่สุดของชาวโนร์คือ ค้อนของธอร์ ที่มักจะทำเป็นเครื่องรางห้อยคอกัน

อริสโตเติล(๓๘๔-๓๒๒ ก่อน ค.ศ.)ปราชญ์คนสำคัญชาวกรีก เป็นผู้พยายามให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ธรรมชาติเป็นครั้งแรก ในศตวรรษที่ ๔ ก่อนคริสตวรรษ โดยเขียนหนังสือ Meteorologica ซึ่งเป็นหนังสือ ๔ ชุด ชุดแรกอธิบายเรื่องของดาวหาง ลม ฝน เมฆ แม่น้ำ ลำธาร น้ำค้าง ลูกเห็บ และอุตุนิยมวิทยา รวมทั้งทฤษฎีเรื่อง ดิน น้ำ ลม ไฟ ชุดที่สอง อธิบายเรื่องทะเล แผ่นดินไหว ฟ้าผ่า และฟ้าร้อง ชุดที่สาม เป็นเรื่องพายุเฮอริเคน วังวน และเรื่องแสง ส่วนเล่มสุดท้าย อธิบายถึงคุณสมบัติของสิ่งที่ร้อน หนาว แห้ง และเปียก

คำว่าบรรยากาศ atmosphere ก็เป็นคำที่มาจากภาษากรีก โดยคำว่า atmos แปลว่า ไอน้ำ atmosphere จึงแปลว่า ดินแดนของไอน้ำ แต่วิธีการให้คำอธิบายของอริสโตเติล ก็ได้มาจากการคาดเดา การประเมินเอาเองทั้งสิ้น ไม่ได้อาศัยการทดลอง สำนวน บันทึบ ดังที่นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันกระทำกัน ความเข้าใจของอริสโตเติลส่วนใหญ่ จึงเป็นอัตวิสัย ที่ได้ถูกนักวิทยาศาสตร์รุ่นต่อมาหักล้างไปมากแล้ว

แต่ความเชื่อแบบอริสโตเติล ก็เป็นรากฐานสำคัญทางความคิดในยุโรปก่อนที่จะเกิดวิทยาศาสตร์ ปัจจุบันขึ้นมา ในยุคกลางของยุโรป เชื่อกันว่า ฟ้าผ่า ฟ้าร้อง เกิดจากภูติผีชั่วร้าย ที่จะกำจัดได้ก็ด้วยเสียงระฆัง โบสถ์ คราใดที่มีพายุฟ้าคะนอง พนักงานโบสถ์ก็จะไปตั้งเชือกสั้นลั่นระฆังดังก้อง เพื่อไล่วิญญาณร้ายไม่ให้มา กล้ำกรายชาวบ้านเมือง ระฆังโบสถ์มักจะสลักคำละตินว่า Fulgura Frango ซึ่งแปลว่า "ข้าจะทำให้สายฟ้าสลายตัว"



(ภาพวาดรูประฆังโบสถ์ บรรทัดสุดท้าย เป็นคำว่า Fulgura Frango)

แต่ความที่โบสถ์คริสต์ มักจะมีหลังคาทรงสูงกว่าบ้านเรือนทั่วไป และยังมีไม้กางเขนตั้งเด่นเป็นสง่าบนยอดสูงสุดเสียด้วย จึงกลับเป็นที่ดึงดูดให้โดนฟ้าผ่ายิ่งกว่าสถานก่อสร้างอื่นใด จึงมักจะเป็นแห่งแรกในเมืองที่โดนฟ้าผ่าเสียหาย อาชีพลั่นระฆังโบสถ์จึงมีความเสี่ยงตายสูงมาก เมื่อมีการจดบันทึกทำสถิติ ปรากฏว่าระหว่างปี ค.ศ. ๑๗๕๓ ถึง ปี ๑๗๘๖ เป็นเวลา ๓๓ ปี ในประเทศฝรั่งเศส โบสถ์คริสต์ถูกฟ้าผ่า ๓๘๖ โบสถ์ พนักงานลั่นระฆัง ถูกฟ้าผ่าเสียชีวิตไป ๑๐๓ คน ในปี ค.ศ. ๑๗๘๖ รัฐบาลฝรั่งเศสจึงสั่งให้เลิกธรรมเนียมปฏิบัติที่มีการลั่นระฆังในเวลาฟ้าคะนอง

และในคริสต์ศตวรรษที่ ๑๘ ชาวยุโรปก็มักจะนำดินปืนไปไว้ในห้องเก็บของของวัด คงเพราะเป็นทีเดียวในเมืองที่มีห้องเก็บของนิรภัย แต่ก็ปรากฏว่า เมื่อโบสถ์ถูกฟ้าผ่า ดินปืนก็ยิ่งก่อความเสียหายร้ายแรงยิ่งขึ้นไปอีก ในปี ค.ศ. ๑๗๖๙ เกิดฟ้าผ่าที่โบสถ์วิหาร St. Nazaire ใน Brescia ประเทศอิตาลี ซึ่งชาวเมืองได้เก็บดินปืนไว้ในห้องนิรภัยของโบสถ์เป็นจำนวนหลายตัน เกิดระเบิดเพลิงไหม้ทั้งเมืองเสียหายไปถึงหนึ่งในหก

ของอาคารบ้านเรือน มีผู้เสียชีวิตถึงสามพันกว่าคน จนแม้มาถึงปี ค.ศ. ๑๘๕๖ ก็ยังมีเหตุการณ์ทำนองนี้เกิดขึ้นอีก เมื่อฟ้าผ่าโบสถ์ St. Jean ที่ Island of Rhodes มีผู้เสียชีวิตถึงสี่พันคน



เบนจามิน แฟรงคลิน ได้ทำการทดลองฟ้าผ่าอันเลื่องชื่อเมื่อปี ค.ศ. ๑๗๕๒ โดยชักว่าวที่ผูกกุญแจโลหะ เพื่อพิสูจน์ว่า ฟ้าผ่าเป็นปรากฏการณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งท่านได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับปรากฏการณ์ฟ้าผ่าว่าเกิดจากกระแสไฟฟ้า แฟรงคลินได้ให้ความสนใจศึกษาเรื่องไฟฟ้า และฟ้าผ่า ที่สำคัญคือวิธีป้องกันความเสียหายของทรัพย์สินจากฟ้าผ่า ด้วยการตั้งสายล่อฟ้าบนหลังคา ที่คนเรียกกันติดปากว่า Franklin's Rod ก็เริ่มมีคนนำมาใช้กัน

(การทดลองของ เบนจามิน แฟรงคลิน โดย Dave Joly แห่ง National Geographic Society)

แฟรงคลินมีข้อจำกัดทางเทคโนโลยี หลายอย่างก็วัดไม่ได้ต้องใช้สมมติฐานเอา บางสมมติฐานก็ผิด เช่น แฟรงคลิน ไม่ได้เข้าใจถึงอันตรายที่แท้จริงของการทดลองของท่าน โดยเฉพาะเรื่องการศึกษาสายล่อฟ้า โชคดีที่ตัวท่านเองไม่ได้รับอันตรายแต่อย่างใด จากการทดลองเสี่ยงตายหลายครั้ง ในขณะที่ นักวิทยาศาสตร์คนอื่นในยุโรปที่เอาวิธีไปใช้ในภายหลัง มิได้โชคดีเช่นนั้น ชาวรัสเซียชื่อ G.W. Richmann ได้เลียนแบบการทดลองห้อยล่อฟ้าที่เรียกว่า sentry box ที่มีเสาโลหะสูงๆขึ้นไปล่อฟ้าผ่า เมื่อวันที่ ๖ สิงหาคม ของปี ค.ศ. ๑๗๕๒ สายฟ้าฟาดอุปกรณ์ที่ไม่ได้ต่อสายลงดิน ในอพาร์ทเมนต์ของเขาที่กรุงเซนต์ปีเตอส์เบิร์ก ยังผลให้ริชมานสิ้นใจในทันที

ทั้งๆที่มีตัวอย่างพิสูจน์ให้เห็นว่า อาคารที่ติดตั้งเสาล่อฟ้าของแฟรงคลิน รอดพ้นจากฟ้าผ่า ในขณะที่อาคารใกล้เคียง ที่แม้จะต่ำกว่า ก็ยังโดนฟ้าผ่า แต่คนก็ยังไม่ยอมรับกันมาก เพราะการติดตั้งสายล่อฟ้าดูเหมือนเป็นการลบหลู่พระเจ้า คนส่วนใหญ่ยังเชื่อว่าการติดตั้งสายล่อฟ้า เท่ากับเป็นการแสดงว่า ไม่เชื่อในความปรานีของพระเจ้าเป็นเจ้า ที่จะทรงปกป้องผู้กระทำความดี และมีแต่จะลงโทษผู้ทำความชั่ว แต่โบสถ์แล้วโบสถ์เล่า ต้องกลายเป็นเถาถ่านไป ระหว่างปี ค.ศ. ๑๓๘๘ ถึงปี ๑๗๖๒ โบสถ์ Campanile แห่ง San Marcos ในเมืองเวนิซ ถูกฟ้าผ่าและไฟไหม้ชนิดไม่เหลือซากถึงเก้าครั้ง ในปี ค.ศ. ๑๗๖๖ ก็ได้มีการติดตั้งสายล่อฟ้าของแฟรงคลิน แต่ก็ไม่ได้เกิดฟ้าผ่าโบสถ์ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา

แม้เมื่อ เบนจามิน แฟรงคลิน ได้พิสูจน์ว่า ฟ้าผ่าเกิดจากกระแสไฟฟ้า และสามารถวัดกำลังไฟฟ้าได้ร่วม ๑๕๐ ปีแล้ว การทำความเข้าใจก็ไม่ได้คืบหน้ามากนัก เพราะการสังเกตการณ์ด้วยตาเปล่า มิได้ช่วยให้ได้ข้อมูลอะไรมา จนกระทั่งในปลายคริสต์ศตวรรษที่ ๑๙ เมื่อเรามีเทคโนโลยีการถ่ายภาพ และความเข้าใจในเรื่องสเปกตรัม จนสามารถสร้างกล้องบันทึกสเปกตรัมของแสง เพื่อนำมาคำนวณพลังงานของกระแสไฟฟ้าจากสเปกตรัมได้ จึงได้เริ่มมีความคืบหน้าในการศึกษาวิจัยทางฟิสิกส์ของฟ้าผ่าได้อีก

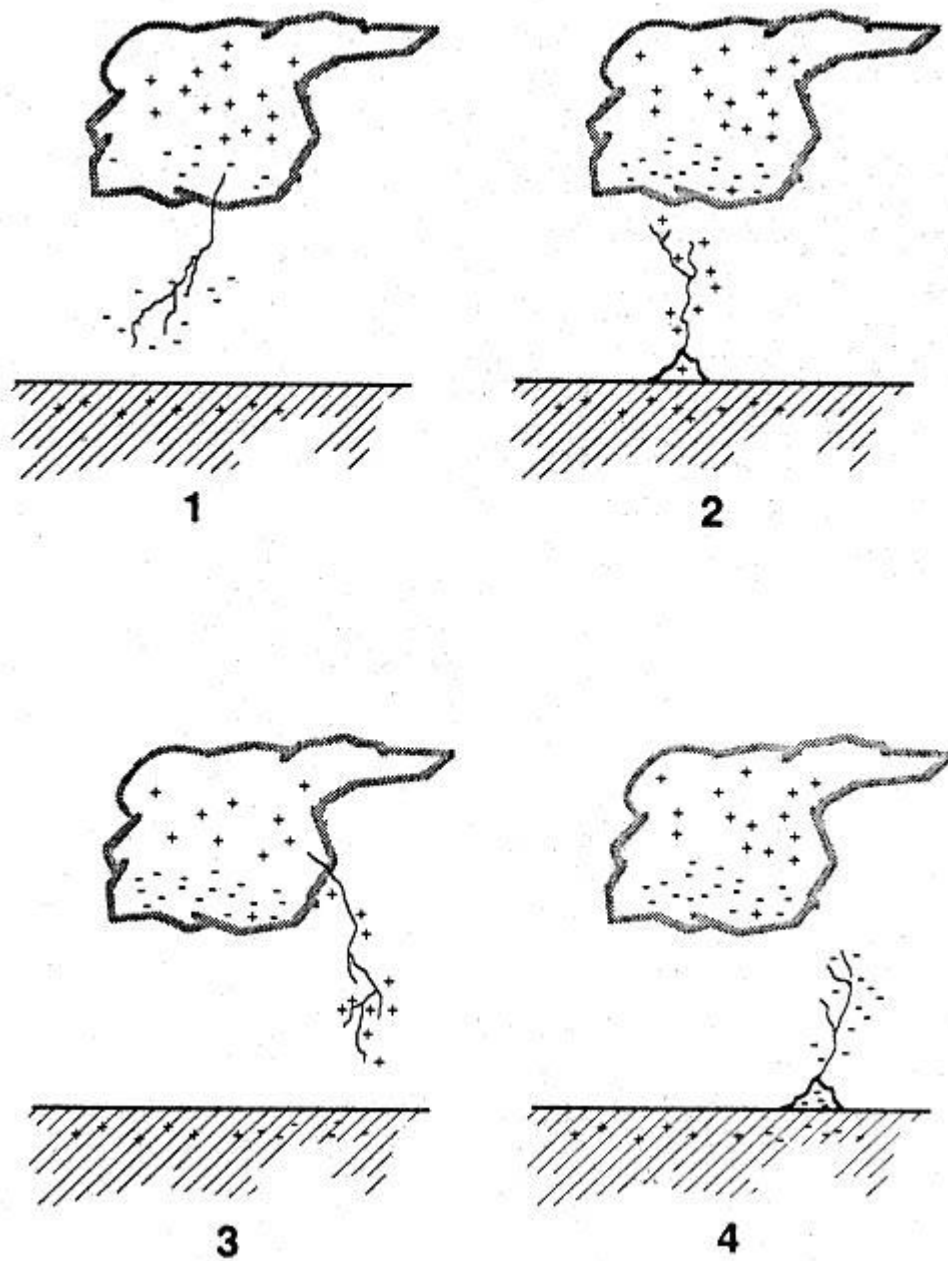
บรรดานักวิทยาศาสตร์รุ่นแรกๆ ที่ใช้การถ่ายภาพความเร็วสูงมาจับภาพฟ้าผ่าเพื่อการศึกษาเรื่องฟ้าผ่าก็มี ชาวอังกฤษ Hoffert ในปี ค.ศ. ๑๘๘๙ ชาวเยอรมัน Weber(๑๘๘๙), Walter(๑๙๐๒) และชาวอเมริกัน Larsen(๑๙๐๕) ส่วนผู้ที่ทำการวัดกระแสไฟฟ้าเป็นครั้งแรกคือชาวเยอรมัน Pockett ในปี ค.ศ. ๑๘๙๗, ๑๘๙๘ และปี ๑๙๐๐ ซึ่งใช้วิธีวิเคราะห์สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น ที่ยังมีหลงเหลืออยู่ในหินบะซอลต์

การศึกษาเรื่องฟ้าผ่าที่นับว่าเป็นการเริ่มต้นของยุคปัจจุบัน นับได้ว่าเกิดขึ้นในช่วงคริสต์ทศวรรษที่ ๑๙๒๐ และ ๑๙๓๐ เมื่อ C.T.R. Wilson นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ได้เริ่มศึกษาฟ้าผ่าอย่างจริงจัง และนำความเข้าใจมาเสริมความรู้ทางด้านอนุภาคกำลังสูง จนได้รับรางวัลโนเบล ด้วยผลงานการทำห้องทำเมฆจำลอง

วิลสันเป็นท่านแรก ที่ใช้การวัดกำลังของสนามไฟฟ้า มาประเมินโครงสร้างของประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆยามฟ้าคะนอง และประจุไฟฟ้าที่ถูกถ่ายทอดลงดินในยามฟ้าผ่า เป็นการเริ่มต้นการวิจัยฟ้าผ่ามาให้ความรู้เราจนถึงปัจจุบัน และมีการศึกษาวิจัยมากที่สุด มาตั้งแต่ ค.ศ. ๑๙๗๐ เป็นต้นมา สาเหตุที่เราทุ่มเทให้ความสนใจเรื่องฟ้าผ่ากันมาก ก็เนื่องจากภัยอันตรายจากฟ้าผ่า ต่อเครื่องบิน และยานอวกาศ รวมทั้งการสื่อสารคมนาคม ตลอดจนโรงไฟฟ้าใหญ่ๆทั่วโลก เนื่องด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ จะได้รับผลกระทบมาก โลกของเราที่ต้องพึ่งอุปกรณ์เหล่านี้มากขึ้นทุกวัน ก็จำเป็นต้องหาทางเข้าใจภัยอันตรายต่างๆอันจะนำผลเสียทางเศรษฐกิจมากมายมาให้

ฟ้าผ่าเกิดขึ้นเมื่อเมฆที่มีประจุไฟฟ้าสูงๆสะสมกันมาก จนสามารถส่งกระแสกระโดดข้ามตัวกลางที่ไม่ใช่ตัวนำที่ดีคืออากาศ ได้นับเป็นกิโลเมตร ตัวก่อให้เกิดฟ้าผ่าที่มีมากที่สุดคือ เมฆที่ทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง หรือ thunderstorm clouds ที่นักอุตุนิยมวิทยาเรียกว่า cumulonimbus (คิวมูลอนิมบัส) ฟ้าผ่าอาจเกิดขึ้นได้ในเมฆชนิดอื่นอยู่บ้าง แต่งานวิจัยแทบจะทั้งหมด เน้นศึกษาแต่เมฆเฉพาะกลุ่มนี้ เพราะมันอยู่ใกล้พื้น จึงสังเกตการณ์ได้ง่ายที่สุด และจะเป็นฟ้าผ่าพวกที่กระทบเรามากที่สุดด้วย

นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน K. Berger เป็นผู้แรกที่จัดระบบฟ้าผ่า ตามแหล่งที่มาว่ามาจากก้อนเมฆหรือพื้นดิน ตามทิศทางการเดินทางว่าลงพื้นหรือขึ้นฟ้า ตามศักยะไฟฟ้าของส่วนนำหน้าของสายฟ้าว่าเป็นประจุบวกหรือลบ ฯลฯ ในปี ค.ศ. ๑๙๗๘



(ภาพแสดงฟ้าผ่า ๔ ชนิดโดย Berger ๑.ประจุลบจากเมฆลงพื้น ๒. ประจุบวกจากพื้นไปยังก้อนเมฆ ๓. ประจุบวกจากเมฆลงพื้น และ ๔. ประจุลบจากพื้นขึ้นก้อนเมฆ จากหนังสือ The Lightning Discharge โดย Martin Uman) จาก วิชาการ.com

แบบฝึกหัดที่ 1

ปรากฏการณ์ธรรมชาติ

1. ให้นักเรียนเรียงลำดับพัฒนาการลำดับพัฒนาการการศึกษาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ฟ้าผ่า โดยอธิบายเหตุการณ์และวิธีการอย่างคร่าวๆ
2. ในอดีตมนุษย์อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างไร ทำไมมนุษย์ในอดีตถึงคิดเช่นนั้น (ให้ยกตัวอย่างปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มนุษย์ในอดีตได้อธิบายไว้อย่างน้อย 1 ปรากฏการณ์)
3. มนุษย์พัฒนาความรู้ของตนเองด้วยวิธีการใดเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์

จำนวน 12 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปริมาณทางฟิสิกส์และหน่วยระบบ SI

จำนวน 3 คาบ

1. สาระสำคัญ

ปริมาณกายภาพเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในการวัดปริมาณกายภาพต้องระบุหน่วยเสมอ ส่วนใหญ่จะใช้หน่วยของ องค์การระหว่างชาติเพื่อการมาตรฐาน ที่เรียกว่า ระบบหน่วยระหว่างชาติ หรือ ระบบเอสไอ (SI) ระบบนี้ประกอบด้วยหน่วยฐาน และหน่วยอนุพันธ์

2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

หลังเรียนจบเนื้อหาแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายการความหมายของปริมาณกายภาพและหน่วย SI ได้ (K)
2. นำคำอุปสรรคไปใช้ได้ (P)
3. ทำงานส่งทันเวลาที่กำหนด (A)

3. สาระการเรียนรู้

ปริมาณกายภาพเป็นปริมาณที่วัดได้ด้วยเครื่องมือโดยตรงและโดยอ้อม เป็นปริมาณที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่งเช่น ปริมาตร มวล น้ำหนัก แรง ความเร็ว ความดัน กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ อุณหภูมิ เป็นต้น ปริมาณเหล่านี้ต้องมีหน่วยกำกับจึงจะมีความหมายชัดเจน เช่น ปริมาตร อาจมีหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตร ลูกบาศก์เมตรหรือลูกบาศก์ฟุต และยังมี ลิตร ถึง แกลลอนอีก ซึ่งรวมแล้วมีหน่วยได้หลายอย่าง แต่ที่นิยมใช้กันในที่ต่างๆ เพื่อให้การใช้หน่วยเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลกโดยเฉพาะในวงการวิทยาศาสตร์ องค์การระหว่างชาติเพื่อการมาตรฐาน (ISO หรือ International Organization for Standardization) จึงได้กำหนดระบบหน่วยมาตรฐานที่เรียกว่า ระบบหน่วยระหว่างชาติ หรือ ระบบเอสไอ ให้ทุกประเทศใช้เป็นมาตรฐาน ระบบเอสไอประกอบด้วยหน่วยฐาน และหน่วยอนุพันธ์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. หน่วยฐาน

หน่วยฐานเป็นหน่วยหลักของระบบเอสไอ มีทั้งหมด 7 หน่วย ดังนี้

ปริมาณฐาน	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์
ความยาว	เมตร	m
มวล	กิโลกรัม	kg
เวลา	วินาที	s
กระแสไฟ	แอมแปร์	A
อุณหภูมิอุณหพลวัต	เคลวิน	K
ปริมาณของสาร	โมล	mol
ความเข้มของการส่องสว่าง	แคนเดลา	cd

2. หน่วยอนุพันธ์

เป็นหน่วยที่เกิดจากหน่วยพื้นฐาน 2 หน่วยขึ้นไปมากระทำกันโดยการ คูณ การหาร และการเปลี่ยนหน่วยเช่น

ปริมาณฐาน	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์
ความเร็ว	เมตร/วินาที	m/s
ความเร่ง	เมตร/วินาที ²	m/s ²
แรง	นิวตัน (กิโลกรัม เมตร/วินาที ²)	newton, N (kg m/s ²)
งานและพลังงาน	จูล	Joule, J
โมเมนตัม	กิโลกรัม เมตร/วินาที	kg m/s

นอกจากนี้ระบบเอสไอยังได้กำหนดคำนำหน้าหน่วย(prefix)เพื่อให้หน่วยที่ใช้เล็กลงหรือโตขึ้น คำนำหน้าหน่วยที่สำคัญมีดังนี้

คำนำหน้าหน่วย	ชื่อภาษาไทย	สัญลักษณ์ย่อ	ตัวคูณที่เทียบเท่า
pico	พิโก	P	10 ⁻¹²
nano	นาโน	n	10 ⁻⁹
micro	ไมโคร	μ	10 ⁻⁶
milli	มิลลิ	m	10 ⁻³
centi	เซนติ	c	10 ⁻²
deci	เดซิ	d	10 ⁻¹
kilo	กิโล	k	10 ³
mega	เมกะ	M	10 ⁶
giga	จิกะ	G	10 ⁹
tera	เทระ	T	10 ¹²

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

4.1 ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูเขียนตัวเลข 100,000,000 ขึ้นกระดาน จากนั้นครูให้คำถามดังต่อไปนี้
 - นักเรียนเห็นตัวเลขอะไร
(100,000,000)
 - นักเรียนคิดว่าตัวเลขนี้บอกปริมาณของอะไร
(ไม่สามารถบอกได้ เนื่องจากไม่มีหน่วย)
2. จากนั้นครูใส่หน่วย “เมตร (m)” หลังตัวเลขแล้วถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - นักเรียนคิดว่าตัวเลขนี้บอกปริมาณอะไร ทำไมถึงคิดว่าเป็นเช่นนั้น
(ความยาว, ระยะทาง เพราะ เมตรเป็นหน่วยของความยาวหรือระยะทาง)
 - นักเรียนคิดว่าหน่วยสำคัญหรือไม่ ถ้าไม่มีหน่วยจะเป็นเช่นไร
(สำคัญเพราะ ถ้าไม่มีหน่วยจะไม่สามารถทราบได้เลยว่า ตัวเลขแต่ละตัวเป็นปริมาณอะไร)
3. ครูสนทนากับนักเรียนดังนี้ “ในวิชาฟิสิกส์จะมีหน่วยที่สำคัญอยู่ด้วยกัน 7 หน่วย ที่เป็นหน่วยสากล ใช้กันทั่วโลก เรียกหน่วยเหล่านี้ว่า ระบบหน่วยระหว่างชาติ หรือ ระบบเอสไอ หรือ หน่วยฐาน และยังมีหน่วยอีกรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากการนำหน่วยเอสไอ มากระทำกันโดยการคูณหรือหารแล้วได้หน่วยผสม หน่วยลักษณะนี้เรียกว่า หน่วยอนุพันธ์”
4. ครูให้นักเรียนสังเกตตัวเลข แล้วถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - นักเรียนคิดว่าอย่างไรถ้าต้องบันทึกผลการทดลองด้วยตัวเลขนี้ยาวอย่างตัวเลขบนกระดาน
(อาจเกิดการผิดพลาด และเปลืองพื้นที่)
5. ครูนำตัวเลขบนกระดานมาเขียนใหม่เป็น 100 Mm แล้วสนทนากับนักเรียนว่า “ตัว M ที่ครูเขียนหน้าหน่วยนี้มีค่าเท่ากับ 10^6 เมื่อนำ 10^6 มาคูณกับ 100 m จะได้ 100,000,000 m พอดี เราเรียนตัวอักษรนี้ว่า คำอุปสรรค”
6. ครูสนทนากับนักเรียนดังนี้ ทั้งหน่วยฐานหน่วยอนุพันธ์และคำอุปสรรคใดก็ตาม เมื่อนำมาใช้ หลังตัวเลขใดตัวเลขหนึ่งแล้วตัวเลขนั้นสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือ เราเรียกปริมาณเหล่านี้ว่า “ปริมาณกายภาพ”
7. ทั้งหน่วยฐาน หน่วยอนุพันธ์ คำอุปสรรค และปริมาณกายภาพ นักเรียนจะได้ศึกษาในบทเรียนวันนี้

4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูแจกใบความรู้ที่ 2 นักเรียน
2. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 15 นาที
3. จากนั้นให้นักเรียนมาท่องคำคำอุปสรรคเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

4.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

หลังจากนักเรียนศึกษาใบความรู้ ครูและนักเรียนสรุปผลการเรียนรู้ด้วยประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

- ปริมาณกายภาพคืออะไร (ปริมาณกายภาพ เป็นปริมาณที่สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือโดยตรงหรือโดยอ้อม ประกอบด้วยค่าที่วัดได้และมีหน่วยกำกับ)
- ระบบหน่วยของปริมาณต่างๆที่เป็นที่ยอมรับของนานาชาติคือระบบอะไร (ระบบหน่วยระหว่างชาติ หรือ ระบบเอสไอ (SI))

- นักเรียนยกตัวอย่างปริมาณต่างๆพร้อมหน่วยให้ถูกต้องอย่างน้อย 5 หน่วย (ความยาว หน่วยเป็น เมตร, มวล มีหน่วยเป็น กิโลกรัม, เวลา มีหน่วยเป็น วินาที, กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์, พลังงาน มีหน่วยเป็น จูล เป็นต้น)

4.4 ขยายความรู้

1. ครูอธิบายถึงความสำคัญของการใช้คำอุปสรรคดังต่อไปนี้ “คำอุปสรรคจะนำมาใช้เมื่อตัวเลขสามารถเขียนให้อยู่ในรูปยกกำลังได้ เช่น 1000 เขียนเป็น 10^3 หรือ 0.001 เขียนเป็น 10^{-3} แล้วเปลี่ยนตัวเลขยกกำลังเหล่านั้นเป็นคำอุปสรรคเพื่อความสะดวกในการบันทึกข้อมูล

2. ครูแสดงวิธีการใช้คำอุปสรรคดังนี้

$$1000 \text{ m} = 1 \times 10^3 \text{ m} \text{ เมื่อ } 10^3 \text{ คือ k (กิโล)}$$

จะได้ว่า $1000 \text{ m} = 1 \text{ km}$

$$0.001 \text{ m} = 1 \times 10^{-3} \text{ m} \text{ เมื่อ } 10^{-3} \text{ คือ m (มิลลิ)}$$

จะได้ว่า $0.001 \text{ m} = 1 \text{ mm}$

4.5 วัดและประเมิน

1. ทำแบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง ปริมาณทางฟิสิกส์และหน่วยระบบ SI

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ปริมาณกายภาพและหน่วยระบบ SI
2. ทำแบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง ปริมาณทางฟิสิกส์และหน่วยระบบ SI
3. ใบงานที่ 2 เรื่อง ปริมาณกายภาพและหน่วยระบบ SI

6. การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือ	วิธีวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายการความหมายของปริมาณกายภาพและหน่วย SI ได้	ใบงานที่ 2	ตรวจงาน	นักเรียนสามารถอธิบายการความหมายของปริมาณกายภาพและหน่วย SI ได้ถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
2. นำคำอุปสรรคไปใช้ได้	แบบฝึกหัดที่ 2	ตรวจงาน	นักเรียนสามารถนำคำอุปสรรคไปใช้ได้ถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
3. ทำงานส่งทันเวลาที่กำหนด	กำหนดส่งงาน	การส่งงาน	ส่งงานทันกำหนดเวลาร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น

ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง ปริมาณกายภาพและหน่วยระบบ SI

ปริมาณกายภาพเป็นปริมาณที่วัดได้ด้วยเครื่องมือโดยตรงและโดยอ้อม เป็นปริมาณที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่งเช่น ปริมาตร มวล น้ำหนัก แรง ความเร็ว ความดัน กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ อุณหภูมิ เป็นต้น ปริมาณเหล่านี้ต้องมีหน่วยกำกับจึงจะมีความหมายชัดเจน เช่น ปริมาตร อาจมีหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตร ลูกบาศก์เมตรหรือลูกบาศก์ฟุต และยังมี ลิตร ถึง แกลอนอีก ซึ่งรวมแล้วมีหน่วยได้หลายอย่าง แต่ที่นิยมใช้กันในที่ต่างๆเพื่อให้การใช้หน่วยเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลกโดยเฉพาะในวงการวิทยาศาสตร์ องค์การระหว่างชาติเพื่อการมาตรฐาน(ISO หรือ International Organization for Standardization) จึงได้กำหนดระบบหน่วยมาตรฐานที่เรียกว่า ระบบหน่วยระหว่างชาติ หรือ ระบบเอสไอ ให้ทุกประเทศใช้เป็นมาตรฐาน ระบบเอสไอประกอบด้วยหน่วยฐาน และหน่วยอนุพันธ์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. หน่วยฐาน

หน่วยฐานเป็นหน่วยหลักของระบบเอสไอ มีทั้งหมด 7 หน่วย ดังนี้

ปริมาณฐาน	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์
ความยาว	เมตร	m
มวล	กิโลกรัม	kg
เวลา	วินาที	s
กระแสไฟ	แอมแปร์	A
อุณหภูมิอุณหพลวัต	เคลวิน	K
ปริมาณของสาร	โมล	mol
ความเข้มข้นของการส่องสว่าง	แคนเดลา	cd

2. หน่วยอนุพันธ์

เป็นหน่วยที่เกิดจากหน่วยหน่วยฐาน 2 หน่วยขึ้นไปมากระทำกันโดยการ คูณ การหารและการเปลี่ยนหน่วยเช่น

ปริมาณฐาน	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์
ความเร็ว	เมตร/วินาที	m/s
ความเร่ง	เมตร/วินาที ²	m/s ²
แรง	นิวตัน(กิโลกรัม เมตร/วินาที ²)	newton,N(kg m/s ²)
งานและพลังงาน	จูล	Joule,J
โมเมนตัม	กิโลกรัม เมตร/วินาที	kg m/s

นอกจากนี้ระบบเอสไอยังได้กำหนดคำนำหน้าหน่วย(prefix)เพื่อให้หน่วยที่ใช้เล็กลงหรือโตขึ้น คำนำหน้าหน่วยที่สำคัญมีดังนี้

คำนำหน้าหน่วย	ชื่อภาษาไทย	สัญลักษณ์ย่อ	ตัวคูณที่เทียบเท่า
pico	พิโก	P	10^{-12}
nano	นาโน	n	10^{-9}
micro	ไมโคร	μ	10^{-6}
milli	มิลลิ	m	10^{-3}
centi	เซนติ	c	10^{-2}
deci	เดซี	d	10^{-1}
kilo	กิโล	k	10^3
mega	เมกะ	M	10^6
giga	จิกะ	G	10^9
tera	เทระ	T	10^{12}

แบบฝึกหัดที่ 2
เรื่อง การเปลี่ยนหน่วย

1. จงเปลี่ยน 1.5 km เป็น μm
2. จงเปลี่ยน 750 nm เป็น Mm
3. จงเปลี่ยน 0.5 A เป็น mA
4. จงเปลี่ยน 5 A เป็น μA
5. จงเปลี่ยน 25 cm เป็น km
6. จงเปลี่ยน $3 \times 10^{11} \mu\text{m} / \text{ms}$ เป็น m/s
7. จงเปลี่ยน 180 km/hr เป็น m/s
8. จงเปลี่ยน 10 m/s เป็น km/hr
9. จงเปลี่ยน 1 cm^2 เป็น m^2
10. จงเปลี่ยน 2 cm^2 เป็น mm^2

ใบงานที่ 2

เรื่อง ปริมาณกายภาพและหน่วยระบบ SI

ชื่อ-สกุล..... เลขที่.....ชั้น ม.4/....

คำสั่ง: ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. ปริมาณกายภาพคืออะไร

.....
.....

2. ระบบหน่วยของปริมาณต่างๆที่เป็นที่ยอมรับของนานาชาติคือระบบอะไร

.....
.....
.....

3. ระบบหน่วยเอสไอ ประกอบด้วยกี่หน่วยอะไรบ้าง

.....
.....
.....

4. หน่วยของระยะทางที่นิยมใช้มีอะไรบ้าง

.....
.....

5. นักเรียนคิดว่าคำอุปสรรคมีความสำคัญอย่างไร

.....
.....
.....

6. ให้นักเรียนจะนำคำอุปสรรคไปใช้ได้อย่างไรบ้าง

.....
.....
.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์

จำนวน 12 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การทดลองในวิชาฟิสิกส์, ความไม่แน่นอนในการวัด, การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จำนวน 3 คาบ

1. สาระสำคัญ

การทดลองในวิชาฟิสิกส์ เป็นส่วนสำคัญในการฝึกทักษะและคิดหาเหตุผลอย่างวิทยาศาสตร์ การทำการทดลองมักจะทำขึ้นเพื่อตอบคำถามหรือเพื่อหาความจริงบางอย่าง มีขั้นตอนการทดลอง และการเขียนรายงานการทดลอง

ความไม่แน่นอนในการวัด ค่าที่ได้จากการวัดมีโอกาสความคลาดเคลื่อนจากค่าจริงของปริมาณที่วัดโดยจะขึ้นกับเครื่องมือและวิธีการวัด รวมทั้งขึ้นกับความสามารถและประสบการณ์ของผู้วัด

การวิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากการทดลองให้นำผลการทดลองมาเขียนกราฟ และวิเคราะห์สรุปผลการทดลองจากกราฟ

2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

หลังเรียนจบเรื่อง การทดลองในวิชาฟิสิกส์, ความไม่แน่นอนในการวัด, การวิเคราะห์ผลการทดลอง นักเรียนสามารถ

1. สามารถใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้องและเหมาะสม
2. สามารถบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง และครบถ้วน
3. สามารถอธิบายความไม่แน่นอนที่เกิดจากการวัดได้
4. สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองจากข้อมูลที่บันทึกจากการทดลองได้

3. สาระการเรียนรู้

การทดลองในวิชาฟิสิกส์ ที่จะได้ทำในบทเรียนต่างๆ จะเป็นการฝึกฝนวิธีการทำการทดลองตามแนวทางซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการฟิสิกส์ ถือเป็นส่วนสำคัญในการฝึกทักษะและการคิดหาเหตุผล

คำตอบที่ผู้ทดลองได้จากการทดลอง จะทำให้ผู้อื่นเชื่อถือหรือไม่ ผู้ทดลองต้องสามารถแสดงทุกขั้นตอนของการทดลองได้ตั้งนั้นจึงมาการเขียนรายงานการทดลอง โดยยึดหลักการที่ว่าเขียนรายงานการทดลองที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายที่สุด กระชับที่สุด ครบถ้วนทุกอย่าง และข้อมูลต้องชัดเจน โดยทั่วไปนิยมใช้รูปวาดประกอบและมีการเสนอข้อมูลเป็นตารางหรือกราฟเพื่อให้ดูง่าย นอกจากนี้ควรแสดงการวิเคราะห์ผลการทดลองและการสรุปการทดลอง จากนั้นตามด้วยข้อวิจารณ์ หรือความคิดเห็นของตนเองเพิ่มเติมไว้

ความไม่แน่นอนในการวัด การวัดปริมาณต่างๆ ด้วยเครื่องมือย่อมมีความแม่นยำอยู่ในช่วงจำกัด เพราะไม่มีเครื่องมือใดที่สามารถวัดได้ทุกช่วง เช่นวัดความยาว ถ้าสิ่งที่ต้องการวัดมีความยาวมากๆ อย่างเช่น ระยะทางระหว่างจังหวัด การใช้ไม้เมตรวัดระยะทางเป็นการวัดที่ไม่เหมาะสม จึงต้องหาวิธีหรือเครื่องมืออื่นมาช่วยในการวัด แต่ถ้าต้องการวัดความกว้างของสนามฟุตบอลควรใช้ตลับเมตรซึ่งถ้าใช้ไม้เมตรอาจ ทำให้ค่าที่วัดได้เกิดความคลาดเคลื่อนมาก สำหรับวัดความยาวของดินสอควรใช้ไม้บรรทัดจึงจะเหมาะสม และการวัดความยาวที่สั้นมากๆ เช่น ความหนาของเหรียญบาท ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวด ควรเลือกใช้ไมโครมิเตอร์หรือเวอร์เนียแคลิเปอร์ส

ดังนั้นในการวัดแต่ละครั้งควรเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เพื่อให้ค่าที่ได้จากการวัดมีความคลาดเคลื่อนจากค่าจริงน้อยที่สุด โดยจะขึ้นอยู่กับเครื่องมือและวิธีการที่ใช้วัด รวมทั้งขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ของการวัด

การวิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากการทดลองให้นำผลการทดลองมาเขียนกราฟ และวิเคราะห์สรุปผลการทดลองจากกราฟ

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

4.1 ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูนำเครื่องมือวัดได้แก่ ไมโครมิเตอร์ เวอร์เนียสแคลิเปอร์ส ไม้บรรทัด ให้นักเรียนดู แล้วถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - นักเรียนเคยเห็นเครื่องมือเหล่านี้หรือไม่ (เคย, ไม่เคย)
 - นักเรียนคิดว่าเครื่องมือเหล่านี้มีไว้ทำอะไร (วัดความยาว)
 - ทำไมต้องมีวัดความยาวถึง 3 แบบ (เพราะเครื่องวัดความยาวแต่ละแบบจะมีความสามารถในการวัดที่แตกต่างกัน)

4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่มกลุ่มละ 5 คน เพื่อร่วมกันทำการทดลอง
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาจับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และใบความรู้ที่ 3 วิธีการใช้ ไมโครมิเตอร์ เวอร์เนียสแคลิเปอร์ส
3. ครูอธิบายการใช้เครื่องมือก่อนที่จะให้นักเรียนทำการทดลอง
4. นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกการทดลอง

4.3 ขั้นสรุปและอภิปราย

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในหัวข้อการทดลองในวิชาฟิสิกส์, ความไม่แน่นอนในการวัด, การวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยใช้คำถาม
 - การทดลองที่นักเรียนได้ทำการทดลองเป็นการทดลองเพื่ออะไร (เป็นการทดลองเพื่อหาความยาว ความกว้าง ความหนา อุณหภูมิ ของวัตถุ)
 - เพราะเหตุใดนักเรียนจึงต้องทำการทดลองถึง 3 ครั้ง (เพราะจะทำให้การวัดมีความคลาดเคลื่อนหรือของการทดลองน้อยลง)
 - เพราะเหตุใดในการทดลองผู้ทดลองจึงมีการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง (เพื่อบันทึกผลการทดลองจากการทดลองที่ทำการทดลอง และเพื่อบันทึกข้อมูลที่ต้องการจากการทดลอง)
 - จากการทดลองนักเรียนมีการวิเคราะห์ผลการทดลองอย่างไร (วิเคราะห์จากข้อมูลที่บันทึกจากการทดลองโดยการวิเคราะห์ข้อมูลต้องเป็นไปอย่างเที่ยงตรง)

4.4 ขั้้นขยายความรู้

1. ครูขยายความรู้ให้นักเรียนโดยการใช้คำถามดังนี้
 - นักเรียนมีวิธีการวัดไมโครมิเตอร์อย่างไร (ให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีการวัดโดยใช้ไมโครมิเตอร์ที่หน้าชั้นเรียน)
 - นักเรียนคนอื่นๆมีวิธีการวัดอื่นหรือไม่

4.5 ขั้้นวัดและประเมินผล

1. ครูถามนักเรียนว่าต้องการให้ครูอธิบายส่วนไหนเพิ่มเติมหรือไม่
2. นักเรียนทำใบงานที่ 3 การทดลองในวิชาฟิสิกส์และความไม่แน่นอนในการวัด

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง เวอร์เนียคาลิเปอร์และไมโครมิเตอร์
2. ใบงานที่ 3 เรื่อง การทดลองในวิชาฟิสิกส์และความไม่แน่นอนในการวัด

6. การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือ	วิธีวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. สามารถใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้องและเหมาะสม	แบบบันทึกการทดลอง	ตรวจแบบบันทึกการทดลอง	สามารถใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้องและเหมาะสม ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
2. สามารถบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง และครบถ้วน	แบบบันทึกการทดลอง	ตรวจแบบบันทึกการทดลอง	สามารถบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง และครบถ้วนร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
3. สามารถอธิบายความไม่แน่นอนที่เกิดจากการวัดได้	การตอบคำถาม	ตรวจแบบบันทึกการทดลอง	สามารถอธิบายความไม่แน่นอนที่เกิดจากการวัดได้ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
4. สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองจากข้อมูลที่บันทึกจากการทดลองได้	แบบบันทึกการทดลอง	ตรวจแบบบันทึกการทดลอง	สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองจากข้อมูลที่บันทึกจากการทดลองได้ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น

ใบกิจกรรม

เรื่อง การทดลองในวิชาฟิสิกส์และความไม่แน่นอนในการวัด

วันที่ปฏิบัติการทดลอง วันที่..... เดือน พ.ศ.

สมาชิกในกลุ่ม

- | | |
|---------|--------------|
| 1. | เลขที่ |
| 2. | เลขที่ |
| 3. | เลขที่ |
| 4. | เลขที่ |
| 5. | เลขที่ |
| 6. | เลขที่ |
| 7. | เลขที่ |
| 8. | เลขที่ |

วิธีการทดลอง

1. ให้นักเรียนศึกษาการใช้เครื่องมือวัดจากใบความรู้
2. ใช้เครื่องมือที่มีทำการวัดความหนาและเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญบาท เหรียญห้า และเหรียญสิบบาท แล้วบันทึกผลการทดลองในตาราง
3. ทำการทดลองซ้ำในข้อที่ 2 อย่างน้อย 2 ครั้ง แล้วทำการคำนวณหาค่าความหนา,เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเหรียญแต่ละเหรียญ
4. ทำการคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดและปริมาณของแต่ละเหรียญที่ได้จากเครื่องมือแต่ละชนิด
5. พื้นที่หน้าตัดและปริมาณของแต่ละเหรียญที่ได้จากเครื่องมือแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบกัน

ใช้ไมโครมิเตอร์

ค่าละเอียดที่สุดของไมโครมิเตอร์ = มิลลิเมตร

สิ่งที่ต้องการวัด	เหรียญบาท				เหรียญห้าบาท				เหรียญสิบบาท			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)												
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)												

พื้นที่หน้าตัดของเหรียญบาท.....

พื้นที่หน้าตัดของเหรียญห้าบาท.....

พื้นที่หน้าตัดของเหรียญสิบบาท.....

ปริมาณของเหรียญบาท.....

ปริมาณของเหรียญห้าบาท.....

ปริมาณของเหรียญสิบบาท.....

ใช้ไม้บรรทัด

ค่าละเอียดที่สุดของไม้บรรทัด = มิลลิเมตร

สิ่งที่ต้องการวัด	เหรียญบาท				เหรียญห้าบาท				เหรียญสิบบาท			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)												
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)												

พื้นที่หน้าตัดของเหรียญบาท.....

พื้นที่หน้าตัดของเหรียญห้าบาท.....

พื้นที่หน้าตัดของเหรียญสิบบาท.....

ปริมาณของเหรียญบาท.....

ปริมาณของเหรียญห้าบาท.....

ปริมาณของเหรียญสิบบาท.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....



คำถามท้ายกิจกรรม

1. ไม้บรรทัดและไมโครมิเตอร์ เหมาะแก่การวัดวัสดุหรือชิ้นงานที่มีลักษณะอย่างไร และเครื่องมือใดเหมาะสมที่จะวัดอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. ไม้บรรทัดและไมโครมิเตอร์ เครื่องมือวัดชนิดใดที่มีความละเอียดมากกว่ากัน

.....

.....

.....

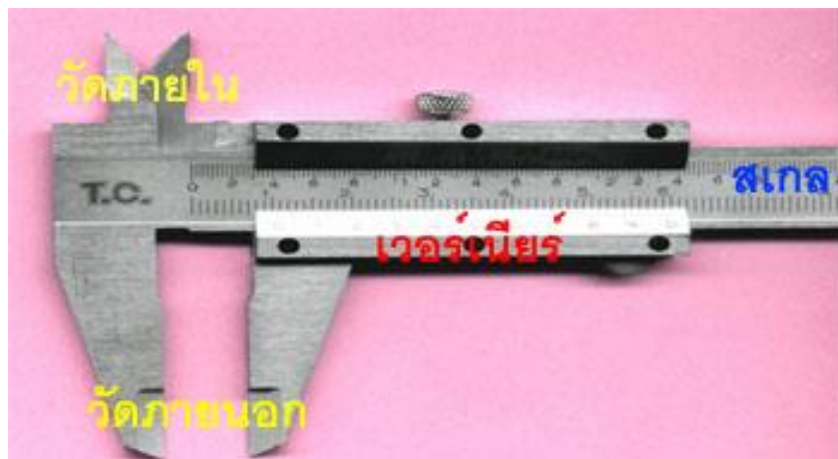
ใบความรู้ที่ 3

เรื่อง เวอร์เนียคาลิเปอร์และไมโครมิเตอร์

เวอร์เนียคาลิเปอร์

➤ การใช้และการอ่านเครื่องมือวัด

เวอร์เนียคาลิเปอร์แบบเลื่อนได้ หรือ แคลลิเปอร์แบบเวอร์เนีย (Slide or vernier calipers) ดังที่แสดงไว้ในรูป เป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในงานวัดละเอียดแบบหนึ่ง ประกอบด้วยไม้บรรทัดเหล็ก (ปัจจุบันมีแบบพลาสติกด้วย) ที่มีขาตั้งที่อยู่ปลายด้านหนึ่ง และขาอีกข้างหนึ่งเลื่อนได้ ขาทั้งสองใช้วัดภายนอก เช่น วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้น ส่วนขาบนทั้งคู่ใช้วัดภายใน เช่น วัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของหลอดแก้ว เป็นต้น



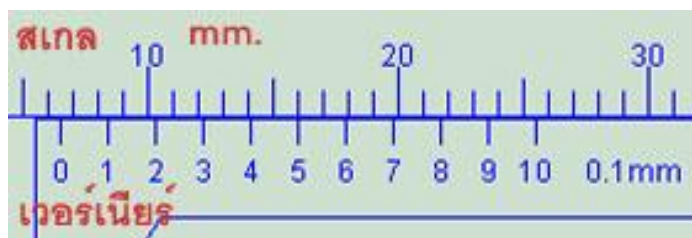
สเกลอันเลื่อนได้ แบ่ง

เส้นบนขาที่ออกเป็น 10

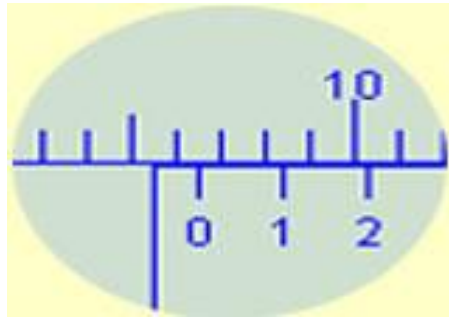
ช่อง เท่า ๆ กัน เรียกว่า เวอร์เนีย คำนี้นี้ตั้งขึ้นตามชื่อของผู้ค้นพบ คือ ซึ่งเป็นชาวฝรั่งเศส เวอร์เนียช่วยให้การอ่านทศนิยมตำแหน่งที่สองของการวัดเป็นเซนติเมตรได้โดยไม่ต้องกะประมาณด้วยสายตา

วิธีอ่านเวอร์เนีย

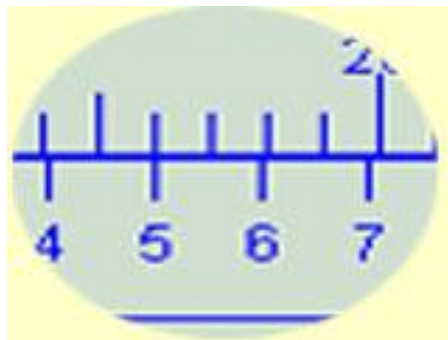
สำหรับการใช้สเกลที่แบ่งเป็นมิลลิเมตร เวอร์เนียจะยาว 9 มิลลิเมตร และแบ่งเป็น 10 ช่องเท่า ๆ กัน ดังนั้น แต่ละช่องของเวอร์เนียจะแตกต่างกัน แต่ละช่องของสเกลหลัก เท่ากับ 0.1 มิลลิเมตร หรือ 0.01 เซนติเมตร เวอร์เนียเลื่อนไปตามสเกลจนกระทั่งขาแตะกับปลายวัตถุที่จะวัด



จากแผนภาพ แสดงสเกลและเวอร์เนียซึ่งอ่านค่าได้ 6.5 มิลลิเมตร หรือ 0.65 เซนติเมตร โดย



1. อ่านค่าที่สเกล(ส่วนที่เป็นด้าม) จะอ่านได้ค่า 6 มิลลิเมตร (สังเกตที่ตำแหน่ง ศูนย์ของเวอร์เนียเริ่มในตำแหน่งใด บนขีดของสเกลที่ด้าม) ในรูป ศูนย์อยู่ระหว่าง ขีด 6-7

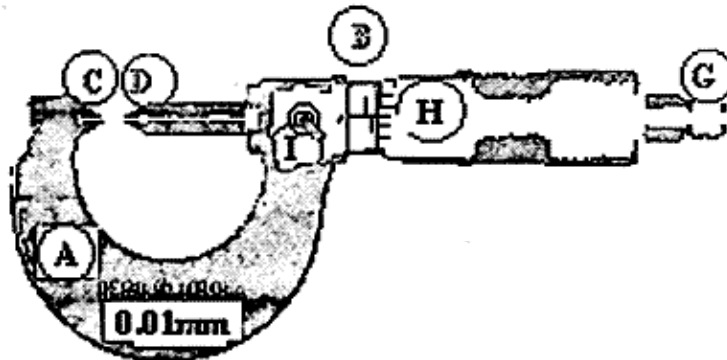


2. อ่านค่าที่สเกลของเวอร์เนีย จะอ่านได้ค่า 0.5 (เพราะขีดที่สเกลเวอร์เนียขีดที่ 5 ตรงกับตำแหน่งของสเกลที่ด้ามมากที่สุด) สังเกตว่าขีดสเกลเวอร์เนียขีดอื่น ๆ ไม่ตรงกับตำแหน่งขีดใด ๆ ในสเกล
3. นำค่าที่ได้ในข้อ 1 + 2 จะได้ค่าที่อ่านได้ คือ $6 + 0.5 = 6.5$ มิลลิเมตร หรือ 0.65 เซนติเมตร

สรุปได้ว่า ทศนิยมตำแหน่งที่สองของการวัด (หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร) คือ จำนวนขีดของเวอร์เนียที่ตรงกับขีดบนสเกล

ไมโครมิเตอร์ (Micrometer)

เป็นเครื่องมือวัดขนาดของวัตถุที่ต้องการความละเอียดสูงในระดับทศนิยม 3 ตำแหน่ง ของมิลลิเมตร เครื่องวัดชนิดนี้อาศัยหลักการ การเคลื่อนที่ของสกรู ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดัง แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะของไมโครมิเตอร์

โครง A มีลักษณะคล้ายกับคันธนูหรือตะขอเกี่ยว มีปากวัด C-D และแกนสเกลนอน B ติดอยู่ แกนสเกลนอน B เป็นสเกลหลัก มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร โดยแบ่งออกเป็นขีดละ 1 มิลลิเมตร ซึ่งแต่ละขีดจะมีขีดแบ่งครึ่งมิลลิเมตรกำกับด้วยสเกลวงกลม H มีลักษณะเป็นปลอกครอบสเกลหลัก B แบ่งจำนวนขีดโดยรอบทั้งหมด 50 ช่อง ทำหน้า ที่เหมือนสเกลเวอร์เนีย

แกน G ใช้สำหรับหมุนเพื่อให้ปากวัด D เลื่อนไปสัมผัสกับผิวของวัตถุที่ต้องการวัด ภายในปุ่ม G มีสปริงเพื่อปรับแรงกด เมื่อปากวัด D สัมผัสพอดีกับผิววัตถุ จะมีเสียงดังกริกเบาๆ แสดงว่า สปริงรับแรงกดพอดี แกนวัดจะไม่เดินหน้าต่อไปอีก

ปุ่ม I ใช้ตวัดแกนวัด ปลอกวัด และปุ่ม G ให้ติดกับโครง A ทำให้สเกลไม่เลื่อน ตำแหน่งขณะอ่านค่า เวลาใช้ต้องบิดไปทางซ้ายสุด

ความละเอียดของไมโครมิเตอร์

เมื่อปากวัด C - D สัมผัสกัน ขีดที่ 0 ของสเกลวงกลมจะทาบพอดีกับแกนสเกลนอนและ ถ้าหมุนสเกลวงกลมถอยหลังไป 1 รอบ ขีดที่ 0 ของสเกลวงกลมจะทาบพอดีกับแกนนอน และรอบ ของสเกลวงกลมจะทาบพอดีกับขีดแบ่งครึ่งมิลลิเมตรบนสเกลหลัก ซึ่งหมายความว่า ถ้าหมุนแกนวัด ถอยหลังไปเพียง 1 ช่อง ปากวัด C - D จะห่างกันเป็นระยะ $\frac{0.5}{50} = 0.010$ มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าน้อย ที่สุดที่สามารถอ่านได้จากเครื่องวัดชนิดนี้ เรียกว่า least count

ปกติค่า least count ของเครื่องไมโครมิเตอร์จะเขียนไว้บนโครง A เช่น 0.01 mm เป็นต้น

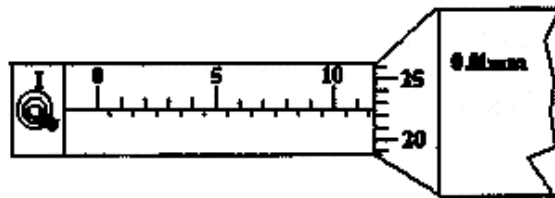
วิธีใช้ไมโครมิเตอร์

หมุนแกน G ให้แกนวัดถอยหลังเพื่อทำให้ปาก C - D เปิดกว้างกว่าขนาดของวัตถุเล็กน้อย แล้วนำวัตถุที่จะวัดขนาดไปไว้ระหว่างปาก C - D ให้ด้านหนึ่งชิดปากวัด C ไว้ แล้วหมุนแกน G ให้ปากวัด D มาสัมผัสพอดีกับผิวด้านหนึ่งของวัตถุ โดยสังเกตจากเสียงกริกเบาๆ จากนั้นให้บิดนูน I ไปทางซ้ายเพื่อตรึงแกนวัดไว้แล้วจึงอ่านค่าการวัดได้

การอ่านค่าการวัดบนสเกลไมโครมิเตอร์

เมื่อวัดขนาดของวัตถุชิ้นหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 2

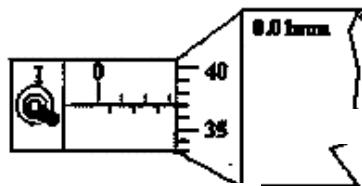
โดยที่ Least Count ของไมโครมิเตอร์ = 0.010 mm



รูปที่ 2

- (1) ขณะนี้ขอบของสเกลวงกลมอยู่ที่ตำแหน่งที่ 11.500 มิลลิเมตร เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก
- (2) ซีตที่ 22.5 ของสเกลวงกลมตรงกับแกนบนสเกลหลัก แล้วเอาตัวเลข 22.5 นี้คูณกับค่า Least Count จะได้เป็นค่าเศษของมิลลิเมตร เป็น $22.5 \times 0.010 = 0.225 \text{ mm}$
- (3) นำค่าที่ได้จากข้อ (1) และข้อ (2) รวมกัน จะได้เป็นผลการวัดครั้งนี้ นั่นคือ

$$\begin{aligned}\text{ผลการวัด} &= 11.500 \text{ mm} + 0.225 \text{ mm} \\ &= 11.725 \text{ mm}\end{aligned}$$



รูปที่ 3

รูปที่ 3 เป็นผลการวัดของวัตถุอีกชิ้นหนึ่ง เมื่อ Least Count เป็น 0.010 mm

- (1) ขณะนี้ขอบของสเกลวงกลมอยู่ที่ตำแหน่งที่ 3.000 มิลลิเมตร เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก
- (2) ซีตที่ 37.0 ของสเกลวงกลมตรงกับแกนบนของสเกลหลัก
ดังนั้นเศษของมิลลิเมตร = $37.0 \times 0.010 = 0.370 \text{ mm}$
- (3) ผลการวัดครั้งนี้ = $3.000 + 0.370 = 3.370 \text{ mm}$

ใบงานที่ 2

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น ม.4/.....

เรื่อง การทดลองในวิชาฟิสิกส์และความไม่แน่นอนในการวัด

คำสั่ง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. การเขียนรายงานการทดลองมีความสำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

2. ในการเขียนรายงานการทดลองควรยึดหลักการอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

3. ความคลาดเคลื่อนของการวัดเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

4. ถ้านักเรียนต้องการวัดความหนาของแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ ท่านจะใช้เครื่องมืออะไรวัดจึงจะได้ค่าที่ละเอียดดีพอ เพราะเหตุใดจึงใช้เครื่องมือชิ้นนี้

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์

จำนวน 12 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เลขนัยสำคัญ

จำนวน 3 คาบ

1. สาระสำคัญ

เลขนัยสำคัญ(significant figures) คือตัวเลขที่ได้จากการวัด จำนวนเลขนัยสำคัญขึ้นกับความละเอียดของเครื่องมือวัด โดยเลขนัยสำคัญซ้ายมือสุดมีค่าความแน่นอนมากที่สุด และเลขนัยสำคัญทางซ้ายมือสุดจะมีค่าความแน่นอนน้อยที่สุดซึ่งได้จากการประมาณค่าหรือคาดคะเนด้วยสายตา

2. วัตถุประสงค์

หลังจากที่นักเรียนเรียนจบเรื่อง เลขนัยสำคัญ นักเรียนสามารถ

1. คำนวณเลขนัยสำคัญได้
2. ระบุหลักการนับจำนวนเลขนัยสำคัญ
3. ส่งงานที่ได้รับมอบหมายได้ตามเวลาที่กำหนด

3. สาระการเรียนรู้

เลขนัยสำคัญ(significant figures) คือตัวเลขที่ได้จากการวัด จำนวนเลขนัยสำคัญขึ้นกับความละเอียดของเครื่องมือวัด โดยเลขนัยสำคัญซ้ายมือสุดมีค่าความแน่นอนมากที่สุด และเลขนัยสำคัญทางซ้ายมือสุดจะมีค่าความแน่นอนน้อยที่สุดซึ่งได้จากการประมาณค่าหรือคาดคะเนด้วยสายตา

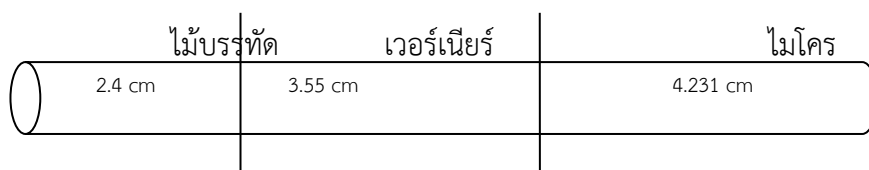
หลักการนับเลขนัยสำคัญ

1. ตัวเลข 1-9 ให้นับทุกตัว เช่น 1234 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 4 ตัว
2. เลข 0 มีวิธีนับดังนี้
 - หากเลข 0 อยู่ระหว่างเลขใด ให้ถือว่าเลข 0 เป็นเลขนัยสำคัญ
 - ตำแหน่งเลข 0 ทางซ้ายมือไม่เป็นเลขนัยสำคัญ
 - ตำแหน่งเลข 0 ทางขวามือเป็นเลขนัยสำคัญ
3. ถ้าตัวเลขใดเขียนอยู่ในรูป $A \times 10^n$ โดยที่ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็มแล้ว มีแต่เฉพาะ A เท่านั้นที่เป็นเลขนัยสำคัญ
4. ค่าคงที่และตัวเลขในสูตรต่างๆไม่เป็นเลขนัยสำคัญ

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

4.1 ขั้นนำ

1. ครูนำเข้าบทเรียนโดยใช้คำถามดังนี้
 - ครูจะทราบได้อย่างไรว่าความยาวของหลอดดูดน้ำครูใช้เครื่องมือ 3 อย่างในการวัดในแต่ละช่วงดังนี้



“เมื่อรวมกันแล้วหลอดจะยาวเท่าไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น” (นักเรียนตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน)

4.2 ขั้นสอน

1. ครูอธิบายหลักการนับจำนวนเลขนัยสำคัญ การบวก-ลบ การคูณ-หาร เลขนัยสำคัญ พร้อมยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

เลขนัยสำคัญ(significant figures) คือตัวเลขที่ได้จากการวัด จำนวนเลขนัยสำคัญขึ้นกับความละเอียดของเครื่องมือวัด โดยเลขนัยสำคัญซ้ายมือสุดมีค่าความแน่นอนมากที่สุด และเลขนัยสำคัญทางซ้ายมือสุดจะมีค่าความแน่นอนน้อยที่สุดซึ่งได้จากการประมาณค่าหรือคาดคะเนด้วยสายตา

หลักการนับเลขนัยสำคัญ

1. ตัวเลข 1-9 ให้นับทุกตัว เช่น 1234 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 4 ตัว
2. เลข 0 มีวิธีนับดังนี้
 - หากเลข 0 อยู่ระหว่างเลขใด ให้ถือว่าเลข 0 เป็นเลขนัยสำคัญ
 - ตำแหน่งเลข 0 ทางซ้ายมือไม่เป็นเลขนัยสำคัญ
 - ตำแหน่งเลข 0 ทางขวามือเป็นเลขนัยสำคัญ
3. ถ้าตัวเลขใดเขียนอยู่ในรูป $A \times 10^n$ โดยที่ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็มแล้ว มีแต่เฉพาะ A เท่านั้นที่เป็นเลขนัยสำคัญ
4. ค่าคงที่และตัวเลขในสูตรต่างๆไม่เป็นเลขนัยสำคัญ

ตัวอย่าง : ปริมาณใดข้อใดมีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว ทั้งหมด

1. $0.15, 3.0 \times 10^3, 151$
2. $1.00, 0.03, 0.12 \times 10^{-3}$
3. $10.0, 100, 3.06 \times 10^9$
4. $0.120, 4.32 \times 10^{-21}, 168$

ตอบ คำตอบคือข้อ 4

วิธีทำ

ตัวเลือก 1: $0.15, 3.0 \times 10^3, 151$ มีเลขนัยสำคัญทั้งหมด 2, 2 และ 3 ตัว ตามลำดับ

ตัวเลือก 2: $1.00, 0.03, 0.12 \times 10^{-3}$ มีเลขนัยสำคัญทั้งหมด 3, 1 และ 2 ตัว ตามลำดับ

ตัวเลือก 3: $10.0, 100, 3.06 \times 10^9$ มีเลขนัยสำคัญทั้งหมด 3, 1 และ 3 ตัว ตามลำดับ

ตัวเลือก 4: $0.120, 4.32 \times 10^{-21}, 168$ มีเลขนัยสำคัญทั้งหมด 3, 3 และ 3 ตัว ตามลำดับ

การคำนวณเลขนัยสำคัญ

การบวกและการลบ: ให้ยึดทศนิยมตำแหน่งสุดท้ายเป็นหลัก เช่น

การบวก	10.5	←	ทศนิยมตำแหน่งสุดท้ายมี 1 ตำแหน่ง
	<u>20.22</u>	←	ทศนิยมตำแหน่งสุดท้ายมี 2 ตำแหน่ง
	<u>30.72</u>	←	ต้องตอบทศนิยม 1 ตำแหน่งเพราะน้อยกว่า ดังนั้น

คำตอบคือ 30.2

การลบ	110.25	←	ทศนิยมตำแหน่งสุดท้ายมี 2 ตำแหน่ง
	<u>75.1</u>	←	ทศนิยมตำแหน่งสุดท้ายมี 1 ตำแหน่ง
	<u>35.15</u>	←	ต้องตอบทศนิยม 1 ตำแหน่งเพราะน้อยกว่า ดังนั้น

คำตอบคือ 35.2

การคูณและการหาร: ให้ยึดจำนวนเลขนัยสำคัญที่น้อยที่สุดเป็นหลัก เช่น

การคูณ	26.6	←	เลขนัยสำคัญมี 3 จำนวน
	<u>4.0</u>	←	เลขนัยสำคัญมี 2 จำนวน
	<u>106.4</u>	←	คำตอบต้องมีเลขนัยสำคัญ 2 จำนวนดังนั้น คำตอบคือ 1.1×10^2
การหาร	26.6	←	เลขนัยสำคัญมี 3 จำนวน
	<u>4.0</u>	←	เลขนัยสำคัญมี 2 จำนวน
	<u>6.65</u>	←	คำตอบต้องมีเลขนัยสำคัญ 2 จำนวนดังนั้น คำตอบคือ 1.1×10^2

4.3 ขั้นสรุป

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปหลักการนับเลขนัยสำคัญ การบวก-ลบ การคูณ-การหารเลขนัยสำคัญ โดยใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนจะสรุปหลักการนับเลขนัยสำคัญ การบวก-ลบ การคูณ-การหารเลขนัยสำคัญได้อย่างไร

(1. ตัวเลข 1-9 ให้นับทุกตัว เช่น 1234 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 4 ตัว

เลข 0 มีวิธีนับดังนี้

- หากเลข 0 อยู่ระหว่างเลขใด ให้ถือว่าเลข 0 เป็นเลขนัยสำคัญ
- ตำแหน่งเลข 0 ทางซ้ายมือไม่เป็นเลขนัยสำคัญ
- ตำแหน่งเลข 0 ทางขวามือเป็นเลขนัยสำคัญ

2. ถ้าตัวเลขใดเขียนอยู่ในรูป $A \times 10^n$ โดยที่ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็มแล้ว มีแต่เฉพาะ A เท่านั้นที่เป็นเลขนัยสำคัญ

3. ค่าคงที่และตัวเลขในสูตรต่างๆไม่เป็นเลขนัยสำคัญ

4. การบวก-ลบ ให้ยึดทศนิยมตำแหน่งสุดท้ายเป็นหลัก

5. การคูณและการหาร: ให้ยึดจำนวนเลขนัยสำคัญที่น้อยที่สุดเป็นหลัก เช่น)

- เลขนัยสำคัญมีความสำคัญอย่างไร ()

3.2 ครูทดสอบความรู้นักเรียนโดยการ โดยการใช้สถานการณ์ดังนี้

- ครูเปิด VDO การเคลื่อนที่แบบ โปรเจกไทล์ ให้นักเรียนดู แล้วถามนักเรียนว่า ถ้านักเรียนเป็นผู้ทดลองนักเรียนจะกล้าทำเห็นคนทดลองหรือไม่ถ้ามีการคำนวณระยะทางที่จะตกลงอ่างน้ำพอดี โดยระยะทางที่คำนวณออกมาแล้วดังนี้

1. 11.5 m
2. 11.51 m
3. 11.513 m

นักเรียนจะเชื่อการคำนวณของข้อใด เพราะเหตุใด (ข้อ 3 เพราะมีความละเอียดของตัวเลขทศนิยมถึง 3 ตำแหน่ง)

3.3 นักเรียนทำใบงานที่ 3

5. วัสดุและอุปกรณ์

- หนังสือเรียนฟิสิกส์
- ใบงานที่ 3
- ใบความรู้ที่ 4

6. วัดและประเมินผล

วัตถุประสงค์	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. คำนวณเลข นัยสำคัญได้	ตรวจใบ งาน	ใบงานที่ 4	นักเรียนสามารถคำนวณเลขนัยสำคัญ ได้ ถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
2. ระบุหลักการนับ จำนวนเลข นัยสำคัญ	ตรวจใบ งาน	ใบงานที่ 4	นักเรียนสามารถระบุหลักการนับจำนวนเลข นัยสำคัญ ได้ถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียน ทั้งชั้น
3. ส่งงานที่ได้รับ มอบหมายได้ตาม เวลาที่กำหนด			นักเรียนส่งงานที่ได้รับมอบหมายได้ตามเวลาที่ กำหนดร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น

ใบความรู้ที่ 4

เลขนัยสำคัญ

คือ ตัวเลขที่ได้จากการวัดโดยใช้เครื่องมือที่เป็นสเกล รวมกับตัวเลขที่ได้จากการประมาณอีก 1 ตัว เช่น วัดความยาวของไม้ท่อนหนึ่งได้ยาว 121.54 เซนติเมตร เลข 121.5 เป็นตัวเลขที่วัดได้จริง ส่วน 0.04 เป็นตัวเลขที่ประมาณขึ้นมา (แม้ตัวสุดท้ายจะเป็น 0 ก็ตาม) เราเรียกตัวเลข 121.54 นี้ว่า เลขนัยสำคัญ และมีจำนวนเลขนัยสำคัญ 5 ตัว

กิจกรรม ให้นักเรียนสังเกตสเกลบนไม้บรรทัดว่าควรมีเลขนัยสำคัญกี่ตัว ?

หลักการพิจารณาจำนวนเลขนัยสำคัญ

1. เลขทุกตัว ถือเป็นเลขที่มีนัยสำคัญ

ยกเว้น 1. เลข 0 (ศูนย์) ที่ต่อท้ายเลขจำนวนเต็ม เช่น 120 (มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว) , 200 (มีเลขนัยสำคัญ 1 ตัว)

2. เลข 0 (ศูนย์) ที่หน้าตัวเลข เช่น 0.02 (มีเลขนัยสำคัญ 1 ตัว)

2. เลข 0 (ศูนย์) ที่อยู่ระหว่างตัวเลขถือเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 1.02 (3 ตัว) , 10006 (5 ตัว)

3. เลข 0 (ศูนย์) ที่อยู่ท้ายแต่อยู่ในรูปเลขทศนิยม ถือว่าเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 1.200 (4 ตัว)

4. เลข 10 ที่อยู่ในการยกกำลัง(ระดับขนาด) ไม่เป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 1.20×10^5 (3 ตัว)

ตัวอย่าง จงบอกจำนวนเลขนัยสำคัญของเลขต่อไปนี้

2000.00, 0.007020, 0.005, 30.0×10^{-1} , 400, 0.3937, 1.00230

การบันทึกตัวเลขจากการคำนวณ

1. การบวกเลขนัยสำคัญ หลักการคือตั้งจุดให้ตรงกัน ได้ผลลัพธ์แล้วให้มีจำนวนทศนิยมเท่ากับจำนวนที่ทศนิยมน้อยที่สุด (หยาบที่สุด) เช่น $12.03 + 152.246 + 2.7 = 166.976$ ผลลัพธ์ คือ **167.0**

2. การคูณหารเลขนัยสำคัญ ผลลัพธ์ให้มีจำนวนเลขนัยสำคัญ เท่ากับ ตัวเลขที่นัยสำคัญน้อยที่สุดที่คูณหารกัน เช่น $54.62 \times 2.5 = 136.550 = 1.3655 \times 10^2$ ผลลัพธ์ คือ **1.4×10^2**

หมายเหตุ : หลักการปัดเศษ >5 ปัดขึ้น, <5 ปัดลง , =5 ถ้าเลขก่อนหน้าเป็นคู่ให้ปัดทิ้ง ถ้าคี่ปัดขึ้น

ตัวอย่าง

1) 8.291×2.0

2) $8.291 + 2.0$

3) 225.25×2

4) 225.25×2.0

5) $999 + 1.0$

ใบงานที่ 3

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม.4..... เลขที่.....

1. จงเรียงลำดับเลขน้อยสำคัญต่อไปนี้จากมากไปน้อย 0.05 , 0.70 , 0.145 , 0.1025
 ก. 0.05 , 0.70 , 0.145 , 0.1025 ข. 0.70 , 0.145 , 0.1025 , 0.05
 ค. 0.1025 , 0.145 , 0.70 , 0.05 ง. 0.145 , 0.1025 , 0.05 , 0.70
2. ผลลัพธ์ตามหลักเลขน้อยสำคัญของ $3.25 + 2.1 - 1.13$ คือ
 ก. 4 ข. 4.2 ค. 4.22 ง. 4.27
3. ผลลัพธ์ตามหลักเลขน้อยสำคัญของ $(4.5 \times 1.12) - 1.34$ คือ
 ก. 2.7 ข. 2.66 ค. 3.0 ง. 3.00
4. ผลลัพธ์ตามหลักเลขน้อยสำคัญของ $(2.25 \div 1.5) + 1.25$ คือ
 ก. 3.0 ข. 3.00 ค. 2.75 ง. 2.8
5. ผลลัพธ์ตามหลักเลขน้อยสำคัญของ $360 \div 3.00$ คือ
 ก. 12.00×10^1 ข. 1.20×10^2 ค. 1.2×10^2 ง. 12.0×10^1
6. $1.03 + 2.25 + 3.4 =$
7. $2.54 \times 2.5 =$
8. จงแสดงวิธีหาค่าผลลัพธ์ของคำตอบต่อไปนี้ตามหลักเลขน้อยสำคัญ
 ก. $1.27 + 2.4 - 0.004$
 ข. $\frac{8.5}{4.0} + 2.86 - 0.7$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง

จำนวน 21 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ปริมาณต่างๆของการเคลื่อนที่

จำนวน 3 คาบ

1. สาระสำคัญ

ปริมาณในวิชาฟิสิกส์ที่บอกลักษณะการเคลื่อนที่ในแนวตรง ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว ความเร่ง

2. วัตถุประสงค์

หลังจากที่นักเรียนเรียนจบเรื่อง เรื่องปริมาณต่างๆของการเคลื่อนที่ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของระยะทาง การกระจัด อัตราเร็วและความเร็วได้
2. หาการกระจัดลัพธ์ได้โดยการเขียนรู้

3. สาระการเรียนรู้

ปริมาณต่างๆของการเคลื่อนที่

ระยะทาง คือระยะที่วัดได้ทั้งหมดของการเคลื่อนที่ เป็นปริมาณสเกลาร์ สัญลักษณ์ “ S ” มีหน่วยเป็น เมตร (m)

การกระจัด คือ การกระจัดหาได้จากเส้นตรง ที่เขียนหัวลูกศร กำกับโดยลากจากจุดเริ่มไปยังจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง เป็นปริมาณเวกเตอร์สัญลักษณ์ “ $\vec{S}$ ” มีหน่วยเป็น เมตร (m)

ข้อสังเกต

การเคลื่อนที่โดยทั่วไป ระยะทางจะมากกว่าการกระจัดเสมอ ยกเว้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง การกระจัดจะเท่ากับระยะทาง

อัตราเร็ว หมายถึง ระยะทางที่เคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์ สัญลักษณ์ “ v ” มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. **อัตราเร็วเฉลี่ย**(v_{av}) หมายถึง ระยะทางที่เคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลา จากนั้นสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$v_{av} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{หรือ} \quad v_{av} = \frac{s}{t}$$

เมื่อ $\Delta s, s$ คือ ระยะทางเคลื่อนที่ได้

$\Delta t, t$ คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

v_{av} คือ อัตราเร็วเฉลี่ย

2. **อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง** (v_t) คือ อัตราเร็ว ณ เวลาหนึ่ง หรือความเร็วเวลาใดเวลาหนึ่ง จากนั้นสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$v_t = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

การหาอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง สามารถหาได้จากกราฟของ s กับ t หรือจากเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

3. อัตราเร็วคงที่ (v) หาได้จาก ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลานึงหน่วย

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

ข้อสังเกต ถ้าวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ อัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง จะมีค่าเท่ากับอัตราเร็วคงที่

ความเร็ว หมายถึงการกระจัดที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา เนื่องจากการกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นความเร็วจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ไปด้วย สัญลักษณ์ “ $\vec{v}$ ” มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. **ความเร็วเฉลี่ย** หมายถึง การกระจัดที่เปลี่ยนแปลงไปในเวลาหนึ่งหน่วย สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} \quad \text{หรือ} \quad \vec{v}_{av} = \frac{\vec{s}}{t}$$

ข้อสังเกต ทิศทางของ $\vec{v}_{av}$ มีทิศทางเดียวกับ $\Delta \vec{s}$ หรือ $\vec{s}$ เสมอ

2. **ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ($\vec{v}_t$)** หมายถึง การกระจัดที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เมื่อช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ น้อยมากๆ จะได้ว่า

$$\vec{v}_t = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} \quad (\Delta t \rightarrow 0)$$

3. **ความเร็วคงที่ ($\vec{v}$)** หาได้จาก การกระจัดที่เปลี่ยนแปลงไป ในเวลาหนึ่งหน่วย

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

4.1 ขั้นสร้างความสนใจ

1. ถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้

- จากบทที่ 1 เรื่องหน่วยฐานและอนุพันธ์หน่วย “เมตร” และ “เมตรต่อวินาที” เป็นหน่วยของอะไร (ระยะทาง, การกระจัด, อัตราเร็ว, ความเร็ว)
- ทำไมระยะทางกับการกระจัดและอัตราเร็วกับความเร็วถึงใช้หน่วยเดียวกันได้ (เพราะเป็นการบอกตำแหน่งและระยะต่อเวลาเหมือนกัน)
- ระยะทางกับการกระจัดและอัตราเร็วกับความเร็วมีความแตกต่างกันอย่างไร (เป็นปริมาณเวกเตอร์กับปริมาณสเกลาร์)
- ถ้านักเรียนต้องการหาขนาดของระยะทางกับการกระจัดและอัตราเร็วกับความเร็ว นักเรียนคิดว่ามีวิธีการหาเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร (ไม่เหมือน เวกเตอร์ต้องดูทิศทางด้วย ส่วนสเกลาร์วัดระยะตามจริงแล้วหาได้เลย)

4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว

4.3 ขั้นตอนิปรายและลงข้อสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมดังต่อไปนี้

จากกิจกรรมที่นักเรียนทำไปจากกิจกรรมที่นักเรียนทำไปแล้ว

- ระยะหมายถึงอะไร (ระยะที่วัดได้ทั้งหมดของการเคลื่อนที่)
- การกระจัดหมายถึงอะไร (ระยะทางจากจุดแรกไปยังจุดสุดท้ายของเส้นทางการเคลื่อนที่)
- อัตราเร็วหมายถึงอะไร (ระยะทางที่เปลี่ยนไปต่อหนึ่งหน่วยเวลา)
- ความเร็วหมายถึงอะไร (การกระจัดที่เปลี่ยนไปต่อหนึ่งหน่วยเวลา)

4.4 ขั้ขยายความรู้

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง อัตราเร็วเฉลี่ย

อัตราเร็วเฉลี่ย(v_{av}) หมายถึง ระยะทางที่เคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลา จากนั้นสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$v_{av} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{หรือ} \quad v_{av} = \frac{s}{t}$$

เมื่อ $\Delta s, s$ คือ ระยะทางเคลื่อนที่ได้

$\Delta t, t$ คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

v_{av} คือ อัตราเร็วเฉลี่ย

อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (v_t) คือ อัตราเร็ว ณ เวลาหนึ่ง หรือความเร็วเวลาใดเวลาหนึ่ง จากนั้นสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$v_t = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

การหาอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง สามารถหาได้จากกราฟของ s กับ t หรือจากเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

2. ครูยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สมการการเคลื่อนที่

4.5 ขั้ประเมิน

1. ครูถามนักเรียนว่า ต้องการให้ครูอธิบายเพิ่มเติมส่วนไหนอีกหรือไม่

2. ครูให้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนดังนี้

- สนามแห่งหนึ่งระยะทางรอบสนาม 800 เมตร ถ้านักเรียนวิ่งรอบสนาม ได้ 4 รอบ นักเรียนจะวิ่งได้ระยะทางเท่าใด และการกระจัดเท่าใด (ระยะทาง 3200 เมตร การกระจัด 0 เมตร)
- อัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเป็นเท่าใด ถ้าใช้เวลาในการวิ่งทั้งหมด 400 วินาที (อัตราเร็วเฉลี่ย 8 เมตรต่อวินาที ความเร็ว 0 เมตรต่อวินาที)

5. สื่อการจัดการเรียนรู้

- หนังสือเรียน
- ใบกิจกรรมที่ 1

6. วัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
อธิบายความหมายของระยะทาง การ การจัด อัตราเร็วและความเร็วได้	ตรวจใบ กิจกรรมที่ 1	ใบกิจกรรม ที่ 1	นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของ ระยะทาง การการจัด อัตราเร็วและความเร็วได้ ถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
หาการจัดลัพท์ได้โดยการเขียนรูป			นักเรียนสามารถหาการจัดลัพท์ได้โดยการ เขียนรูปได้ถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น

กิจกรรมที่ 1

เรื่อง ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว

1. ให้นักเรียนลากเส้นตรงยาว 4 นิ้ว ในแนวระดับจากซ้ายไปขวา แล้วลากเส้นตรงต่อไปอีก 3 นิ้ว ในแนวระดับจากซ้ายไปขวา (กำหนด 1 นิ้ว : 1 เมตร)

1.1 วัดระยะตามเส้นที่ลาก.....

1.2 วัดระยะจากจุดเริ่มต้นของการลากจนถึงจุดสิ้นสุดการลาก.....

1.3 ถ้าสมมติให้ 4 นิ้วเป็นช่วงแรกของการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุชนิดหนึ่งใช้เวลา 2.5 วินาที และ 3 นิ้วหลังเปลี่ยนตำแหน่งในช่วงที่สองใช้เวลา 1.5 วินาที ให้อัตราส่วนระหว่างกาเปลี่ยนตำแหน่งต่อเวลา ของทั้ง 2 ช่วง

.....

1.4 ให้อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นที่ลากทั้งสองช่วงต่อเวลาทั้งสองช่วงรวมกัน.....

1.5 ให้อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นที่วัดจากจุดเริ่มต้นของการลากจนถึงจุดสิ้นสุดการลากต่อเวลาทั้งสองช่วงรวมกัน.....

2. ให้นักเรียนลากเส้นตรงยาว 4 นิ้ว ในแนวระดับจากซ้ายไปขวา แล้วลากเส้นตรงต่อไปอีก 3 นิ้ว ในแนวระดับจากขวาไปซ้าย (กำหนด 1 นิ้ว : 1 เมตร)

2.1 วัดระยะตามเส้นที่ลาก.....

2.2 วัดระยะจากจุดเริ่มต้นของการลากจนถึงจุดสิ้นสุดการลาก.....

2.3 ถ้าสมมติให้ 4 นิ้วเป็นช่วงแรกของการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุชนิดหนึ่งใช้เวลา 2.5 วินาที และ 3 นิ้วหลังเปลี่ยนตำแหน่งในช่วงที่สองใช้เวลา 1.5 วินาที ให้อัตราส่วนระหว่างกาเปลี่ยนตำแหน่งต่อเวลา ของทั้ง 2 ช่วง

.....

2.4 ให้อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นที่ลากทั้งสองช่วงต่อเวลาทั้งสองช่วงรวมกัน.....

2.5 ให้อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นที่วัดจากจุดเริ่มต้นของการลากจนถึงจุดสิ้นสุดการลากต่อเวลาทั้งสองช่วงรวมกัน.....

3. ให้นักเรียนลากเส้นตรงยาว 3 นิ้ว ในแนวระดับจากซ้ายไปขวา แล้วลากเส้นตรงต่อไปอีก 3 นิ้ว ในแนวระดับจากขวาไปซ้าย (กำหนด 1 นิ้ว : 1 เมตร)

3.1 วัดระยะตามเส้นที่ลาก.....

3.2 วัดระยะจากจุดเริ่มต้นของการลากจนถึงจุดสิ้นสุดการลาก.....

3.3 ถ้าสมมติให้ 3 นิ้วเป็นช่วงแรกของการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุชนิดหนึ่งใช้เวลา 1 วินาที และ 3 นิ้วหลังเปลี่ยนตำแหน่งในช่วงที่สองใช้เวลา 0.5 วินาที ให้อัตราส่วนระหว่างกาเปลี่ยนตำแหน่งต่อเวลา ของทั้ง 2 ช่วง

.....

.....

- 3.4 ให้หาอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นที่ลากทั้งสองช่วงต่อเวลาทั้งสองช่วงรวมกัน.....
- 3.5 ให้หาอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นที่วัดจากจุดเริ่มต้นของการลากจนถึงจุดสิ้นสุดการลากต่อเวลาทั้งสองช่วงรวมกัน.....
4. ให้นักเรียนลากเส้นตรงยาว 4 นิ้ว ในแนวระดับจากซ้ายไปขวา แล้วลากเส้นตรงต่อไปอีก 3 นิ้ว ในดิ่งจากล่างขึ้นบนตั้งฉากกับเส้นแรก (กำหนด 1 นิ้ว : 1 เมตร)

- 4.1 วัดระยะตามเส้นที่ลาก.....
- 4.2 วัดระยะจากจุดเริ่มต้นของการลากจนถึงจุดสิ้นสุดการลาก.....
- 4.3 ถ้าสมมติให้ 4 นิ้วเป็นช่วงแรกของการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุชนิดหนึ่งใช้เวลา 1.5 วินาที และ 3 นิ้วหลังเปลี่ยนตำแหน่งในช่วงที่สองใช้เวลา 2.5 วินาที ให้หาอัตราส่วนระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งต่อเวลา ของทั้ง 2 ช่วง

- 4.4 ให้หาอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นที่ลากทั้งสองช่วงต่อเวลาทั้งสองช่วงรวมกัน.....
- 4.5 ให้หาอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นที่วัดจากจุดเริ่มต้นของการลากจนถึงจุดสิ้นสุดการลากต่อเวลาทั้งสองช่วงรวมกัน.....

5. วัดระยะตามเส้นที่ลากกับการวัดระยะจากจุดเริ่มต้นของการลากจนถึงจุดสิ้นสุดการลากมีความยาวเท่ากันทุกกรณีหรือไม่ เพราะเหตุ

6. อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นที่ลากทั้งสองช่วงต่อเวลาทั้งสองช่วงรวมกันกับอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นที่วัดจากจุดเริ่มต้นของการลากจนถึงจุดสิ้นสุดการลากต่อเวลาทั้งสองช่วงรวมกัน มีค่าเท่ากันทุกกรณีหรือไม่ เพราะเหตุใด

7. ระยะตามเส้นที่ลากคือปริมาณใดของการเคลื่อนที่.....
8. ระยะจากจุดเริ่มต้นของการลากจนถึงจุดสิ้นสุดการลาก.....
9. ระยะตามเส้นที่ลากต่อเวลาคือปริมาณใดของการเคลื่อนที่.....
10. ระยะจากจุดเริ่มต้นของการลากจนถึงจุดสิ้นสุดการลากต่อเวลาคือปริมาณใดของการเคลื่อนที่.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง

จำนวน 21 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณต่างๆของการเคลื่อนที่

จำนวน 3 คาบ

7. สาระสำคัญ

ปริมาณในวิชาฟิสิกส์ที่บอกลักษณะการเคลื่อนที่ในแนวตรง ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว ความเร่ง

8. วัตถุประสงค์

หลังจากที่นักเรียนเรียนจบเรื่อง เรื่องปริมาณต่างๆของการเคลื่อนที่ นักเรียนสามารถ

3. อธิบายความหมายของอัตราเร็วขณะหนึ่ง อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็วขณะหนึ่ง และความเร็วเฉลี่ยได้

4. คำนวณหาอัตราเร็วขณะหนึ่ง อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็วขณะหนึ่ง และความเร็วเฉลี่ยได้

9. สาระการเรียนรู้

ปริมาณต่างๆของการเคลื่อนที่

4. อัตราเร็วเฉลี่ย(v_{av}) หมายถึง ระยะทางที่เคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลา จากนั้นสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$v_{av} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{หรือ} \quad v_{av} = \frac{s}{t}$$

เมื่อ $\Delta s, s$ คือ ระยะทางเคลื่อนที่ได้

$\Delta t, t$ คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

v_{av} คือ อัตราเร็วเฉลี่ย

5. อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (v_t) คือ อัตราเร็ว ณ เวลาหนึ่ง หรือความเร็วเวลาใดเวลาหนึ่ง จากนั้นสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$v_t = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

การหาอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง สามารถหาได้จากกราฟของ s กับ t หรือจากเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

6. อัตราเร็วคงที่ (v) หาได้จาก ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลาหนึ่งหน่วย

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

ข้อสังเกต ถ้าวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ อัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง จะมีค่าเท่ากับอัตราเร็วคงที่

ความเร็ว หมายถึงการกระจัดที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา เนื่องจากการกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นความเร็วจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ไปด้วย สัญลักษณ์ “ $\vec{v}$ ” มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

4. **ความเร็วเฉลี่ย** หมายถึง การกระจัดที่เปลี่ยนแปลงไปในเวลาหนึ่งหน่วย สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} \quad \text{หรือ} \quad \vec{v}_{av} = \frac{\vec{s}}{t}$$

ข้อสังเกต ทิศทางของ $\vec{v}_{av}$ มีทิศทางเดียวกับ $\Delta \vec{s}$ หรือ $\vec{s}$ เสมอ

5. **ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ($\vec{v}_t$)** หมายถึง การกระจัดที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เมื่อช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ น้อยมากๆ จะได้ว่า

$$\vec{v}_t = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} \quad (\Delta t \rightarrow 0)$$

6. **ความเร็วคงที่ ($\vec{v}$)** หาได้จาก การกระจัดที่เปลี่ยนแปลงไป ในเวลาหนึ่งหน่วย

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

10. กระบวนการจัดการเรียนรู้

10.1 ขั้นนำ

- ครูทบทวนความรู้เดิมที่เรียนไปในครั้งที่แล้ว ด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - ระยะทางกับการกระจัดต่างกันอย่างไร (ระยะทางมีเฉพาะขนาด แต่การกระจัดต้องมีทิศทางด้วย)
 - ความเร็วกับอัตราเร็วต่างกันอย่างไร (อัตราเร็วมีเฉพาะขนาด แต่ความเร็วจะต้องมีทิศทางด้วย)
 - จากนิยามของอัตราเร็วและความเร็ว สามารถนำมาเขียนเป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร ($v = \frac{s}{t}$ และ $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$ ตามลำดับ)
- ครูเดินหน้าชั้นเรียนสองครั้งด้วยความเร็วที่ไม่เท่ากัน ครั้งแรกช้ากว่าครั้งหลังแล้วถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - นักเรียนคิดว่าเดินครั้งไหนเร็วกว่ากัน เพราะเหตุใด (ครั้งหลัง เพราะไปถึงที่หมายก่อน)
 - นักเรียนคิดว่าขณะครูเดินแต่ละครั้งมีอัตราเร็วเท่าใด (ไม่ทราบเนื่องจากวัดไม่ได้)

4.2 ขั้นสอน

- นักเรียนฟังครูบรรยายเนื้อหาอัตราเร็วขณะหนึ่ง ความเร็วขณะหนึ่ง อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็วเฉลี่ย
- ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับอัตราเร็วขณะหนึ่ง ความเร็วขณะหนึ่ง อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็วเฉลี่ย เพื่อให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง
- ครูให้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับอัตราเร็วขณะหนึ่ง ความเร็วขณะหนึ่ง อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็วเฉลี่ย ให้นักเรียนแต่ละโต๊ะ (หนึ่งโต๊ะจะมีนักเรียน 3-4 คน) ช่วยกันแก้ปัญหา

4.3 ขั้นสรุป

ครูถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจดังต่อไปนี้

- นักเรียนต้องการให้ครูอธิบายเพิ่มเติมส่วนใดอีกหรือไม่
- อัตราเร็วขณะหนึ่งกับอัตราเร็วเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไร
- ความเร็วขณะหนึ่งกับความเร็วเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไร

11. สื่อการจัดการเรียนรู้

- หนังสือเรียน
- ใบกิจกรรมที่ 1

12. วัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
อธิบายความหมายของอัตราเร็ว ขณะหนึ่ง อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็วขณะหนึ่ง และ ความเร็วเฉลี่ยได้	ถามคำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของ อัตราเร็วขณะหนึ่ง อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็วขณะหนึ่ง และความเร็วเฉลี่ยได้ ถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
คำนวณหาอัตราเร็วขณะหนึ่ง อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็ว ขณะหนึ่ง และความเร็วเฉลี่ยได้	ตรวจแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	นักเรียนสามารถคำนวณหาอัตราเร็ว ขณะหนึ่ง อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็ว ขณะหนึ่ง และความเร็วเฉลี่ยได้ ถูกต้อง ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง

จำนวน 21 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การวัดอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ในแนวตรง

จำนวน 3 คาบ

1. สาระสำคัญ

เครื่องเคาะสัญญาณเวลาเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอัตราเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่ในเวลาสั้น ๆ ขณะเครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำงานแผ่นเหล็กสปริงจะสั่นทำให้เหล็กที่ติดปลายเคาะ ลงไปบนแป้นไม้ที่รองรับเป็นจังหวะด้วยความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้เคาะ คือ 50 ครั้งใน 1 วินาที ดังนั้น ช่วงเวลาระหว่างการเคาะครั้งหนึ่งกับครั้งถัดไปมีค่าเท่ากับ $1/50$ วินาที

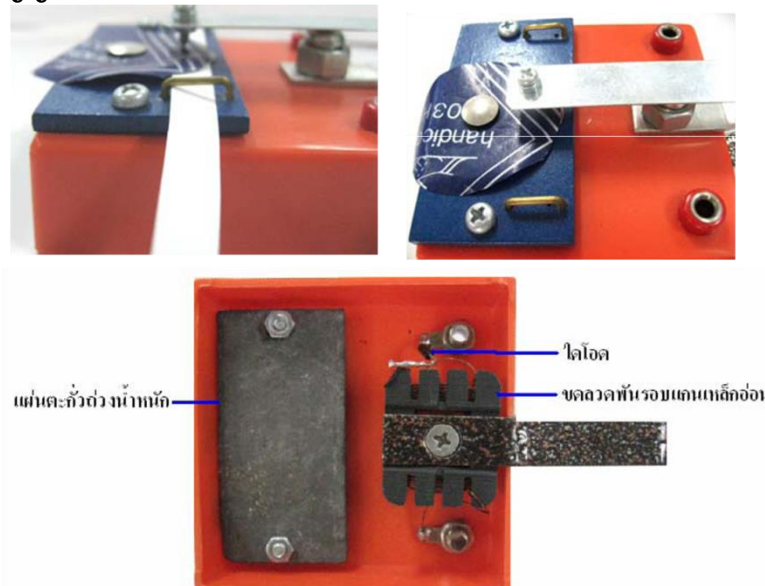
2. วัตถุประสงค์

เมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่อง การวัดอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ในแนวตรง แล้วนักเรียนจะสามารถ

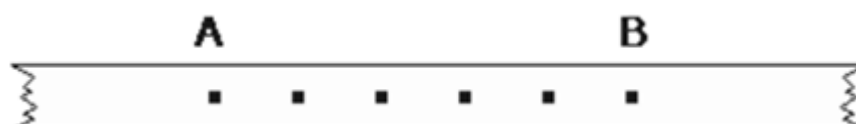
1. หาอัตราเร็วเฉลี่ยและอัตราเร็วขณะหนึ่งจากการใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาได้ (K)
2. ติดตั้งอุปกรณ์การทดลองเพื่อทำการทดลองได้ (P)

3. สาระการเรียนรู้

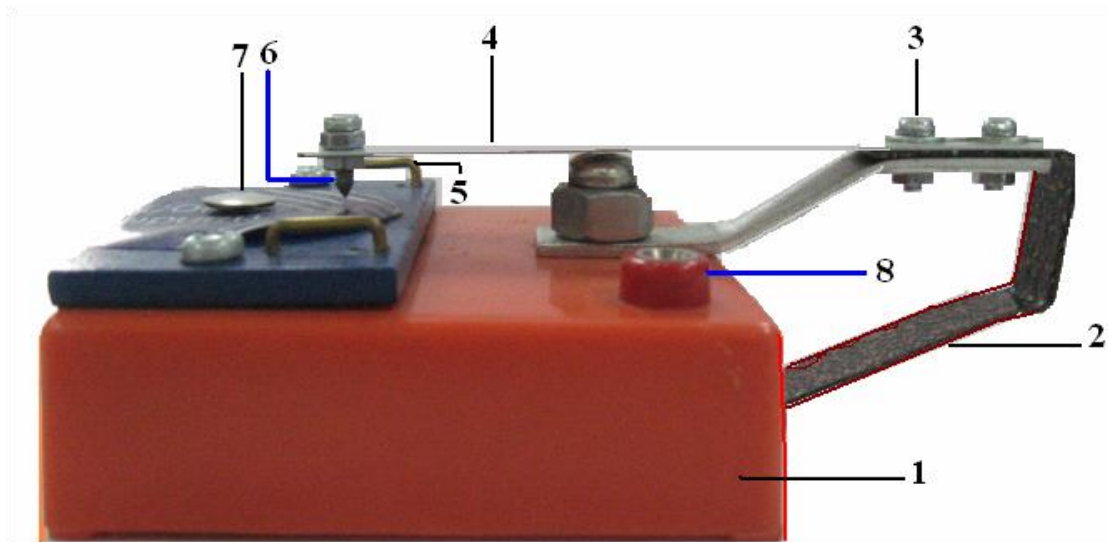
เครื่องเคาะสัญญาณเวลา (Ticker Tape Timer)



เครื่องเคาะสัญญาณเวลาเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอัตราเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่ในเวลาสั้น ๆ ขณะเครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำงานแผ่นเหล็กสปริงจะสั่นทำให้เหล็กที่ติดปลายเคาะ ลงไปบนแป้นไม้ที่รองรับเป็นจังหวะด้วยความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้เคาะ คือ 50 ครั้งใน 1 วินาที ดังนั้น ช่วงเวลาระหว่างการเคาะครั้งหนึ่งกับครั้งถัดไปมีค่าเท่ากับ $1/50$ วินาที ช่วงเวลานี้จะคงที่เพราะความถี่ของไฟฟ้าที่ใช้ค่าคงที่ ช่วงเวลานี้บางครั้งเรียกว่า เวลา 1 ช่วงจุด ดังรูป



รูปแสดงจุดที่เกิดขึ้นบนแถบกระดาษที่ผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา



ส่วนประกอบต่างๆ

1. ฐานของเครื่องเคาะสัญญาณ
2. แกนยึดขดลวดที่พันรอบแกนเหล็กอ่อน
3. นอตยึดคันเคาะ
4. คันเคาะ
5. ที่สอดแถบกระดาษ
6. ปุ่มเคาะติดอยู่ปลายคันเคาะ
7. กระดาษคาร์บอนพร้อมหมุดยึด
8. ช่องเสียบไฟฟ้ากระแสสลับ 4-6 โวลต์

การคำนวณอัตราเร็วจากจุดที่ปรากฏบนแถบกระดาษ สามารถหาได้ดังนี้

$$v = \frac{s}{t}$$

เวลา t สามารถหาได้จากช่วงจุด A ถึง B คือ 5 ช่วงจุด คูณด้วย $1/50$ วินาที

$$v = \frac{s}{5 \times \frac{1}{50}}$$

จะได้

$$v = \frac{s \times 50}{5}$$

จะได้

เมื่อ s คือ ระยะกระจัดจาช่วงจุด A ถึง จุด B

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นนำ

- ครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปในครั้งที่แล้วเรื่องอัตราเร็วด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - อัตราเร็วหมายถึงอะไร (ระยะทางที่เปลี่ยนไปต่อหนึ่งหน่วยเวลา)
 - อัตราเร็วขณะหนึ่งหมายถึงอะไร (ระยะทางที่เปลี่ยนไปต่อเวลาที่เปลี่ยนไปสั้นๆ)
 - อัตราเร็วเฉลี่ยหมายถึงอะไร (ระยะทางที่ทำได้ทั้งหมดต่อเวลาที่ใช้ไปทั้งหมด)
- ครูนำเครื่องเคาะสัญญาณเวลามาให้นักเรียนดู แล้วถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - นักเรียนเคยเห็นเครื่องนี้หรือไม่ (เคย/ไม่เคย)
 - นักเรียนคิดว่าเครื่องนี้มีไว้ทำอะไร (วัดอัตราเร็วระยะเวลานั้นๆ)
- ครูสนทนากับนักเรียนว่า “เครื่องนี้เรียกว่าเครื่องเคาะสัญญาณเวลา จะเคาะวินาทีละ 50 ครั้ง สามารถหาอัตราเร็วขณะหนึ่ง อัตราเร็วเฉลี่ย และอัตราเร็วได้”

2. ขั้นสอน

- ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 8-10 คน จากนั้นให้ตัวแทนกลุ่มออกมาจับอุปกรณ์
- ครูให้นักเรียนติดตั้งอุปกรณ์ โดยให้นักเรียนศึกษาวิธีการติดตั้งจากคู่มือ
- ครูให้นักเรียนทำการทดลอง โดยศึกษาวิธีการทดลองจากคู่มือ
- นักเรียนทุกคนในกลุ่มต้องได้ตั้งแถบกระดาษมาเป็นผลงานติดลงสมุดของตน โดยทำการตั้งแถบกระดาษด้วยตัวเองตามความต้องการของตน
- ครูอธิบายวิธีการคำนวณหาอัตราเร็วขณะหนึ่ง อัตราเร็วเฉลี่ย จากแถบกระดาษที่ได้จากการทดลอง
- ครูให้นักเรียนแต่ละคนเลือกจุดบนแถบกระดาษคนละจุดแล้วคำนวณหาอัตราเร็วขณะหนึ่งของจุดนั้น
- ครูให้นักเรียนทำการคำนวณอัตราเร็วเฉลี่ยจากจุดบนแถบกระดาษ

3. ขั้นสรุป

- ครูถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - เครื่องเคาะสัญญาณเวลาใช้หาอะไรได้บ้าง (หาอัตราเร็วขณะหนึ่ง อัตราเร็วเฉลี่ย และอัตราเร็ว)
 - เครื่องเคาะสัญญาณเวลาเคาะกี่ครั้งในหนึ่งวินาที (50 ครั้ง)
 - ถ้าแถบกระดาษปรากฏจุด 5 จุด แสดงว่าเครื่องแถบกระดาษนั้นใช้เวลาในการตั้งให้เคลื่อนที่เท่าใด (5/50 วินาที)
- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาดังนี้ “การคำนวณหาอัตราเร็วจากเครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำได้โดยใช้ไม้บรรทัดวัดค่อมจุดที่สนใจแล้วหารแล้วด้วยช่วงที่อยู่ระหว่างจุดที่วัด (ถ้าเป็นการหาอัตราเร็วขณะหนึ่งจะเท่ากับ $2/50$ เสมอ)

4. สื่อการจัดการเรียนรู้

- ชุดการหาอัตราเร็วจากเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

5. วัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
หาอัตราเร็วเฉลี่ยและอัตราเร็วขณะหนึ่งจากการใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาได้	ตรวจผลการทำกิจกรรม	กิจกรรมการทดลอง	นักเรียนสามารถอธิบายหาอัตราเร็วเฉลี่ยและอัตราเร็วขณะหนึ่งจากการใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาได้ถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
ติดตั้งอุปกรณ์การทดลองเพื่อทำการทดลองได้	การสังเกต	ชุดการทดลอง	นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถติดตั้งอุปกรณ์การทดลองเพื่อทำการทดลองได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง

จำนวน 21 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง อัตราเร่ง/ความเร่ง

จำนวน 3 คาบ

1. สาระสำคัญ

ความเร่งเฉลี่ย (a_{av}) หมายถึง ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไป ในเวลาหนึ่งหน่วย (ในช่วงที่พิจารณาเท่านั้น) ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า

ความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง ($\vec{a}_t$) คือ ความเร่ง ณ จุดใดจุดหนึ่ง หรือ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ในระหว่างการเคลื่อนที่ หรืออาจหาได้จากความเร่ง ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ (Δt เข้าใกล้ 0)

ความเร่งคงที่ ($\vec{a}$) หมายถึง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างสม่ำเสมอ ไม่ว่าคิดในช่วงเวลาใดๆ

2. วัตถุประสงค์

เมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่อง อัตราเร่ง/ความเร่ง แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของอัตราเร่งได้ (K)
2. หาอัตราเร่งจากจุดบนแถบกระดาษได้ (P)

3. สาระการเรียนรู้

จากการศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุพบว่า ในบางครั้งอาจมีการเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลงบางครั้งมีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ซึ่งมีขนาดและทิศทางของความเร็วมีการเปลี่ยนแปลงเรียกว่า การเคลื่อนที่แบบมีความเร่ง โดยทั่วไปอัตราเร็วหมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็ว หรือ ความเร่ง หมายถึง ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงในหนึ่งหน่วยเวลา

เนื่องจากความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ ความเร่งจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ด้วยหน่วยของความเร่งเป็น เมตร/วินาที² (m/s²) สัญลักษณ์ของความเร่ง $\vec{a}$ ความเร่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ความเร่งเฉลี่ย (a_{av}) หมายถึง ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไป ในเวลาหนึ่งหน่วย (ในช่วงที่พิจารณาเท่านั้น) ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\overline{a_{av}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

หรือ

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{t}$$

เมื่อ $\vec{u}$ คือความเร็วที่เวลาเริ่มต้น

$\vec{v}$ คือ ความเร็วสุดท้าย

Δt คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนความเร็ว $\vec{u}$ เป็น $\vec{v}$

2. ความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง ($\vec{a}_t$) คือ ความเร่ง ณ จุดใดจุดหนึ่ง หรือ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ในระหว่างการเคลื่อนที่ หรืออาจหาได้จากความเร่ง ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ (Δt เข้าใกล้ 0)

$$\vec{a}_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (\Delta t \rightarrow 0)$$

3. ความเร่งคงที่ ($\vec{a}$) หมายถึง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างสม่ำเสมอ ไม่ว่าคิดในช่วงเวลาใดๆ จึงหาได้จากสมการ

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

ข้อสังเกต

1. ทิศทางของความเร่ง ($\vec{a}$) จะอยู่ที่ทิศทางเดียวกับความเร็ว ($\Delta \vec{v}$) เสมอ
2. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ความเร่งเฉลี่ยและความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง ($\vec{a}_t$) จะมีค่าเท่ากับความเร่งคงที่นั้น
3. เมื่อวัตถุที่มีความเร็วลดลง $\vec{v} < \vec{u}$ จะได้ว่า $\vec{a}$ มีค่าเป็นลบ หรือ $\vec{a}$ มีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่บางครั้งเรียก $\vec{a}$ ที่เป็นลบ(-) ว่า ความหน่วง
การหาความเร็วเฉลี่ย ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ความเร่งเฉลี่ย ความเร่งขณะใดขณะหนึ่งจากเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

ประโยชน์ของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา (Ticker timer) ใช้หา $\vec{v}_{av}$, $\vec{v}_t$, $\vec{a}_{av}$, $\vec{a}_t$

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

2. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้

- จุดบนแถบกระดาษที่นักเรียนแต่ละคนดึงเหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (ไม่เหมือนขึ้นอยู่กับลักษณะการดึงของแต่ละคน)
- จุดบนแถบกระดาษของนักเรียนแต่ละคนมีลักษณะอย่างไรบ้าง (จุดห่างกันคงที่, ห่างกันมากขึ้นเรื่อยๆ, ชิดกันมากขึ้น)

3. ครูสนทนากับนักเรียนดังนี้ “ในคาบเรียนที่แล้วครูได้ให้นักเรียนลองหาอัตราเร็วขณะหนึ่งบนแถบกระดาษของนักเรียนเพียงหนึ่งจุด ในวันนี้ครูจะให้นักเรียนได้ลองหาอัตราเร็วขณะหนึ่งบนแถบกระดาษเดิมอีกหนึ่งจุด โดยไม่ให้ซ้ำจุดเดิมและเป็นจุดที่เกิดหลังจุดที่ได้หาไปแล้ว” จากนั้นถามคำถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่า อัตราเร็วขณะหนึ่งที่จะหาในวันนี้ จะมีค่าเท่ากับอัตราเร็วขณะหนึ่งที่หาในคาบที่แล้วหรือไม่ (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนหาอัตราเร็วขณะหนึ่งบนแถบกระดาษเดิมที่ได้จากคาบที่แล้วเพิ่ม โดยมีเงื่อนไขว่าต้องไม่ซ้ำจุดเดิม และต้องเป็นจุดที่เกิดที่หลังจุดเดิมที่ได้หาไว้แล้ว จากนั้นถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้

- อัตราเร็วขณะหนึ่งที่หาใหม่มีค่าเท่าเดิมหรือไม่ (ตอบตามค่าที่นักเรียนแต่ละคนหาได้)

2. ครูให้นักเรียนนำอัตราเร็วขณะหนึ่งที่หาใหม่ในครั้งนี้มาลบบกับอัตราเร็วขณะหนึ่งเดิม แล้วถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้

- ค่าของอัตราเร็วที่ลบบกันของนักเรียนแต่ละคนเป็นเท่าใด (ตอบตามค่าที่นักเรียนแต่ละคนหา)
- มีนักเรียนคนไหนได้ค่าเป็นบวกบ้างให้ยกมือขึ้น (นับจำนวนนักเรียน)
- มีนักเรียนคนไหนได้ค่าเป็นลบบ้าง (นับจำนวนนักเรียน)
- มีนักเรียนคนไหนได้ค่าใกล้ศูนย์บ้าง (นับจำนวนนักเรียน)

3. ขั้นตอนอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมด้วยประเด็นคำถามดังต่อไปนี้
 - เป็นเพราะสาเหตุใดทำไมเมื่อนำอัตราเร็วขณะหนึ่งมาลบกันแล้วแต่ละคนได้ค่าไม่เหมือนกัน (เพราะการตั้งแถบกระดาษที่ไม่เหมือนกัน)
 - นักเรียนคิดว่าจุดบนแถบกระดาษแบบที่ระยะห่างแต่ละจุดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เกิดจากการตั้งลักษณะใด และเมื่อนำค่าอัตราเร็วขณะหนึ่งสองจุดบนแถบกระดาษลักษณะนี้มาลบกันค่าที่ได้เป็นบวกหรือลบ
 - นักเรียนคิดว่าจุดบนแถบกระดาษแบบที่ระยะห่างแต่ละจุดห่างกันคงที่ เกิดจากการตั้งลักษณะใด และเมื่อนำค่าอัตราเร็วขณะหนึ่งสองจุดบนแถบกระดาษลักษณะนี้มาลบกันค่าที่ได้เป็นบวกหรือลบ
 - นักเรียนคิดว่าจุดบนแถบกระดาษแบบระยะห่างแต่ละจุดลดลงเรื่อยๆ เกิดจากการตั้งลักษณะใด และเมื่อนำค่าอัตราเร็วขณะหนึ่งสองจุดบนแถบกระดาษลักษณะนี้มาลบกันค่าที่ได้เป็นบวกหรือลบ
 - เพราะเหตุใดผลลบของอัตราเร็วอัตราเร็วขณะหนึ่งถึงมีค่าเป็นลบหรือบวก (เพราะอัตราเร็วเปลี่ยนแปลง)
 - เพราะเหตุใดผลลบของอัตราเร็วอัตราเร็วขณะหนึ่งถึงมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ (เพราะอัตราเร็วไม่เปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก)
 - นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วเร็วมีชื่อเรียกว่าอย่างไร (อัตราเร็ว)
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมกรรมด้วยการสนทนาดังนี้ “อัตราเร่งคือการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วในหนึ่งหน่วยเวลา”
3. ครูให้นักเรียนหาค่าอัตราเร่งของตนเองโดยนำอัตราเร็วขณะหนึ่งที่ลบกันหารด้วยช่วงเวลาจากจุดเดิมไปถึงจุดใหม่ที่วัดอัตราเร็ว

4. ขั้นขยายความรู้

ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับอัตราเร่งดังนี้ “การเคลื่อนที่ของทุกสิ่งนั้นล้วนมีอัตราเร่งเข้ามาเกี่ยวข้องทั้งนั้นในเป็นเพราะว่า เมื่อมีการเคลื่อนไหวย่อมมีการเปลี่ยนอัตราเร็ว เช่นการที่ครูยืนพูดอยู่หน้าห้องเรียน อัตราเร็วของครูเป็นศูนย์ แต่เมื่อครูเริ่มเดินอัตราเร็วของครูก็เปลี่ยนแปลงไป

5. ขั้นวัดประเมินผล

1. ครูถามนักเรียนว่า “มีใครยังสงสัยต้องการให้ครูอธิบายเพิ่มเติมอีกหรือไม่”
2. ครูถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - “รถยนต์คันหนึ่งวิ่งมาด้วยอัตราเร็วที่คงที่ คนขับมองไปเห็นวัวขวางถนนด้านหน้าคนขับตัดสินใจเบรกรถจนรถหยุดก่อนที่จะชนวัว” นักเรียนคิดว่าสถานการณ์ดังกล่าวมีอัตราเร่งเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีเปลี่ยนอัตราเร่งชนิดใด เกิดขึ้นตอนไหน เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น (มี เป็นชนิดหน่วง เกิดขึ้นในเวลาที่คนขับตัดสินใจเบรกรถจนกระทั่งรถหยุด เพราะมีการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วจากที่มีอัตราเร็วแล้วเปลี่ยนแปลงเป็นไม่มีอัตราเร็ว”

6. สื่อการจัดการเรียนรู้

- แอปกระดานเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

7. วัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
อธิบายความหมายของอัตราเร่งได้	การถามคำถาม	คำถาม	ตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
หาอัตราเร่งจากจุดบนแถบกระดาษได้	ตรวจงาน	แบบบันทึกกิจกรรม	หาอัตราเร่งได้ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง

จำนวน 21 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง s-t ,v-t และ a-t

จำนวน 3 คาบ

1. สาระสำคัญ

จากการศึกษาแถบกระดาษที่ได้จากเครื่องเคาะสัญญาณเวลาจากการดึง 3 ลักษณะคือ

1. แบบมีความเร็วคงที่
2. แบบมีความเร่ง
3. แบบมีความหน่วง

2. วัตถุประสงค์

เมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่อง กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง s-t ,v-t และ a-t แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับเวลา อัตราเร็วกับเวลา อัตราเร่งกับเวลา จากการเคลื่อนที่ลักษณะต่างๆ (K)
2. วิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์รูปแบบต่างๆได้อย่างถูกต้อง (P)

3. สาระการเรียนรู้

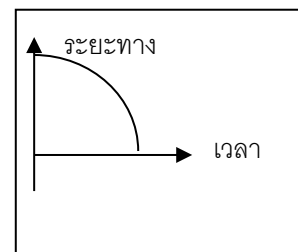
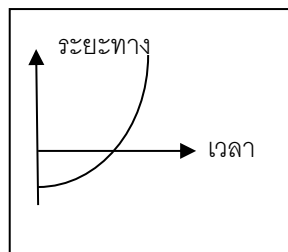
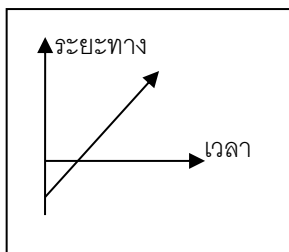
กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง(s) กับเวลา(t)

จากการศึกษาแถบกระดาษที่ได้จากเครื่องเคาะสัญญาณเวลาจากการดึง 3 ลักษณะคือ

4. แบบมีความเร็วคงที่
5. แบบมีความเร่ง
6. แบบมีความหน่วง

กราฟความสัมพันธ์ที่ได้เป็นดังนี้

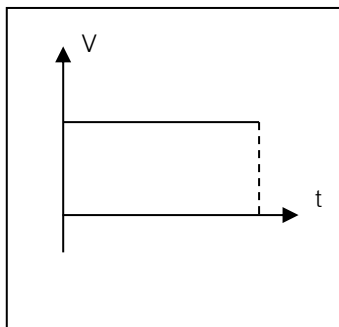
1. แบบมีความเร็วคงที่
2. แบบมีความเร่ง
3. แบบมีความหน่วง



กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว(v) กับเวลา (t)

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว(v) กับเวลา (t) ได้ slope ของความเร่ง (a) ของวัตถุ นอกจากนี้ พื้นที่ใต้กราฟยังบอกปริมาณของการเคลื่อนที่อย่างหนึ่งซึ่งจะได้ศึกษาดังนี้

เมื่อความเร็วคงที่



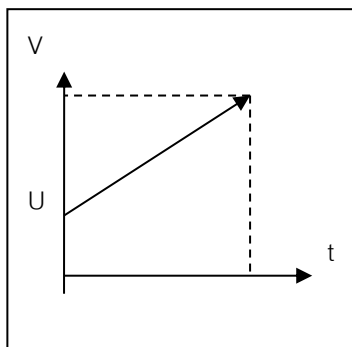
จากพื้นที่ใต้กราฟในช่วงเวลา 0 ถึง t เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
จากสูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า = กว้าง × ยาว
$$= v \times t$$

ดังนั้น การกระจัดของการเคลื่อนที่ = $\vec{v} \times t$

หรือ $s = \vec{v} \times t$

ดังนั้นพื้นที่ใต้กราฟ เท่ากับการกระจัดในการเคลื่อนที่ในช่วงเวลา 0 ถึง t

เมื่อความเร่งไม่คงที่



จากพื้นที่ใต้กราฟในช่วงเวลา 0 ถึง t เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู
และจากสูตรการหาพื้นที่ สี่เหลี่ยมคางหมู เท่ากับ
$$= \frac{1}{2} \times \text{ผลบวกของด้านคู่ขนาน} \times \text{สูง}$$

$$\text{trapezoid} = \frac{1}{2} \times (u+v) \times t$$

ดังนั้น ระยะกระจัดของการเคลื่อนที่ เท่ากับ

$$\vec{s} = \left(\frac{u + \vec{v}}{2} \right) t$$

สมการสำหรับการคำนวณหาปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร็วคงตัว เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวโดยเริ่มต้นวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $\vec{u}$ ที่เริ่มต้น $t = 0$ หลังจากเวลาผ่านไป t วัตถุจะมีความเร็วเป็น $\vec{v}$ ถ้าเขียนกราฟความเร็วของการเคลื่อนที่ในกรณีนี้สามารถเขียนได้

เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ขนาดของความเร่งจะได้จากกราฟระหว่างความเร็วกับเวลา

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

หรือ
$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{t} \quad \text{-----} \quad (1)$$

หรือเขียนใหม่ได้ว่า
$$\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t \quad \text{-----} \quad (2)$$

ถ้าต้องการหาระยะทาง s อาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู
จะได้
$$\vec{s} = \left(\frac{u + \vec{v}}{2} \right) t \quad \text{-----} \quad (3)$$

แทนค่า v จากสมการ (2) ลงใน(3)

$$\begin{aligned}\vec{s} &= \left(\frac{u + u + at}{2} \right) t \\ s &= ut + \frac{1}{2}at^2\end{aligned}\quad \text{-----} \quad (4)$$

หรือแทนค่า t จาก (1) $t = \frac{u-v}{a}$ ใน(3) จะได้ว่า

$$\begin{aligned}\vec{s} &= \left(\frac{\vec{u} + \vec{v}}{2} \right) \left(\frac{\vec{v} - \vec{u}}{a} \right) \\ \vec{s} &= \left(\frac{\vec{v}^2 - \vec{u}^2}{2a} \right)\end{aligned}$$

$$\text{เขียนใหม่ได้เป็น} \quad v^2 = u^2 + 2as \quad \text{-----} \quad (5)$$

สรุป เมื่อ $\vec{v}$ = ความเร็วปลาย เมื่อ $t = t$ ใดๆ
 $\vec{u}$ = ความเร็วต้น เมื่อ $t = 0$
 a = ความเร่งคงที่
 t = ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่
 $\vec{s}$ = การกระจัดที่ได้ในช่วงเวลา t

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นนำ

1. ครูสนทนากับนักเรียนถึงการทดลองวัดอัตราเร็วโดยใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาว่า “จุดบนแถบกระดาษของนักเรียนแต่ละคนมีลักษณะอย่างไรบ้าง” (จุดห่างกันคงที่, ห่างกันมากขึ้นเรื่อยๆ, ชิดกันมากขึ้น)

2. ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าที่เกิดลักษณะที่นักเรียนตอบเพราะเหตุใด” (ลักษณะการดึงแถบกระดาษ)

3. ครูสนทนากับนักเรียนเรียนว่า “คาบเรียนนี้ครูจะพานักเรียนนำจุดบนแถบกระดาษมาทำเป็นกราฟความสัมพันธ์ 3 ลักษณะ คือ s-t, v-t และ a-t

2. ขั้นสอน

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่

2. ครูถามคำถามนักเรียนดังนี้ “นักเรียนคิดว่านักเรียนสามารถดึงแถบกระดาษจากเครื่องเคาะสัญญาณเวลาได้กี่ลักษณะ” (3 ดังคงที่, ดังเร็วขึ้นเรื่อยๆ, ดังช้าลงเรื่อยๆ)

3. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มใหญ่ให้เป็น 3 กลุ่มย่อย กลุ่มย่อยแรกดึงกระดาษแบบคงที่ กลุ่มย่อยที่ 2 ดังกระดาษเร็วขึ้นเรื่อยๆ กลุ่มย่อยที่ 3 ดังแถบกระดาษช้าลงเรื่อยๆ

4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล

5. ครูให้นักเรียนนำข้อมูลจากตารางบันทึกผลไปทำการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ 3 ลักษณะ คือ s-t, v-t และ a-t

6. ครูสุ่มกลุ่มนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยอย่างน้อยการนำเสนอต้องมึลักษณะการ
ดั่งแถบกระดาษครบทั้ง 3 แบบ

3. ขั้นสรุป

ครูถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้

1. กราฟที่ได้จากการดั่งทั้ง 3 แบบเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
2. การดั่งแถบกระดาษแบบคงที่ กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร ระยะทาง อัตราเร็ว อัตราเร่งเป็น
อย่างไร
3. การดั่งแถบกระดาษเร็วขึ้นเรื่อยๆ กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร ระยะทาง อัตราเร็ว อัตราเร่ง
เป็นอย่างไร
4. การดั่งแถบกระดาษช้าลงเรื่อยๆ กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร ระยะทาง อัตราเร็ว อัตราเร่ง
เป็นอย่างไร

4. สื่อการจัดการเรียนรู้

1. เครื่องเคาะสัญญาณเวลา
2. ใบกิจกรรม

5. วัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ ใช้	เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ระยะทางกับเวลา อัตราเร็วกับเวลา อัตราเร่งกับ เวลา จากการเคลื่อนที่ลักษณะ ต่างๆ	ตรวจงาน	ใบกิจกรรม	นักเรียนสามารถเขียนกราฟแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับเวลา อัตราเร็วกับเวลา อัตราเร่งกับเวลา จาก การเคลื่อนที่ลักษณะต่างๆ ได้ถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
วิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์ รูปแบบต่างๆได้อย่างถูกต้อง	การถามคำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถวิเคราะห์กราฟ ความสัมพันธ์รูปแบบต่างๆได้อย่างถูกต้อง ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น

ใบกิจกรรม
เรื่อง กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง s-t ,v-t และ a-t

แถบกระดาษ

ลักษณะการดึง.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

จุดที่	ช่วงเวลา (s)	ระยะทาง (m)	อัตราเร็ว (m/s)	อัตราเร่ง (m/s ²)
1	0			
2	1/50			
3	2/50			
4	3/50			
5	4/50			

วิเคราะห์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

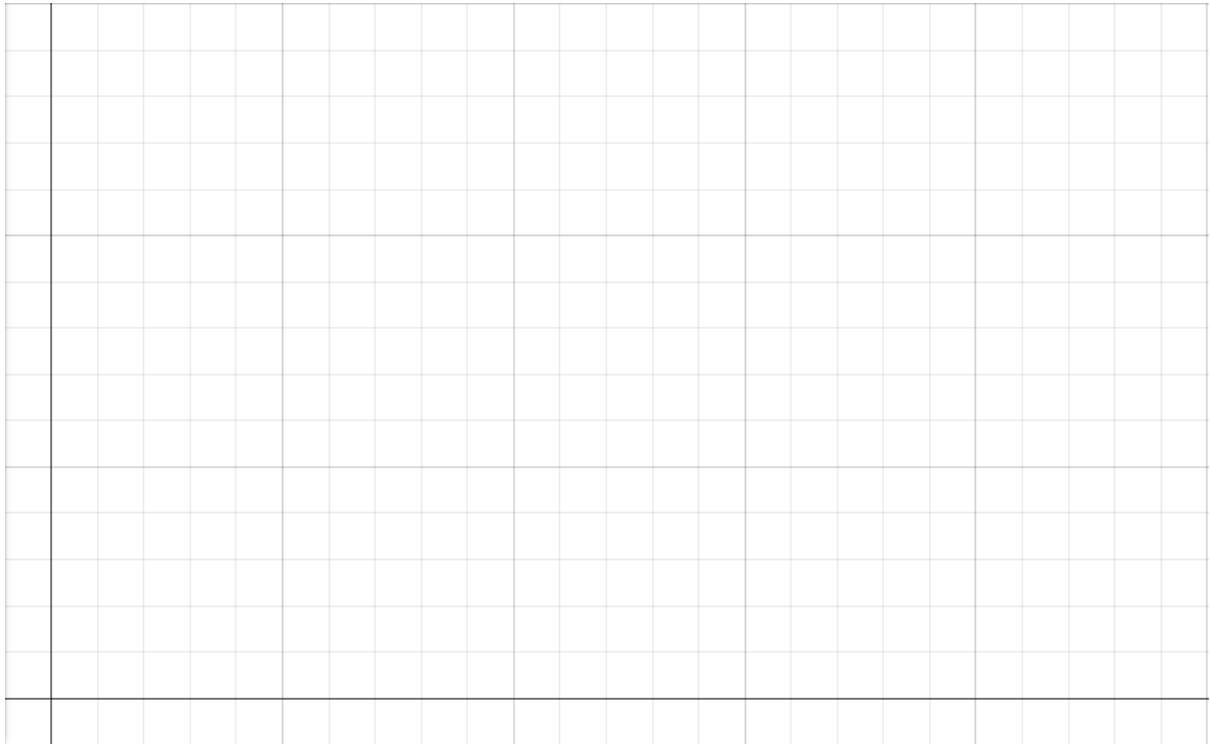
.....

.....

.....

.....

กราฟความสัมพันธ์ s-t



วิเคราะห์กราฟ

.....

.....

.....

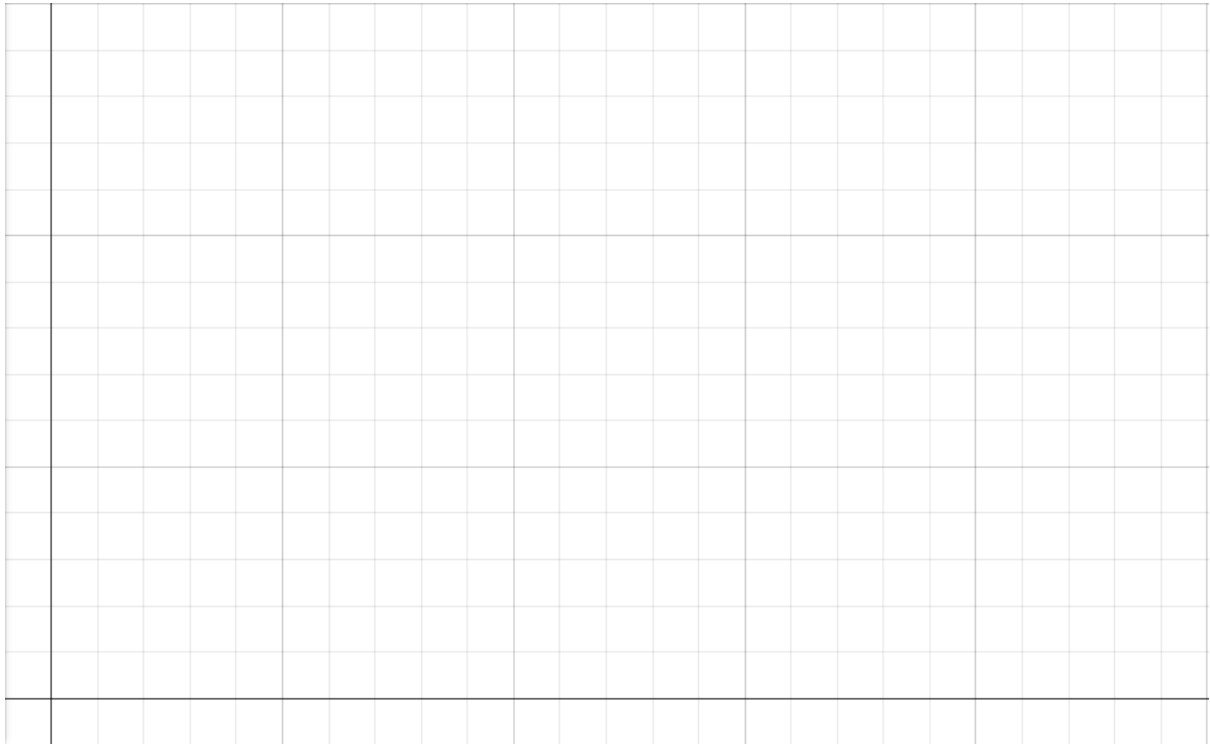
.....

.....

.....

.....

กราฟความสัมพันธ์ v-t



วิเคราะห์กราฟ

.....

.....

.....

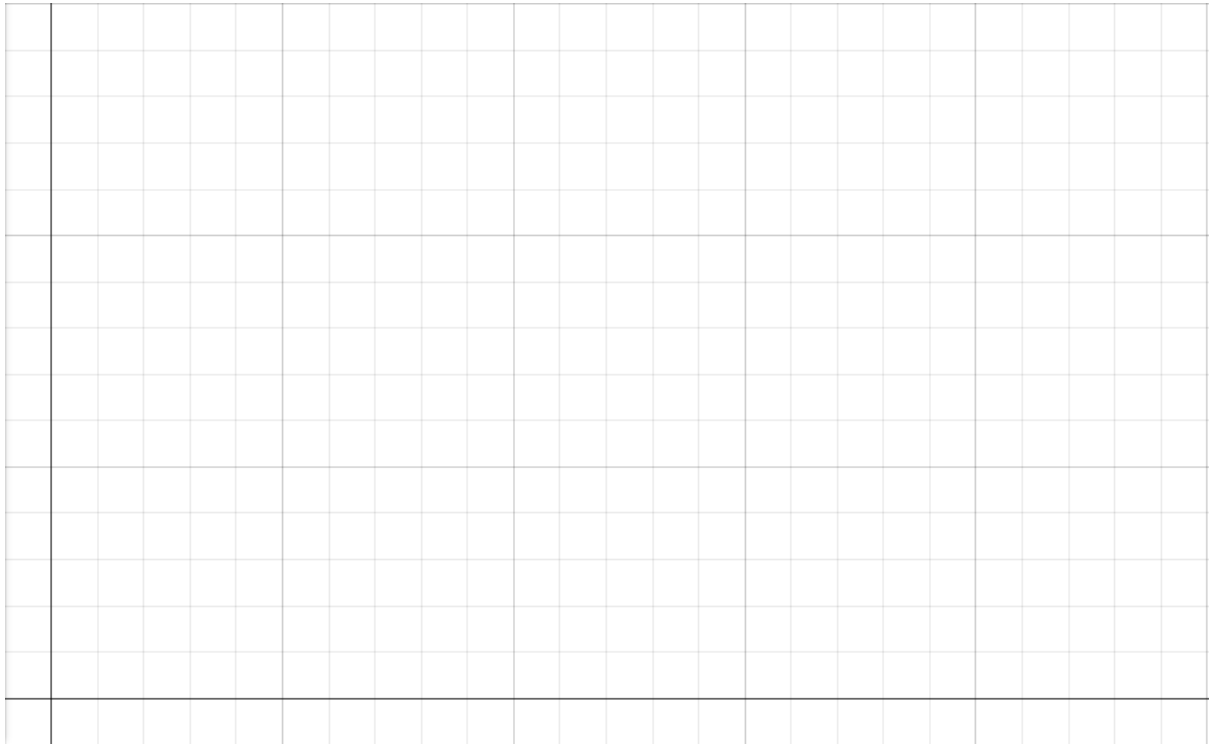
.....

.....

.....

.....

กราฟความสัมพันธ์ a-t



วิเคราะห์กราฟ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง

จำนวน 21 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง สมการการเคลื่อนที่

จำนวน 3 คาบ

1. สาระสำคัญ

สมการการเคลื่อนที่ คือสมการที่ใช้อธิบายและคำนวณวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งในแนวตรง

2. วัตถุประสงค์

เมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่อง สมการการเคลื่อนที่แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. รู้ที่มาของสมการการเคลื่อนที่ (K)

2. คำนวณหา ความเร็ว ความเร่ง และการกระจัด จากการให้สมการการเคลื่อนที่ได้ (P)

3. สาระการเรียนรู้

ปริมาณและสมการทางฟิสิกส์

ระยะทาง คือระยะทางจากจุดแรกไปยังจุดสุดท้ายของเส้นทางการเคลื่อนที่ เป็นปริมาณสเกลาร์ สัญลักษณ์ “ S ” มีหน่วยเป็น เมตร (m)

การกระจัด คือ การกระจัดหาได้จากเส้นตรง ที่เขียนหัวลูกศร กำกับโดยลากจากจุดเริ่มไปยังจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง เป็นปริมาณเวกเตอร์สัญลักษณ์ “ $\vec{S}$ ” มีหน่วยเป็น เมตร (m)

ข้อสังเกต

การเคลื่อนที่โดยทั่วไป ระยะทางจะมากกว่าการกระจัดเสมอ ยกเว้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง การกระจัดจะเท่ากับระยะทาง

อัตราเร็ว หมายถึง ระยะทางที่เคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์ สัญลักษณ์ “ v ” มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

อัตราเร็วเฉลี่ย (v_{av}) หมายถึง ระยะทางที่เคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลา จากนิยามสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$v_{av} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{หรือ} \quad v_{av} = \frac{s}{t}$$

เมื่อ $\Delta s, s$ คือ ระยะทางเคลื่อนที่ได้

$\Delta t, t$ คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

v_{av} คือ อัตราเร็วเฉลี่ย

อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (v_t) คือ อัตราเร็ว ณ เวลาหนึ่ง หรือความเร็วเวลาใดเวลาหนึ่ง จากนิยามสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$v_t = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

การหาอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง สามารถหาได้จากกราฟของ s กับ t หรือจากเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

อัตราเร็วคงที่ (V) หาได้จาก ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลานึงหน่วย

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

ข้อสังเกต ถ้าวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ อัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง จะมีค่าเท่ากับอัตราเร็วคงที่

ความเร็ว หมายถึงการกระจัดที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา เนื่องจากการกระจัดเป็นปริมาณ เวกเตอร์ ดังนั้นความเร็วจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ไปด้วย สัญลักษณ์ “ $\vec{v}$ ” มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

ความเร็วเฉลี่ย หมายถึง การกระจัดที่เปลี่ยนแปลงไปในเวลาหนึ่งหน่วย สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} \quad \text{หรือ} \quad \vec{v}_{av} = \frac{\vec{s}}{t}$$

ข้อสังเกต ทิศทางของ $\vec{v}_{av}$ มีทิศทางเดียวกับ $\Delta \vec{s}$ หรือ $\vec{s}$ เสมอ

ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ($\vec{v}_t$) หมายถึง การกระจัดที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เมื่อช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ น้อยมากๆ จะได้ว่า

$$\vec{v}_t = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} \quad (\Delta t \rightarrow 0)$$

ความเร็วคงที่ ($\vec{v}$) หาได้จาก การกระจัดที่เปลี่ยนแปลงไป ในเวลาหนึ่งหน่วย

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

ข้อสังเกต

- ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ความเร็วเฉลี่ย ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง จะมีค่าเท่ากับความเร็วคงที่นั้น
- ในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง พบว่า การกระจัดจะมีค่าเท่ากับระยะทาง ดังนั้นขนาดของความเร็วเฉลี่ยและนิยมใช้สัญลักษณ์แทนปริมาณทั้งสองเหมือนกันคือ v เพื่อสะดวกในการตั้งสมการ

ความเร่ง คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในหนึ่งหน่วยเวลา เนื่องจากความเร็วเป็นปริมาณ เวกเตอร์ ดังนั้นความเร่งจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ไปด้วย สัญลักษณ์ “ $\vec{a}$ ” มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที² (m/s²) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. **ความเร่งเฉลี่ย ($\vec{a}_{av}$)** หมายถึง ความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งเขียนเป็นสมการให้ดังนี้

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \text{หรือ} \quad \vec{a}_{av} = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{t_2 - t_1}$$

เมื่อ $\vec{u}, \vec{v}$ คือ ความเร็วที่เวลาเริ่มต้นและเวลาสุดท้ายตามลำดับ
 Δt คือ เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

2. **ความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง ($\vec{a}_t$)** หมายถึง ความเร่ง ณ จุดใดจุดหนึ่ง หรือ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ในระหว่างการเคลื่อนที่ หรือ อาจหาได้จากความเร่งเฉลี่ย ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\vec{a}_t = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

3. **ความเร่งคงที่ ($\vec{a}$)** หมายถึง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างสม่ำเสมอ ไม่คิดในช่วงเวลาใดๆ ซึ่งหาได้จากสมการ

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

ข้อสังเกต

- ทิศทางความเร่ง($\vec{a}$) จะอยู่กับทิศทางเดียวกับความเร็วที่เปลี่ยน($\Delta \vec{v}$)ไปเสมอ
- เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ ความเร่งเฉลี่ย ($\vec{a}_{av}$) และความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง ($\vec{a}_t$) มีค่าเท่ากับความเร่งที่นั้น
- เมื่อวัตถุมีความเร็วลดลง $\vec{u} < \vec{v}$ เราจะได้ว่า $\vec{a}$ มีค่าเป็นลบ หรือ $\vec{a}$ มีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ บางครั้งเรียก $\vec{a}$ ที่มีค่าเป็นลบ(-) ว่าความหน่วง

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ชี้นำ

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยการใช้คำถามดังนี้

- ลักษณะของแถบกระดาษที่นักเรียนดึงในครั้งที่แล้วมีกี่ลักษณะ อะไรบ้าง (3 ลักษณะ จุดห่างกันคงที่ จุดห่างกันขึ้นเรื่อยๆ จุดค่อยๆ เข้าใกล้กัน)
- กราฟสร้างขึ้นจากลักษณะจุดบนแถบกระดาษ เหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร (ต่างกัน)
- กราฟของแถบกระดาษลักษณะใดที่แสดงให้เห็นว่ามีความเร่ง (แบบจุดห่างกันขึ้นเรื่อยๆ จุดค่อยๆ เข้าใกล้กัน)

1.2 ครูสนทนากับนักเรียนว่า “คาบเรียนนี้เราจะทำหาที่มาของสมการการเคลื่อน โดยทุกสมการจะมีความเร่งเข้ามาเกี่ยวข้อง เพราะฉะนั้นเราจะนำกราฟที่มีความเร่งมาวิเคราะห์”

2. ขั้นสอน

2.1 ครูอธิบายความสัมพันธ์ของสมการการเคลื่อนที่ โดยใช้กราฟความสัมพันธ์ $v-t$ ได้สมการ

$$\vec{s} = \left(\frac{\vec{u} + \vec{v}}{2} \right) t$$

2.2 ครูทำการแปลงสมการความเร่ง ($\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$) ให้เป็นสมการพื้นฐานของสมการการเคลื่อน

เป็นสมการ $v = u + at$

2.3 ครูแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง สมการ จากข้อ 2.1 และข้อ 2.2 ได้สมการให้ 2 สมการคือ

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \text{ และ } v^2 = u^2 + 2as$$

2.4 ครูสรุปตัวแปรในสมการดังนี้

$\vec{v}$ = ความเร็วปลาย เมื่อ $t = t$ ใดๆ

$\vec{u}$ = ความเร็วต้น เมื่อ $t = 0$

a = ความเร่งคงที่
 t = เวลาในการเคลื่อนที่
 $\vec{S}$ = การกระจัดที่ได้ในเวลา t
 2.5 ครูยกตัวอย่างโจทย์เพื่อเป็นการทดลองใช้สมการ

3. ขั้นสรุป

- 3.1 ครูถามนักเรียนว่า “มีใครยังไม่เข้าใจต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมหรือไม่”
- 3.2 ครูถามคำถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - กราฟที่เป็นที่มาของสมการการเคลื่อนที่ ที่ครูใช้คือกราฟใด (กราฟความสัมพันธ์ $v-t$)
- 3.3 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจ

4. สื่อการจัดการเรียนรู้

5.1 จุดบนแถบกระดาษ

5. วัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
รู้ที่มาของสมการการเคลื่อนที่	ถามคำถาม	คำถาม	ตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
คำนวณหา ความเร็ว ความเร่ง และการกระจัด จากการให้สมการการเคลื่อนที่ได้	ตรวจงาน	แบบฝึกหัด	ทำแบบฝึกหัดถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง

จำนวน 21 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง

จำนวน 3 คาบ

1. สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้แรงดึงดูดของโลกคือการเคลื่อนที่อย่างอิสระของวัตถุที่มีความเร่งคงที่เท่ากับความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก(g)มีทิศทางพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลางของโลกมีค่าประมาณ 9.8 หรือ 10 m/s^2

2. วัตถุประสงค์

หลังจากเรียนจบเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง นักเรียนสามารถ

1. หาความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุที่ตกอย่างเสรีได้จากจุดบนแถบกระดาษ
2. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับเวลา อัตราเร็วกับเวลา และอัตราเร่งกับเวลา
3. หาขนาดความเร่งเฉลี่ยจากกราฟ

3. สาระการเรียนรู้

การเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้แรงดึงดูดของโลกคือการเคลื่อนที่อย่างอิสระของวัตถุที่มีความเร่งคงที่เท่ากับความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก(g)มีทิศทางพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลางของโลกมีค่าประมาณ 9.8 หรือ 10 m/s^2 ลักษณะการเคลื่อนที่มี 3 ลักษณะ

1. ปปล่อยลงในแนวตั้งด้วยความเร็วต้นเท่ากับศูนย์($u = 0$)
2. ปาลงในแนวตั้งด้วยความเร่งคงที่($u > 0$)
3. ปาลงในแนวตั้งด้วยความเร็วต้น($u > 0$)

ในการศึกษาการเคลื่อนที่ในแนวตั้งจะศึกษาวัตถุที่เคลื่อนที่อย่างอิสระและไม่มีแรงภายนอกมากระทำ

สมการสำหรับการคำนวณ

ลักษณะการเคลื่อนที่ 1 2 และ 3 วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร่ง(g)คงที่ใช้สูตรคำนวณคือ

1. $V = u + gt$
2. $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$
3. $v^2 = u^2 + 2gs$
4. $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

เมื่อ $a = g$ และทุกปริมาณเป็นบวกหมดเพราะมีทิศทางเดียวกัน

ส่วนลักษณะที่ 3 วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง แต่มี 2 ทิศทางคือ ขึ้นและลงดังนั้นปริมาณเวกเตอร์ต่างๆต้องกำหนดทิศทางโดยใช้เครื่องหมายบวก(+) คือมีทิศทางการเคลื่อนที่เดียวกับความเร็วต้น เงื่อนไขการกำหนดทิศทางของปริมาณต่างๆมีดังนี้

1. u มีค่าเป็นบวก(+)เสมอ
2. v มีค่าเป็นบวก(+)เมื่อวัตถุมีทิศทางการเคลื่อนที่เดียวกันกับ u
3. s มีค่าเป็นบวก(+)เมื่อวัตถุมีทิศทางการเคลื่อนที่เดียวกันกับ u

4. a มีค่าเป็น g

เมื่อเริ่มต้นวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นในแนวตั้ง $-g$ เคลื่อนที่หนีแรงดึงดูดของโลก

เมื่อเริ่มต้นวัตถุเคลื่อนที่ลงในแนวตั้ง $+g$ เคลื่อนที่หนีแรงดึงดูดของโลก

สมการที่ใช้คำนวณคือ สมการการเคลื่อนที่แนวตรง แต่ต้องใส่เครื่องหมาย บวก (+) ลบ (-)

หน้า ปริมาณต่างๆตามลักษณะการเคลื่อนที่

กราฟเมื่อวัตถุขึ้นลงในแนวตั้ง

- การปล่อยวัตถุลงมาความเร็วจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น
- การขว้างวัตถุขึ้นไปความเร็วจะลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น
- เมื่อขึ้นไปสูงสุดแล้วย่อมตกลงมา ด้วยความเร็วติดลบ การกระจัดของวัตถุหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟ
- ถ้าย้อนกลับลงมา ถึงที่เดิมพอดี จะได้การกระจัดลัพธ์เป็นศูนย์ การกระจัดลบจะเท่ากับการกระจัดบวก
- ถ้าย้อนกลับลงมาต่ำกว่าต่ำกว่าจุดเริ่มต้น การกระจัดลบจะมากกว่าการกระจัดบวก

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

2. นักเรียนดู VDO การเคลื่อนที่แนวราบและแนวตั้งจากที่ครูเตรียมให้

3. นักเรียนแยกลักษณะการเคลื่อนที่จาก VDO ที่ดู โดยการใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนจะแยก VDO ที่ออกเป็นกี่ประเภทและใช้เกณฑ์อะไรในการแยก (2 ประเภทคือการเคลื่อนที่แนวราบและการเคลื่อนที่แนวตั้ง)
- การเคลื่อนที่ในแนวตั้งและแนวราบแตกต่างกันอย่างไร(การเคลื่อนที่ในแนวราบเกิดจากแรงกระทำกับวัตถุทำให้เกิดการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ในแนวตั้งเกิดจากแรงดึงดูดของโลกทำให้เกิดการเคลื่อนที่)
- แรงดึงดูดของโลกมีค่าเท่าไรและหาได้อย่างไร(นักเรียนตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูนำเครื่องเคราหีสัญญาณเวลา แลบกระดาษ ถุงทราย มาให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยใช้ประเด็นคำถามดังนี้
 - นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อหาค่าแรงดึงดูดของโลก โดยใช้อุปกรณ์ที่ครูนำมาให้(นักเรียนออกแบบการทดลองของนักเรียน)
2. นักเรียนออกแบบการทดลองตามความคิดของนักเรียนแล้วออกมานำเสนอร่วมกัน
3. นักเรียนทำการทดลองเพื่อหาค่าแรงดึงดูดของโลกตามที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองไว้ พร้อมทั้งออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง

3. ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ครูสุ่มนักเรียนออกมาสองกลุ่มเพื่อนำเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองโดยครูใช้ประเด็นคำถามเพื่อช่วยในการสรุปผลการทดลองดังนี้
 - จากการทดลองนักเรียนทราบค่าของแรงดึงดูดของโลกมีค่าเท่ากับเท่าไร(9.8 หรือ 10 m/s^2)

- เพื่อนกลุ่มใดหาค่าแรงดึงดูดของโลกได้เท่ากับ 9.8 m/s^2 มีวิธีในการทดลองอย่างไร (นำแถบกระดาษผ่านเครื่องเคราะห้สัญญาณเวลาแล้วนำแถบกระดาษไปผูกกับถุงทรายให้ติดกับแถบกระดาษให้หย่อนลงพื้นแล้วเปิดเครื่องเคราะห้สัญญาณเวลาแล้วปล่อยแถบกระดาษลงตามแรงโน้มถ่วงของโลก แล้วจะเกิดจุดบนแถบกระดาษ แล้วนำจุดบนแถบกระดาษมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับเวลา ความเร็วกับเวลา อัตราเร่งกับเวลา)
- ความเร่งของวัตถุที่ตกอย่างอิสระมีค่าเท่ากับเท่าไรจาก กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร่งและเวลา (9.8 หรือ 10 m/s^2)

4. ขั้้นขยายความรู้

ครูให้ความรู้เพิ่มเติมในเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตั้งของวัตถุที่มีมวลมากและความหนาแน่นมากเช่น ก้อนหิน แท่งเหล็กที่ผลของแรงต้าน หรือแรงเสียดทานของอากาศมีค่าน้อยจึงถือเสมือนว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว แต่สำหรับวัตถุที่มีมวลน้อยที่ผลของแรงต้านหรือแรงเสียดทานของอากาศ มีผลต่อการเคลื่อนที่จึงไม่สามารถนำความรู้ของการเคลื่อนที่แบบคงตัวมาใช้ได้ถูกต้อง

5. ขั้้นวัดแลประเมิน

5.1 ครูจำลองเหตุการณ์การตกของก้อนหินและกระดาษที่ตกจากตึก 4 ชั้นพร้อมๆกัน แล้วถามนักเรียนว่าระกวางก้อนหินกับกระดาษอะไรจะตกถึงพื้นก่อนกัน เพราะอะไรจึงเป็นเช่นนั้น (ก้อนหินตกถึงก่อน เพราะก้อนหินมวลมากกว่ากระดาษ)

5.2 นักเรียนนำแบบฝึกหัดไปทำเป็นการบ้าน

6. สื่อการจัดการเรียนรู้

- เครื่องเคราะห้สัญญาณเวลา
- แถบกระดาษ
- หม้อแปลง
- ถุงทราย

7. วัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
1.หาความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุที่ตกอย่างเสรีได้จากจุดบนแถบกระดาษ	ตรวจแบบบันทึกกิจกรรม	แบบบันทึกกิจกรรม	นักเรียนสามารถหาความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุที่ตกอย่างเสรีได้จากจุดบนแถบกระดาษได้ถูกต้องทั้งหมดร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
2.เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับเวลา อัตราเร็วกับเวลา และอัตราเร่งกับเวลา	ตรวจกระดาษกราฟ	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง s-t v-t และ a-t	นักเรียนสามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับเวลา อัตราเร็วกับเวลา และอัตราเร่งกับเวลาได้ถูกต้องทั้งหมดร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
3.หาขนาดความเร่งเฉลี่ยจากกราฟ	ตรวจแบบบันทึกกิจกรรม	แบบบันทึกกิจกรรม	นักเรียนสามารถหาขนาดความเร่งเฉลี่ยจากกราฟ ได้ถูกต้องทั้งหมดร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

จำนวน 21 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง แรงและแรงลัพธ์

จำนวน 4 คาบ

1. สาระสำคัญ

แรง (force) หมายถึง ปริมาณที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงจากสภาพเดิม แรงจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ เพราะมีทั้งขนาดและทิศทาง หน่วยของแรงในระบบเอสไอ คือ นิวตัน (N) เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ สัญลักษณ์ที่เขียนแทนแรง คือ F

แรงลัพธ์ ผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุทั้งขนาดและทิศทาง สามารถหาได้ 2 คือ การสร้างรูป และการคำนวณ

2. วัตถุประสงค์

หลังจากเรียนจบเรื่อง แรงและแรงลัพธ์แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของแรงได้ถูกต้อง
2. หาแรงลัพธ์และทิศทางของการเคลื่อนที่ได้

3. สาระการเรียนรู้

แรง (force) หมายถึง ปริมาณที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงจากสภาพเดิม แรงนี้อาจจะสัมผัสกับวัตถุหรือไม่สัมผัสกับวัตถุก็ได้ แรงดึง แรงผลัก และแรงยก แรงพวกนี้กระทำบนพื้นผิวของวัตถุ แต่มีแรงบางชนิด เช่น แรงแม่เหล็ก แรงทางไฟฟ้า และแรงโน้มถ่วงจะไม่กระทำบนผิวของวัตถุ แต่กระทำกับเนื้อของวัตถุทุกตำแหน่ง เช่น น้ำหนักของวัตถุ ก็คือ แรงดึงดูดของโลกที่กระทำกับวัตถุโดยไม่ต้องสัมผัสกับผิวของวัตถุเลย แรงจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ เพราะมีทั้งขนาดและทิศทาง หน่วยของแรงในระบบเอสไอ คือ นิวตัน (N) เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ สัญลักษณ์ที่เขียนแทนแรง คือ F

การหาผลลัพธ์ของแรงหลายแรง

การรวมแรงซึ่งมีหลายแรงเพื่อจะหาแรงลัพธ์เพียงแรงเดียว นิยมใช้สัญลักษณ์ เรียกว่า Σ (ซิกมา) แทน เพื่อรวมผลบวกที่มีแรงหลายๆ ค่า เช่น $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ กระทำพร้อม ๆ กันที่จุดเดียว ดังนี้

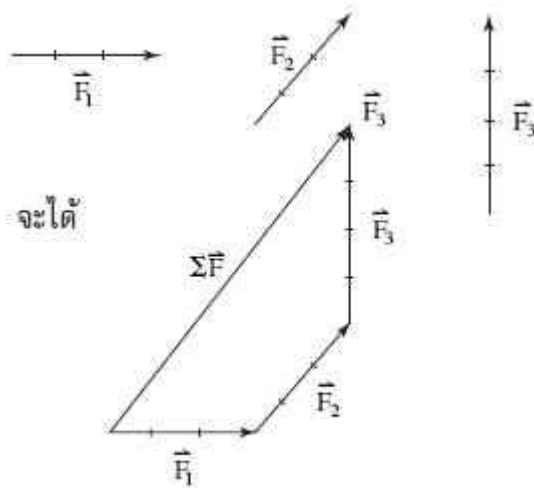
$$\text{แรงลัพธ์ } (\vec{R}) = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

เขียนแทนผลบวกด้วยสัญลักษณ์จะได้ว่า

$$\vec{R} = \Sigma \vec{F}$$

การรวมแรง คือ การหาค่าแรงลัพธ์ ($\Sigma \vec{F}$) ของแรงย่อยทั้งหมด มีวิธีการหาเหมือนกันกับเวกเตอร์ลัพธ์ เพราะแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ซึ่งอาจสรุปวิธีการหาแรงลัพธ์ได้ดังนี้

1. โดยวิธีการวาดรูปแบบหางต่อหัว การหาแรงลัพธ์ด้วยวิธีการนี้ทำได้โดยนำหางของแรงที่สองไปต่อกับหัวลูกศรของแรงแรกและนำหางของแรงที่สามไปต่อกับหัวของแรงที่สอง ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกแรง แรงลัพธ์ที่ได้ คือ แรงที่ลากจากหางของแรงแรกไปยังหัวของแรงสุดท้าย ดังรูป

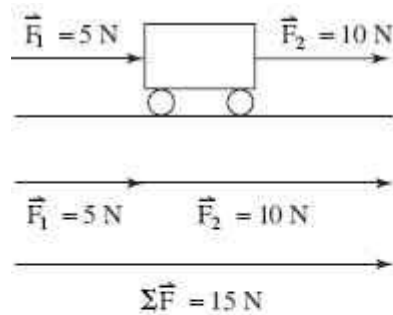


รูปแสดงการหาแรงลัพธ์ (ΣF) โดยการวาดรูป

2. โดยวิธีการคำนวณ ใช้หาแรงลัพธ์ของแรงย่อยที่มี 2 แรง

1) แรงสองแรงไปในทางเดียวกัน แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลบวกของแรงทั้งสอง ส่วน

ทิศทางของแรงลัพธ์ไปทิศทางเดียวกับแรงทั้งสอง ดังรูป



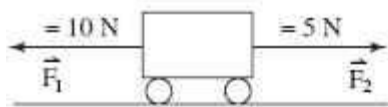
$$\begin{aligned}\Sigma F &= F_1 + F_2 \\ &= 5 + 10\end{aligned}$$

$$\therefore \Sigma F = 15 \text{ นิวตัน (ไปทาง } F_1, F_2)$$

รูปแสดงการหาแรงลัพธ์ของแรงย่อย 2 แรง ซึ่งมีทิศทางไปทางเดียวกัน

2) แรงสองแรงสวนทางกัน แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสอง ทิศทางของแรง

ลัพธ์ไปทางแรงที่มีขนาดมาก ดังรูป



$$\vec{F}_1 = 10 \text{ N}$$

$$\vec{F}_2 = 5 \text{ N}$$

$$\vec{F}_1 = 10 \text{ N}$$

$$\vec{F}_2 = 5 \text{ N}$$

$$\Sigma \vec{F} = 5 \text{ N}$$

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$\text{หรือ } |\Sigma \vec{F}| = \vec{F}_1 - \vec{F}_2$$

$$= 10 - 5 \text{ N}$$

$$\therefore \Sigma \vec{F} = 5 \text{ นิวตัน (ไปทาง } \vec{F}_1)$$

รูปแสดงการหาแรงลัพธ์ของแรงย่อย 2 แรง ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกัน

ผลของแรงลัพธ์ต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

วัตถุต่างๆ เมื่อมีแรงมากระทำ วัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพเดิมใน 3 ลักษณะ คือ

1. มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง
2. มีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว
3. มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาด

เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุแตกต่างกัน ย่อมทำให้ผลของการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไปด้วย ถ้าแรงที่กระทำมีค่ามาก การเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นผลของแรงนั้นย่อมมีการเปลี่ยนแปลงมากด้วยในชีวิตประจำวัน การที่วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ จะเกิดจากอิทธิพลของแรง แรงที่พบตามธรรมชาติมีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของวัตถุได้แตกต่างกัน

ข้อควรทราบ

- แรงที่กระทำไปในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ จะทำให้วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น
- แรงที่กระทำไปในทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ จะทำให้วัตถุมีความเร็วลดลง

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. นักเรียนดูรูปคน VDO คนเข็นรถแล้วครูถามนักเรียนว่า
 - เพราะเหตุใดรถถึงเคลื่อนที่ และเพราะเหตุใดรถถึงเลื่อนที่ไปข้างหน้า (คนออกแรงผลักรถไปข้างหน้า)
 - นักเรียนทราบหรือไม่ว่าคนต้องออกแรงมากแค่ไหนถึงทำให้รถเคลื่อนที่ได้(นักเรียนตอบตามความคิดของนักเรียน)

2. ครูนำรูปโองน้ำมาให้นักเรียนดูใช้ประเด็นคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง ดังนี้ “ถ้าครูต้องการย้ายโองน้ำไปรองน้ำครูต้องออกแรงประมาณ 500 นิวตัน ผลักโองน้ำในทิศไหน และต้องใช้คนจำนวนกี่คนถึงจะผลักโองน้ำนี้ได้โดยที่คนแต่ละคนสามารถออกแรงผลักได้เพียงคนละ 20 นิวตัน”

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูเปิดการทดลองเสมือนเรื่องแรง โดยมีแรงกระทำกับวัตถุ 3 แบบ คือ ดึงไปทางเดียวกัน ดึงตรงกันข้ามแรงไม่เท่ากัน และดึงตรงกันข้ามแรงเท่ากัน
2. ครูให้นักเรียนทำนายการดึงในแต่ละแบบ แล้วให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่ตนเองทำนายไว้ แล้วทำการแบ่งกลุ่มความคิดเห็นของนักเรียน และบันทึกความถี่ของนักเรียนที่มีความคิดเห็นซ้ำกัน
3. ครูเริ่มทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานตามความคิดเห็นของนักเรียน

3. ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

ครูถามนักเรียนว่าใครทำนายได้ตรงตามผลการทดลอง ทำไมผลการทดลองถึงเป็นเช่นนั้น

4. ขั้นขยายความรู้

1. ครูอธิบายที่มาของสูตรการหาแรงลัพธ์และยกตัวอย่างดังนี้

การหาผลลัพธ์ของแรงหลายแรง

การรวมแรงซึ่งมีหลายแรงเพื่อจะหาแรงลัพธ์เพียงแรงเดียว นิยมใช้สัญลักษณ์ เรียกว่า Σ (ซิกมา)

แทน เพื่อรวมผลบวกที่มีแรงหลายๆ ค่า เช่น $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ กระทำพร้อม ๆ กันที่จุดเดียว ดังนี้

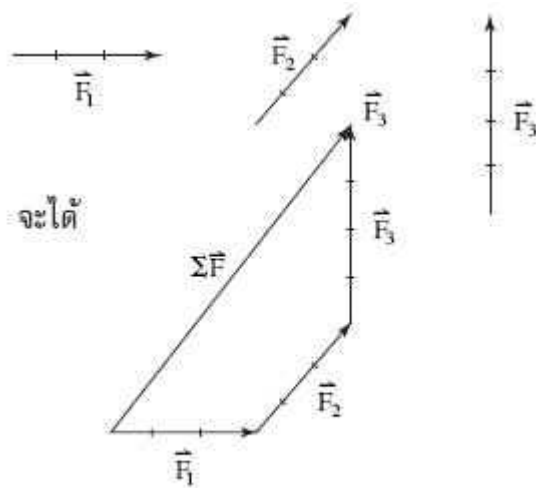
$$\text{แรงลัพธ์ } (\vec{R}) = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

เขียนแทนผลบวกด้วยสัญลักษณ์จะได้ว่า

$$\vec{R} = \Sigma \vec{F}$$

การรวมแรง คือ การหาค่าแรงลัพธ์ ($\Sigma \vec{F}$) ของแรงย่อยทั้งหมด มีวิธีการหาเหมือนกันกับเวกเตอร์ลัพธ์ เพราะแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ซึ่งอาจสรุปวิธีการหาแรงลัพธ์ได้ดังนี้

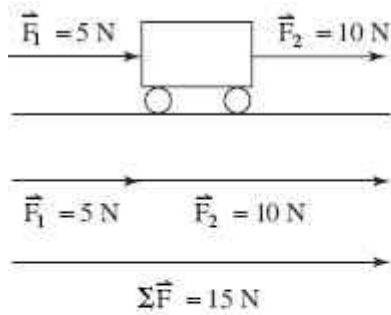
1. **โดยวิธีการวาดรูปแบบหางต่อหัว** การหาแรงลัพธ์ด้วยวิธีการนี้ทำได้โดยนำหางของแรงที่สองไปต่อกับหัวลูกศรของแรงแรกและนำหางของแรงที่สามไปต่อกับหัวของแรงที่สอง ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกแรง แรงลัพธ์ที่ได้ คือ แรงที่ลากจากหางของแรงแรกไปยังหัวของแรงสุดท้าย ดังรูป



รูปแสดงการหาแรงลัพธ์ (EF) โดยการวาดรูป

2. โดยวิธีการคำนวณ ใช้หาแรงลัพธ์ของแรงย่อยที่มี 2 แรง

1) แรงสองแรงไปในทางเดียวกัน แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลบวกของแรงทั้งสอง ส่วนทิศทางของแรงลัพธ์ไปทิศทางเดียวกับแรงทั้งสอง ดังรูป

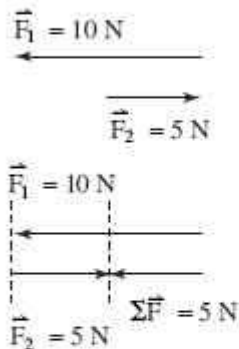
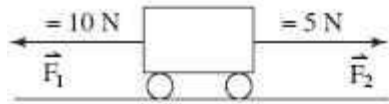


$$\begin{aligned}\Sigma F &= \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \\ &= 5 + 10\end{aligned}$$

$$\therefore \Sigma F = 15 \text{ นิวตัน (ไปทาง } \vec{F}_1, \vec{F}_2)$$

รูปแสดงการหาแรงลัพธ์ของแรงย่อย 2 แรง ซึ่งมีทิศทางไปทางเดียวกัน

2) แรงสองแรงสวนทางกัน แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสอง ทิศทางของแรงลัพธ์ไปทางแรงที่มีขนาดมาก ดังรูป



$$\begin{aligned}\Sigma \vec{F} &= \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \\ \text{หรือ } |\Sigma \vec{F}| &= \vec{F}_1 - \vec{F}_2 \\ &= 10 - 5 \text{ N} \\ \therefore \Sigma \vec{F} &= 5 \text{ นิวตัน (ไปทาง } \vec{F}_1)\end{aligned}$$

รูปแสดงการหาแรงลัพธ์ของแรงย่อย 2 แรง ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกัน
ผลของแรงลัพธ์ต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

วัตถุต่างๆ เมื่อมีแรงมากระทำ วัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพเดิมใน 3 ลักษณะ คือ

1. มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง
2. มีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว
3. มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาด

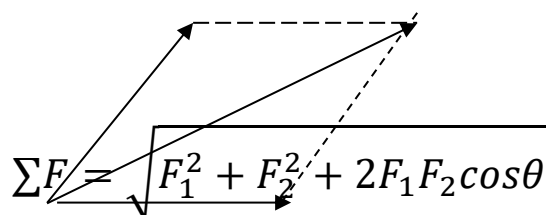
เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุแตกต่างกัน ย่อมทำให้ผลของการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไปด้วย ถ้าแรงที่กระทำมีค่ามาก การเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นผลของแรงนั้นย่อมมีการเปลี่ยนแปลงมากด้วย

ในชีวิตประจำวัน การที่วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ จะเกิดจากอิทธิพลของแรง แรงที่พบตามธรรมชาติมีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของวัตถุได้แตกต่างกัน

ข้อควรทราบ

- แรงที่กระทำไปในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ จะทำให้วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น
- แรงที่กระทำไปในทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ จะทำให้วัตถุมีความเร็วลดลง

รวมแรงที่ทำมุม θ ต่อกัน แรงและทิศทางของแรงลัพธ์หาได้จากการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานดังรูป



2. ครูถามความคิดเห็นของนักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องแรงและแรงลัพธ์โดยใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนจะนำความรู้เรื่องแรงและการหารแรงลัพธ์ไปอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันอย่างไร(รถชนกันในลักษณะต่างๆ)

5. ขั้นวัดแลประเมิน

1. ครูนำ VDO รถชนกันมาให้ให้นักเรียนดูแล้วแล้วอธิบายสิ่งที่เห็นใน VDO โดยใช้หลักเรื่องแรงและแรงลัพธ์มาใช้ในการอธิบาย
2. นักเรียนนำแบบฝึกหัดไปทำเป็นการบ้าน

5. สื่อการจัดการเรียนรู้

- คลิปวิดีโอ
- การทดลองเสมือนเรื่องแรง

6. วัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
1.อธิบายความหมายของแรงได้ถูกต้อง	การตอบคำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงได้ถูกต้องร้อยละ70 ของนักเรียนทั้งชั้น
2.หาแรงลัพธ์และทิศทางการเคลื่อนที่ได้	ตรวจแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	นักเรียนสามารถหาแรงลัพธ์และทิศทางการเคลื่อนที่ได้ถูกต้องร้อยละ70 ของนักเรียนทั้งชั้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

จำนวน 21 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน

จำนวน 3 คาบ

1. สาระสำคัญ

กฎข้อที่ 1 กฎแห่งความเฉื่อย “วัตถุจะคงสภาพอยู่นิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนวเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุนั้น”

2. วัตถุประสงค์

หลังจากเรียนจบเรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน นักเรียนสามารถ

1. บอกกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันได้
2. อธิบายปรากฏต่างๆด้วยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันได้
3. ใช้สมการกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันในการแก้โจทย์ปัญหาได้

3. สาระการเรียนรู้

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันนี้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “**กฎความเฉื่อย**” (*Inertia Law*) หมายความว่า วัตถุจะพยายามรักษาสภาพเดิมของมันเอาไว้ เช่น หยุดนิ่งก็จะพยายามรักษานิ่งเอาไว้ ถ้าเดิมเคลื่อนที่อยู่ด้วยความเร็วคงตัวเท่าใดก็จะพยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวนั้นไว้ แต่การที่วัตถุจะรักษาสภาพเดิมของมันไว้ได้ดีมาน้อยเพียงใด ก็ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุนั้น โดยวัตถุที่มีมวลมากจะรักษาสภาพการหยุดนิ่ง และการเคลื่อนที่ได้มากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย นั่นคือ ถ้าวัตถุที่มีมวลมากกำลังเคลื่อนที่จะทำให้หยุดได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

2. ครูถามนักเรียนด้วยสถานการณ์ปัญหากฎข้อที่หนึ่งของนิวตันดังนี้
 - เมื่อรถหยุดอย่างกะทันหัน ทำไมคนในรถจึงพุ่งไปข้างหน้า
 - คนในรถเป็นอย่างไรเมื่อรถเลี้ยวขวา
3. ครูบันทึกแนวคำตอบของนักเรียนไว้ข้างกระดาน

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูเปิดโปรแกรมการทดลองเสมือนเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
2. ครูทำการเซตค่าของโปรแกรมให้มีแรงเสียดทานสถิต 500 นิวตัน พื้นที่วางวัตถุจะเป็นรูปผิวไม้ขรุขระ และโดยซ่อนตัวเลขไว้
3. ครูเซตค่าแรงกระทำเป็น 100 นิวตัน และทำการทดลอง นักเรียนสังเกตผลการทดลองในโปรแกรม
4. ครูเซตค่าแรงกระทำเป็น 500 นิวตัน และทำการทดลอง นักเรียนสังเกตผลการทดลองในโปรแกรม
5. ครูเซตค่าแรงกระทำเป็น 501 นิวตัน และทำการทดลอง นักเรียนสังเกตผลการทดลองในโปรแกรม

6. ครูทำการเขทค่าของโปรแกรมให้มีแรงเสียดทานสถิต 500 นิวตัน และเขทสั้มประสิทธิความเสียดทานจลน์เป็น 0
7. ครูเขทค่าแรงกระทำเป็น 1000 นิวตัน และทำการทดลองครูหนึ่งแล้วหยุดให้แรง นักเรียนสังเกตผลการทดลองในโปรแกรม

3. ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ครูถามนักเรียนจากประเด็นที่ได้ทำการทดลองมา ดังนี้
 - เมื่อออกแรง 100 นิวตัน ผลการทดลองเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (วัตถุไม่ขยับ เพราะมีแรงอีกแรงที่เท่ากันกระทำในทิศตรงกันข้าม)
 - เมื่อออกแรง 500 นิวตัน ผลการทดลองเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น เช่นนั้น (วัตถุไม่ขยับ เพราะมีแรงอีกแรงที่เท่ากันกระทำในทิศตรงกันข้าม แต่จะเริ่มขยับ)
 - เมื่อออกแรง 501 นิวตัน ผลการทดลองเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (วัตถุขยับ เพราะแรงที่กระทำในทิศตรงกันขำน้อยกว่าแรงกระทำ)
 - เมื่อออกแรง 1000 นิวตัน ผลการทดลองเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (วัตถุขยับ และเมื่อหยุดออกวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่)
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองดังนี้

“เมื่อไม่มีแรงหรือมีแรงลัพธ์ที่เป็นศูนย์มากระทำวัตถุจะรักษาสภาพเดิมไว้ คือหยุดนิ่ง หรือถ้ากำลังคือที่ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

4. ขั้นขยายความรู้

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน โดยใช้สมการ

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

2. ครูถามนักเรียนอีกครั้งถึงกฎการณในตอนต้น “เมื่อรถหยุดอย่างกะทันหัน ทำไมคนในรถจึงพุ่งไปข้างหน้า และคนในรถเป็นอย่างไรเมื่อรถเลี้ยวขวา”
3. ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ให้สมการกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน แก้ปัญหา

5. ขั้นวัดแลประเมิน

1. ครูถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันกล่าวอย่างไร
 - ให้ยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่อธิบายโดยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

5. สื่อการจัดการเรียนรู้

- การทดลองเสมือนชุดกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- หนังสือเรียน

6. วัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
บอกกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันได้	การตอบ คำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถตอบคำถามถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
อธิบายปรากฏต่างๆด้วยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันได้	การตอบ คำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถตอบคำถามร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
ใช้สมการกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันในการแก้โจทย์ปัญหาได้	ตรวจ แบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	ทำแบบฝึกได้ถูกต้อง 80 % ขึ้นไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

จำนวน 21 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง กฎข้อที่สองของนิวตัน

จำนวน 3 คาบ

1. สาระสำคัญ

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันได้ว่า "เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ"

2. วัตถุประสงค์

หลังจากเรียนจบเรื่อง กฎข้อที่สองของนิวตัน นักเรียนสามารถ

3. สาระการเรียนรู้

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันได้ว่า "เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ"

การศึกษาพบว่าวัตถุเมื่อถูกแรงภายนอกที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ และแรงภายนอกนั้นมีค่ามากพอ จะทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่จากเดิม เช่น ถ้าเดิมวัตถุหยุดนิ่งเมื่อถูกแรงภายนอกกระทำจะส่งผลให้วัตถุเคลื่อนที่ หรือเดิมถ้าวัตถุเคลื่อนที่อยู่แล้วเมื่อถูกแรงภายนอกกระทำก็จะส่งผลให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น หรือช้าลง หรือหยุดนิ่งก็ได้ ซึ่งการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่เดิมของวัตถุจะมากหรือน้อยจึงขึ้นกับปริมาณของแรงภายนอกที่มากระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

2. ครูถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้

- รถแข่งกับรถสิบล้อ รถคันไหนออกตัวได้แรงกว่ากันเพราะเหตุใด
- ถ้าออกแรงเท่ากันผลักมวลที่มีมวลต่างกัน ระวังวัตถุที่มีมวลมากกับมวลน้อยวัตถุใดจะออกตัวได้แรงกว่า เพราะเหตุใด

3. ครูรับฟังคำตอบของนักเรียน และบันทึกคำตอบไว้ขอบกระดาน

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน จากใบความรู้ 14 และแล้วสรุปสาระสำคัญบันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

3. ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้น ข้อมูล มาอภิปรายร่วมกัน
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน เพื่อให้ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับ กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน และตัวอย่างการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน จากใบความรู้ 14
2. นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 14
3. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 14

5. ขั้นวัดแลประเมิน

1. นักเรียนเขียน Concept mapping เกี่ยวกับ แรง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
ในใบกิจกรรม 14

5. สื่อการจัดการเรียนรู้

- การทดลองเสมือนชุดกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- หนังสือเรียน

6. วัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
บอกกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันได้	การตอบ คำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถตอบคำถามถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
อธิบายปรากฏต่างๆด้วยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันได้	การตอบ คำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถตอบคำถามร้อยละ 70 ของ นักเรียนทั้งชั้น
ใช้สมการกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันในการแก้โจทย์ปัญหาได้	ตรวจ แบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	ทำแบบฝึกได้ถูกต้อง 80 % ขึ้นไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

จำนวน 21 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15 เรื่อง กฎข้อที่สามของนิวตัน

จำนวน 3 คาบ

1. สาระสำคัญ

กฎข้อที่ 3 กล่าวว่า “ทุกแรงกิริยาย่อมมีแรงปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากัน แต่ทิศตรงข้ามกัน เสมอ”

2. วัตถุประสงค์

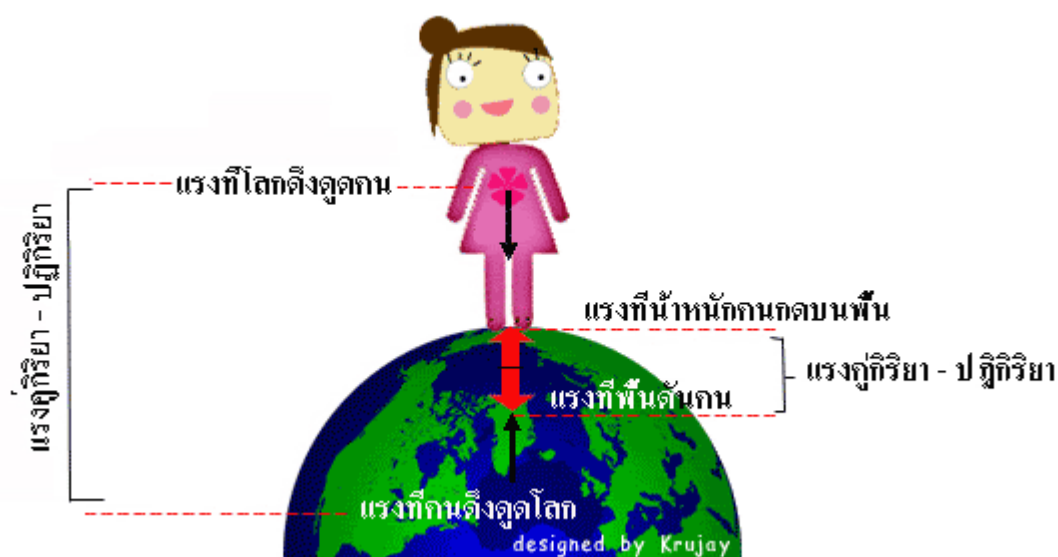
หลังจากเรียนจบเรื่อง กฎข้อที่สองของนิวตัน นักเรียนสามารถ

1. บอกกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันได้
2. อธิบายปรากฏต่างๆด้วยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันได้
3. ใช้สมการกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันในการแก้โจทย์ปัญหาได้

3. สาระการเรียนรู้

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง วัตถุนั้นจะออกแรงโต้ตอบในทิศตรงกันข้ามกับแรงที่มากระทำ แรงทั้งสองนี้เกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ เราเรียกแรงที่มากระทำต่อวัตถุว่า “แรงกิริยา”(Action Force) และเรียกแรงที่วัตถุโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำว่า “แรงปฏิกิริยา” (Reaction Force) และแรงทั้งสองนี้รวมเรียกว่า “แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา” (Action– Reaction Pair)

จากการศึกษาพบว่า แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยามีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้ามเสมอ นิวตันได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาไว้เป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ซึ่งมีใจความว่า “ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันและทิศตรงกันข้ามกันเสมอ” ตามความสัมพันธ์ต่อไปนี้



แรงคู่กิริยา- ปฏิกิริยาที่กระทำระหว่างคนและโลก เมื่อคนยืนอยู่บนผิวโลก

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

4.1 ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - นักเรียนรู้สึกอย่างไรที่มีมือเมื่อนักเรียนออกแรงดันกำแพง
 - ถ้าเปลี่ยนจากกำแพงเป็นด้นกลิ้งแล้วกลิ้งเคลื่อนที่ นักเรียนคิดว่าความรู้สึกที่มีมือจะเหมือนกันหรือไม่
2. ครูรับฟังคำตอบของนักเรียน และบันทึกคำตอบไว้ขอกระดาน

4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นรับอุปกรณ์ตาชั่งสปริง จำนวนกลุ่มละ 2 อัน
2. ให้นักเรียนทำการทดลองโดยลองนำตาชั่งสปริง 2 อันมาเกาะกัน จากนั้นออกแรงดึงโดยใช้แรงจากมือข้างใดข้างหนึ่งก่อน มืออีกข้างไม่ต้องออกแรงดึง สังเกตดูแรงที่เกิดขึ้นในตาชั่งสปริงทั้ง 2 อัน
3. จากนั้นใช้มืออีกข้างที่เหลือดึงตาชั่งสปริงโดยมืออีกข้างไม่ต้องออกแรง สังเกตดูแรงที่เกิดขึ้นในตาชั่งสปริงทั้ง 2 อัน
4. ทำการทดลองตามข้อที่ 2 และ 3 แต่ให้มีวัตถุมาเกาะขึ้นกลางระหว่างตาชั่งสปริง สังเกตดูแรงที่เกิดขึ้นในตาชั่งสปริงทั้ง 2 อัน

4.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ครูถามนักเรียนจากประเด็นที่ทำการทดลองมาดังนี้
 - การทดลองนำตาชั่งสปริงมาเกาะกันแล้วออกแรงดึงทั้ง 2 กรณิ แรงในตาชั่งที่อ่านได้มีค่าอย่างไร (เท่ากันทั้ง 2 กรณิ)
 - นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดถึงเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ (เพราะจะเกิดแรงที่เท่ากันมากระทำในทิศตรงกันข้ามเสมอ)
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองดังนี้
เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง วัตถุนั้นจะออกแรงโต้ตอบในทิศตรงกันข้ามกับแรงที่มากระทำ แรงทั้งสองนี้เกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ เราเรียกแรงที่มากระทำต่อวัตถุว่า “แรงกิริยา”(Action Force) และเรียกแรงที่วัตถุโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำว่า “แรงปฏิกิริยา”

4.4 ขั้นขยายความรู้

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับแรงปฏิกิริยาในลักษณะต่างๆดังนี้
 - แรงปฏิกิริยาในเส้นเชือก
 - แรงปฏิกิริยาในพื้นระดับ
 - แรงปฏิกิริยาในพื้นเอียง
 - น้ำหนัก

4.5 ขั้นวัดแลประเมิน

1. ครูถามนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - ทำไม้บั้งไฟถึงเคลื่อนที่ข้างหน้าได้
 - เมื่อข้างลากซุง จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแรงข้างดึงกับแรงซุงดึงข้างต้องเท่ากัน แต่ทำไมซุงเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

2. ครูให้นักเรียนหาทำแบบฝึกหัดหาแรงปฏิกิริยาในลักษณะต่างๆ

5. สื่อการจัดการเรียนรู้

- การทดลองเสมือนชุดกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- หนังสือเรียน

6. วัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
บอกกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันได้	การตอบคำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถตอบคำถามถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆด้วยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันได้	การตอบคำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถตอบคำถามร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
ใช้สมการกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันในการแก้โจทย์ปัญหาได้	ตรวจแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	ทำแบบฝึกได้ถูกต้อง 80 % ขึ้นไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

จำนวน 21 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16 เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

จำนวน 4 คาบ

1. สาระสำคัญ

กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันกล่าวว่า “ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ จะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองและแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่าง

วัตถุทั้งสอง” สมการ
$$F_g = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

2. วัตถุประสงค์

หลังจากเรียนจบเรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล นักเรียนสามารถ

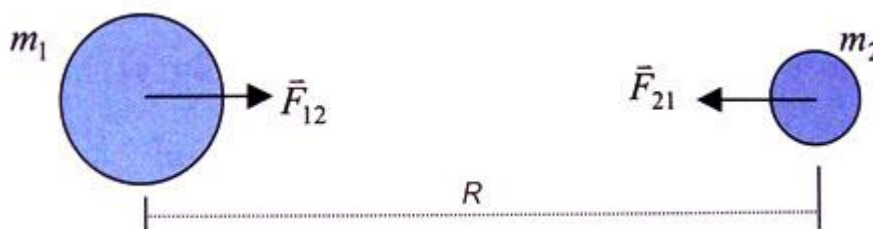
4. บอกกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันได้
5. บอกได้ว่าสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วงกระทำต่อมวลของวัตถุ
6. ใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่ตำแหน่งต่างๆของโลกได้
7. อธิบายสภาพไร้น้ำหนักได้

3. สาระการเรียนรู้

กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลนิวตัน

นักดาราศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ในสมัยโบราณสังเกตพบว่า ดวงจันทร์โคจรรอบโลกส่วนโลกและดาวเคราะห์ต่างๆ โคจรรอบดวงอาทิตย์ โดยวงโคจรของดวงจันทร์หรือดาวเคราะห์มีลักษณะเป็นวงกลมหรือวงรี แม้แคปเลอร์ (Kepler) จะพบกฎการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ได้ แต่ก็ยังไม่มีใครสามารถอธิบายเหตุผลในการโคจรลักษณะเช่นนี้ได้ จนกระทั่งนิวตันได้นำผลการสังเกตของนักดาราศาสตร์ทั้งหลายมาสรุปว่า การที่ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ได้ เนื่องจากมีแรงกระทำระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์

เขาเชื่อว่าแรงนี้เป็นแรงดึงดูดระหว่างมวลของดวงอาทิตย์กับมวลของดาวเคราะห์และยังเชื่อต่อไปว่าแรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นแรงธรรมชาติ และจะมีแรงดึงดูดระหว่างวัตถุทุกชนิดที่มีมวลในเอกภพ นิวตันจึงเสนอกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลซึ่งมีใจความว่า “วัตถุทั้งหลายในเอกภพจะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ จะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลวัตถุทั้งสองและจะแปรผกผันกับกำลังสองระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสองนั้น”



รูป 1 แรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุคู่หนึ่ง

ถ้า m_1 และ m_2 เป็น มวลของวัตถุทั้งสองซึ่งอยู่ห่างกันเป็นระยะทาง R ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวล F_g เป็นขนาดของทั้ง $\vec{F}_{12}$ และ $\vec{F}_{21}$ ตามกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน จะเป็นไปตามสมการ

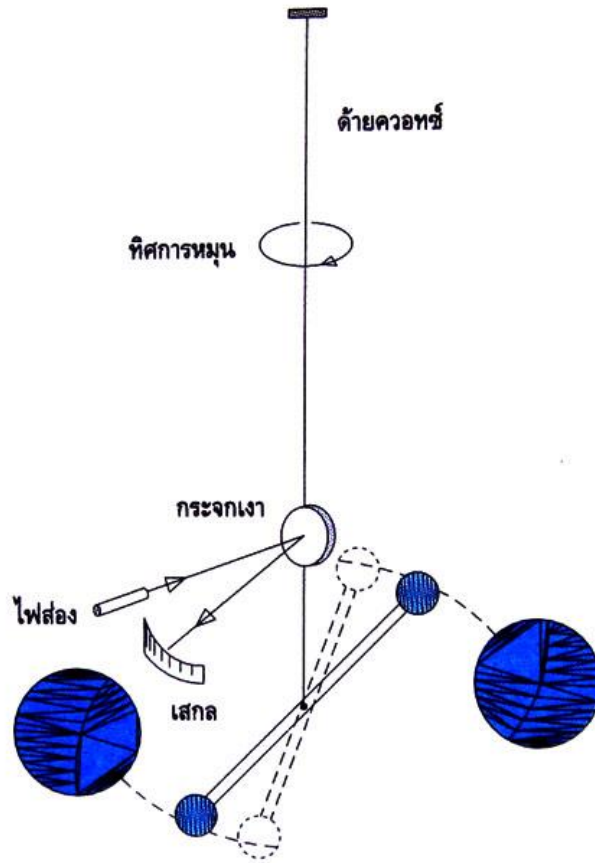
$$F_g = \frac{Gm_1m_2}{R^2} \quad (1)$$

G เป็นค่าคงตัวของแรงดึงดูดระหว่างมวล และเป็นค่าเดียวกันเสมอไม่ว่าวัตถุที่ดึงดูดกันจะเป็นวัตถุใดๆ ก็ตาม G นี้เรียกว่า **ค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล** (universal gravitational constant)

กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันตามสมการ (3.13) นี้ช่วยให้สามารถคำนวณหาแรงดึงดูด

ระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆได้ เมื่อทราบค่าคงตัว G เนื่องจาก G มีค่าเท่ากับ $\frac{F_g R^2}{m_1 m_2}$ ในทางปฏิบัติการหาค่า G นั้น คำนวณ m_1 และ m_2 หาได้ด้วยการชั่ง ส่วนระยะทางระหว่างมวลทั้งสอง R ก็สามารถวัดได้ **ในกรณีที่วัตถุมีขนาดใหญ่เหมือนรูปทรงกลม ระยะ R คือระยะทางระหว่างศูนย์กลางของทรงกลมทั้งสอง** แต่มวลที่ใช้ในห้องปฏิบัติการโดยทั่วไปแล้วจะทำให้เกิดแรงดึงดูดน้อยมาก การวัดขนาดแรงดึงดูด F_g จึงทำได้ยากมาก แต่เฮนรีคาเวนดิช (Henry Cavendish) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษสามารถคิดวิธีวัดแรงดึงดูดค่าน้อยๆ นี้ได้ โดยใช้เครื่องชั่งแบบแรงบิด (torsion balance) และสามารถหาค่าของ G ได้ (ประมาณ 100 ปี หลังจากนิวตันได้ตั้งกฎนี้ขึ้น)**การทดลองวัดค่าแรงดึงดูดระหว่างมวลของคาเวนดิช**

เฮนรี คาเวนดิช นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษสามารถคิดวิธีวัดแรงดึงดูดค่าน้อยๆ นี้โดยใช้คานเบา ยาวประมาณ 2 เมตรและมีลูกกลมเล็กๆ ทำด้วยตะกั่ว ติดที่ปลายคานด้านละลูก ดังรูป 3.9 คานนี้ถูกแขวนด้วยสายควอทซ์เส้นเล็กๆ คาเวนดิชทดลองหามาก่อนแล้วว่า ต้องใช้แรงเท่าใด ในการทำให้คานและสายควอทซ์บิดไปเป็นมุมต่างๆ เมื่อคาเวนดิชนำลูกกลมใหญ่ทำด้วยตะกั่วมาใกล้ลูกกลมเล็กที่ปลายคานข้างละลูก โดยให้ห่างจากลูกกลมเล็กเท่ากันสายควอทซ์จะบิดและลูกกลมเล็กจะเบี่ยงเบนไปอยู่ในตำแหน่งสมดุลใหม่ จากการวัดมุมที่สายควอทซ์บิดไป คาเวนดิชคำนวณหาแรงดึงดูดระหว่างลูกกลมเล็กและลูกกลมใหญ่ได้ เมื่อวัดมวลของลูกกลม และระยะทางระหว่างลูกกลมแล้ว คาเวนดิช สามารถหาค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล G ได้ ตามระบบเอสไอค่า G ที่เป็นที่ยอมรับปัจจุบันมีค่า $6.673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$



รูป 2 แผนภาพเครื่องมือในการทดลองหาค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากลของคาเวนดิช

จากตัวอย่างดังกล่าวจะเห็นว่า แรงโลกดึงดูดดวงจันทร์มีค่ามาก ส่วนแรงดึงดูดระหว่างมวลต่างๆ ที่เราพบเห็นในชีวิตประจำวันมีค่าน้อยมาก นอกจากนี้ยังพบ แรงดึงดูดระหว่างมวลของโลกกับมวลของวัตถุ คือ น้ำหนักวัตถุนั้นเอง

ในการหามวลของวัตถุต่างๆ บนโลกเราอาจหาได้โดยใช้เครื่องชั่ง แต่กรณีที่วัตถุมีขนาดใหญ่มาก เช่น โลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ต่างๆ เราไม่สามารถใช้เครื่องชั่งซึ่งมวลที่มีขนาดใหญ่เช่นนั้นได้ แต่เราสามารถใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน คำนวณหามวลของวัตถุขนาดใหญ่ๆ เช่น โลก และดวงดาวได้ กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลทำให้สามารถเข้าใจสมบัติและลักษณะการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ ดวงจันทร์ ได้

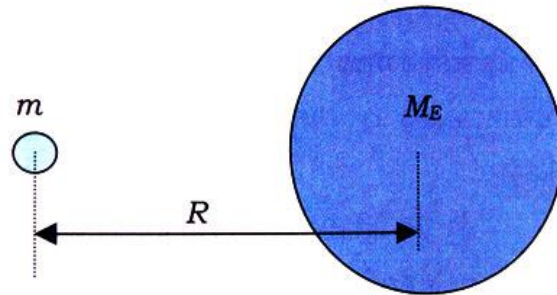
เป็นอย่างดี อาจพิสูจน์ได้ว่าแรงที่เป็นปฏิภาคกับ $\frac{1}{R^2}$ ทำให้วงโคจรโดยทั่วไปจะเป็นวงรี (ellipse) วงกลมอาจถือว่าเป็นกรณีพิเศษของวงรี

น้ำหนัก ณ ตำแหน่งที่ห่างจากผิวโลก

เมื่อวัตถุอยู่ห่างจากผิวโลก แรงที่โลกดึงดูดวัตถุจะน้อยลง ซึ่งแสดงให้เห็นได้จากสมการ $F_g = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$ โดยที่ G , m_1 โดยที่ G , m_1 และ m_2 มีค่าคงตัว ดังนั้น $F_g \propto \frac{1}{R^2}$ ซึ่งหมายความว่าถ้า R มีค่ามาก F จะมีค่าน้อย

แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ F_g คือน้ำหนักของวัตถุ แสดงว่า น้ำหนักของวัตถุจะลดลงเมื่อวัตถุอยู่ห่างผิวโลกมากขึ้น เนื่องจาก $\vec{F}_g = m\vec{g}$ ดังนั้นค่าความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง g จะมีค่าลดลงเมื่อวัตถุอยู่ห่าง

จากผิวโลกมากขึ้น ขนาดของ g เกี่ยวข้องกับระยะห่างจากศูนย์กลางโลกอย่างไร



รูป 3 แสดงวัตถุมวล m อยู่ห่างจากโลกเป็นระยะทาง R

เนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างมวล mE ของโลกกับมวล m ของวัตถุ = น้ำหนักของวัตถุ

$$\frac{GM_E m}{R^2} = mg$$

$$g = \frac{GM_E}{R^2} \quad (2)$$

ค่า g ในสมการ (3.14) เป็นค่าของแรงดึงดูดต่อมวล และเป็น **ค่าของสนามโน้มถ่วง (gravitational field) ของโลก** ณ ตำแหน่งนั้นๆ ซึ่งขึ้นกับระยะ R จากจุดศูนย์กลางของโลกตั้งแต่ผิวโลกขึ้นไป สนามหมายถึงบริเวณที่มีแรงกระทำอยู่ ถ้าปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่วัตถุก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง g ค่านี้บางทีเรียกค่า **ความโน้มถ่วง (gravity)** ซึ่งอาจเป็นของโลก ดวงจันทร์ หรือที่ผิวของดาวอื่น แต่ค่าโน้มถ่วงจะเป็นค่าตามที่วัดได้ คืออาจรวมผลจากการหมุนของโลกด้วย ทำให้ค่า g บนผิวโลกแต่ละที่ต่างกันไปจาก 9.780 m/s² บริเวณเส้นศูนย์สูตร จนถึง 9.832 m/s² บริเวณขั้วโลก ค่าเฉลี่ยที่ถือเป็นมาตรฐาน คือ 9.8065 m/s² ค่า g สำหรับกรุงเทพฯ คือ 9.783 m/s²

จากสมการ (1) มีค่าลดลงตามลำดับความสูงและเป็นปฏิภาคผกผันกับระยะห่างจากศูนย์กลางของโลก กำลังสอง (R^2) หรือ $g \propto \frac{1}{R^2}$
สภาพไร้น้ำหนัก

ตามความหมายของน้ำหนักระหว่าง ซึ่งหมายถึงแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ หรือถ้าเป็นน้ำหนักบนดวงดาวอื่นก็คือแรงโน้มถ่วงบนดาวดวงนั้นกระทำต่อวัตถุ ในที่นี้เราจะพิจารณาน้ำหนักที่เกิดขึ้นจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่านั้น เพราะเหตุว่าน้ำหนักของวัตถุมีความสัมพันธ์กับค่าความเร่ง g และ g ก็มีความสัมพันธ์กับ R (ระยะจากศูนย์กลางของโลก) ดังสมการ (1)

ถ้า R มีค่ามาก จะทำให้ค่า g เข้าสู่ศูนย์ หมายความว่าวัตถุที่อยู่ห่างโลกมากๆ แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุจะน้อยมาก จนเกือบมีค่าเป็นศูนย์ได้ แต่เราทราบอยู่ที่ระยะถึงดวงจันทร์ หรือดวงอาทิตย์ ก็ยังมีแรงดึงดูดของโลกอยู่ (มีค่าเท่ากับที่ดวงอาทิตย์ดึงดูดโลก)

สำหรับคนที่อยู่ในดาวเทียมที่กำลังโคจรรอบโลกอยู่ จะไม่รู้สึกรว่ามีน้ำหนักเลย ทั้งนี้ในการเคลื่อนที่สัมพันธ์กับตัวดาวเทียม ทุกสิ่งทุกอย่างปรากฏเหมือนลอยอยู่ในดาวเทียมได้โดยไม่ตก เช่น เวลาเทน้ำออกจากแก้ว น้ำก็ลอยเป็นก้อนกลมอยู่ (เป็นทรงกลมจากความตึงผิว) ความจริงทุกสิ่งทุกอย่างในดาวเทียมเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้งอย่างเดียวกับดาวเทียม สิ่งที่เกิดขึ้นเรียกว่า **สภาพไร้น้ำหนัก (weightlessness)** ดังนั้น สภาพไร้น้ำหนักเป็นสภาพที่ปรากฏเฉพาะต่อผู้สังเกตที่มีความเร่ง เช่นคนที่อยู่ในดาวเทียม ทั้งที่ความ

จริงยังมีแรงที่โลกดึงดูดอยู่ และแรงที่โลกดึงดูดนี้ทำให้ผู้สังเกตนั้นมีความเร่งและเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้ง แต่ผู้สังเกตคิดว่าตนเองอยู่กับที่เสมอ จึงเห็นตนเองอยู่กับที่ในดาวเทียมซึ่งเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้งเช่นกัน ถ้าอยู่ในลิฟท์ที่ขาดและตกลงด้วยความเร่ง ทุกคนในนั้นก็ตกลงด้วยความเร่งเท่ากัน ช่วงที่กำลังตกก่อนถึงพื้นก็จะอยู่ในสภาพไร้น้ำหนักเช่นเดียวกัน

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

4.2 ขั้นนำ

1. ครูถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจว่า “ทำไมดวงจันทร์ หรือดวงอาทิตย์ถึงได้ปรากฏให้คนบนโลกเห็นตลอด
2. ครูรับฟังคำตอบของนักเรียนแล้วเขียนแนวคำตอบไว้ที่ ขอบกระดาน

4.3 ขั้นสอน

1. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน
2. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลในการแก้ปัญหา
3. ครูแสดงการหาค่าสนามโน้มถ่วงหรือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกโดยใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน
4. ครูแสดงการหาค่าสนามโน้มถ่วงหรือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก
5. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับสภาพไร้น้ำหนักจากกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันว่า เมื่อวัตถุอยู่ห่างโลกมากๆ จนแรงดึงดูดเข้าใกล้ศูนย์ ทำให้วัตถุอยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก

4.4 ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันดังนี้ ว่า “ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ จะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองและแปรผกผันกับ

$$F_g = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

กำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสอง” สมการ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป ค่าสนามโน้มถ่วงหรือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ที่ตำแหน่งใดๆ แปรผกผันกับระยะทางจากศูนย์กลางโลกยกกำลังสอง
3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป เมื่อวัตถุอยู่ห่างโลกมากๆ จนแรงดึงดูดเข้าใกล้ศูนย์ ทำให้วัตถุอยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก
4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

5. สื่อการจัดการเรียนรู้

- หนังสือเรียน

6. วัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
บอกกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันได้	การตอบคำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถตอบคำถามถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
บอกได้ว่าสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถะทำต่อมวลของวัตถุ	การตอบคำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถตอบคำถามร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
ใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่ตำแหน่งต่างๆของโลกได้	ตรวจแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	ทำแบบฝึกได้ถูกต้อง 80 % ขึ้นไป
อธิบายสภาพไร้น้ำหนักได้	การตอบคำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถตอบคำถามร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

จำนวน 21 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17 เรื่อง แรงเสียดทาน

จำนวน 4 คาบ

1. สาระสำคัญ

แรงเสียดทาน (friction) เป็นแรงที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุหนึ่งพยายามเคลื่อนที่ หรือกำลังเคลื่อนที่ไปบนผิวของอีกวัตถุ เนื่องจากมีแรงมากระทำ แรงเสียดทานมี 2 ประเภท คือ

1. **แรงเสียดทานสถิต (static friction)** คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสภาวะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วอยู่นิ่ง

2. **แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction)** คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสภาวะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

2. วัตถุประสงค์

หลังจากเรียนจบเรื่อง กฎข้อที่สองของนิวตัน นักเรียนสามารถ

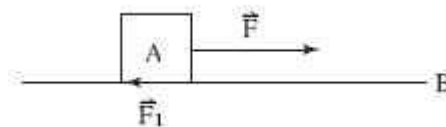
1. บอกความหมายของแรงเสียดทานและจำแนกออกเป็นแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์
2. บอกทิศทางของแรงเสียดทานและปัจจัยที่มีผลกับแรงเสียดทาน
3. หาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

3. สาระการเรียนรู้

แรงเสียดทาน

แรงเสียดทาน (friction) เป็นแรงที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุหนึ่งพยายามเคลื่อนที่ หรือกำลังเคลื่อนที่ไปบนผิวของอีกวัตถุ เนื่องจากมีแรงมากระทำ มีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1. เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ
2. มีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางที่วัตถุเคลื่อนที่หรือตรงข้ามทิศทางของแรงที่พยายามทำให้วัตถุเคลื่อนที่ดังรูป



รูปแสดงลักษณะของแรงเสียดทาน

ถ้าวัตถุ A อยู่บนวัตถุ B ออกแรง $\vec{F}$ ลากวัตถุ วัตถุ A จะเคลื่อนที่หรือไม่ก็ตาม จะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นระหว่างผิวของ A และ B แรงเสียดทานมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรง $\vec{F}$ ที่พยายามต่อต้านการเคลื่อนที่ของ A

ประเภทของแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานมี 2 ประเภท คือ

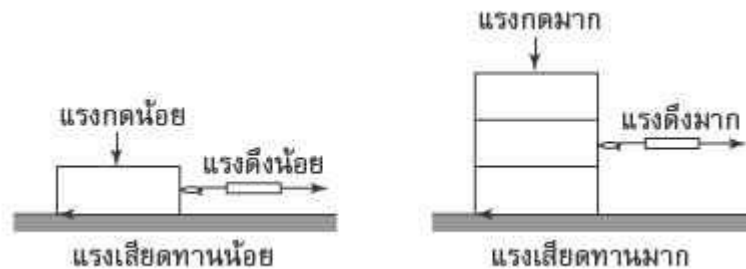
1. **แรงเสียดทานสถิต (static friction)** คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสภาวะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วอยู่นิ่ง

2. แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสถานะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

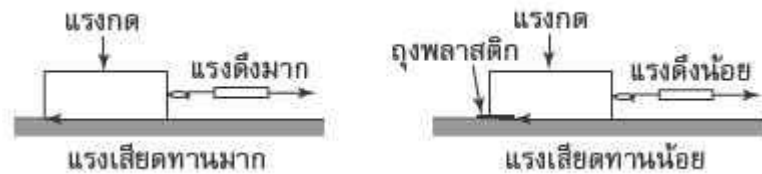
แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

1. แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส ถ้าแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสมากจะเกิดแรงเสียดทานมาก ถ้าแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสน้อยจะเกิดแรงเสียดทานน้อย ดังรูป



รูป ก แรงเสียดทานน้อย รูป ข แรงเสียดทานมาก

2. ลักษณะของผิวสัมผัส ถ้าผิวสัมผัสหยาบ ขรุขระจะเกิดแรงเสียดทานมาก ดังรูป ก ส่วนผิวสัมผัสเรียบลื่นจะเกิดแรงเสียดทานน้อยดังรูป ข



รูป ก แรงเสียดทานมาก รูป ข แรงเสียดทานน้อย

3. ชนิดของผิวสัมผัส เช่น คอนกรีตกับเหล็ก เหล็กกับไม้ จะเห็นว่าผิวสัมผัสแต่ละคู่ มีความหยาบ ขรุขระ หรือเรียบลื่น เป็นมันแตกต่างกัน ทำให้เกิดแรงเสียดทานไม่เท่ากัน

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

4.1 ขั้นสร้างความสนใจ

1. นักเรียนเคยเดินบนพื้นลื่นๆหรือไม่ อย่างเช่น พื้นที่มีตะไคร่น้ำ แล้วนักเรียนมีวิธีการเดินอย่างไร เพราะเหตุใดถึงต้องเดินอย่างนั้น (บันทึกคำตอบของนักเรียนไว้ข้างกระดาน)
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของนักเรียนแต่ละคน
3. นักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ เวลาที่ผลักวัตถุให้เคลื่อนไป ชักพักวัตถุที่ผลักจะหยุด นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด (บันทึกคำตอบของนักเรียนไว้ข้างกระดาน)
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของนักเรียนแต่ละคน

4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม และนักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มออกมาทำปฏิบัติการทดลอง
2. ครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมว่า “นักเรียนคิดว่าขนาดของแรงต้านการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยใด และมีทิศทางอย่างไร”

3. ครูแนะนำการใช้เครื่องชั่งสปริง
4. ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามกิจกรรมที่ 1 และให้นักเรียนพยายามค้นหาคำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม เช่น แนววิธีสังเกตว่าถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว โดยพิจารณาจากขนาดของแรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงมีค่าคงตัวตลอดการเคลื่อนที่
5. หลังเสร็จกิจกรรมครูให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมแล้วนำไปติดไว้บนกระดานเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับกลุ่มอื่นๆ

4.3 ขั้นตอนอภิปรายและลงข้อสรุป

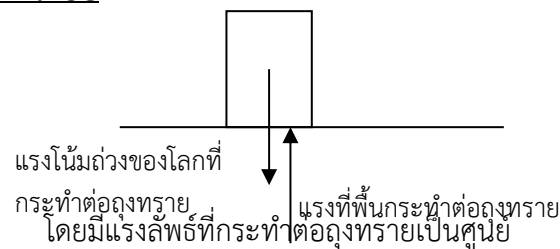
1. หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามตามคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้

- ขณะถุงทรายวางนิ่งบนพื้นโต๊ะ โดยที่ยังไม่ออกแรงดึงถุงทราย มีแรงใดกระทำต่อถุงทรายบ้าง

แนวการตอบ แรงโน้มถ่วงของโลก แรงที่พื้นกระทำต่อถุงทราย

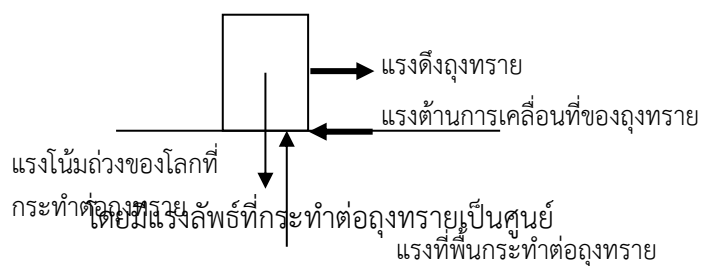
-สามารถเขียนแผนภาพประกอบ ของแนวแรงที่กระทำต่อถุงทรายได้อย่างไร และแรงลัพธ์เป็นเท่าใด

แนวการตอบ



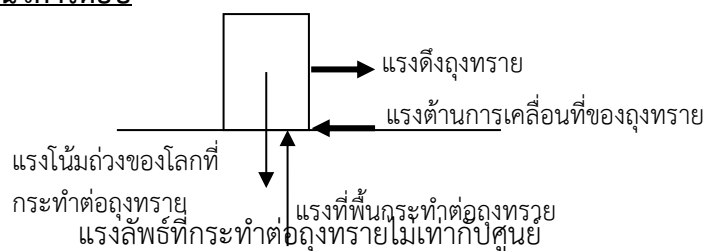
- ขณะออกแรงดึงถุงทราย แต่ถุงทรายไม่เคลื่อนที่ มีแรงใดกระทำต่อถุงทรายบ้าง จงเขียนแผนภาพประกอบ และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นเท่าใด

แนวการตอบ



- ขณะออกแรงดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว มีแรงใดกระทำต่อถุงทรายบ้าง จงเขียนแผนภาพประกอบ และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นเท่าใด

แนวการตอบ



- แรงเสียดทานเกิดขึ้นตรงส่วนใดของถูทรายและมีทิศทางอย่างไร

แนวการตอบ ระหว่างผิวถูทรายกับพื้น และมีทิศทางตรงข้ามกับแรงดึง

- ขนาดของแรงที่ใช้ดึงถูทรายมีค่าสูงสุดเท่าใด ขณะนั้นถูทรายเคลื่อนที่หรือไม่ อย่างไร

แนวการตอบ (ดูจากผลการทดลอง) ขณะนั้นถูรายยังไม่เคลื่อนที่ แต่กำลังจะเคลื่อนที่

- ขณะที่แรงดึงถูทรายมีค่าสูงสุด แรงต้านที่กระทำต่อถูทรายมีค่าเท่าใด ทราบได้อย่างไร

แนวการตอบ ขณะที่ออกแรงดึงถูทราย แรงต้านมีค่ามากที่สุด (... นิวตัน ดูผลการทดลอง)

ทราบได้จากค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริง

- การเพิ่มจำนวนถูทราย มีผลต่อแรงเสียดทานหรือไม่ อย่างไร

แนวการตอบ การเพิ่มจำนวนถูรายมีผลทำให้แรงต้านมีค่ามากขึ้น เนื่องจากเมื่อเพิ่มจำนวนถูราย จะทำให้แรงกดบนพื้นมากขึ้น ในขณะเดียวกันแรงที่พื้นกระทำต่อถูรายจะมีค่ามากขึ้น ดังนั้นขนาดของแรงเสียดทานจึงมีค่าเพิ่มขึ้น

- การหุ้มถูทรายด้วยถุงพลาสติกมีผลต่อแรงเสียดทานหรือไม่ อย่างไร

แนวการตอบ การหุ้มถูทรายด้วยถุงพลาสติก จะทำให้ผิวสัมผัสเรียบและลื่นมากขึ้น จึงส่งผลให้แรงเสียดทานมีขนาดลดลง

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ตามจุดประสงค์การทดลองที่ตั้งไว้ ซึ่งควรสรุปได้ดังนี้

1. แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่ผิวสัมผัสเคลื่อนที่

2. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่มีแรงกระทำแต่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่เรียกว่า แรงเสียดทานสถิต ขนาดของแรงเสียดทานสถิตขึ้นกับขนาดแรงภายนอกที่มากระทำ ลักษณะผิวสัมผัส และขนาดของแรงกระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส และขนาดของแรงกระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส

3. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ ขนาดของแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับลักษณะผิวสัมผัส และขนาดของแรงที่กระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส

4.4 ขยายความรู้

1. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมดังนี้

ในการออกแรงกระทำต่อวัตถุเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ไปบนพื้นผิวนั้น จะมีแรงต้านเกิดขึ้นที่ผิวสัมผัส และแรงนี้มีทิศทางตรงข้ามกับแรงพยายามที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ เรียกแรงนี้ว่า แรงเสียดทาน

2. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับชนิดของแรงเสียดทานดังนี้

แรงเสียดทานแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุอยู่นิ่ง เรียกว่า แรงเสียดทานสถิต (static friction; f_s)

2. แรงเสียดทานในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่า แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction; f_k)

ขนาดของแรงเสียดทานสถิตจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อเพิ่มขนาดของแรงถึงค่าสูงสุดค่าหนึ่ง วัตถุจะเริ่มเคลื่อนที่ ซึ่งแรงเสียดทานขณะนั้นเรียกว่า แรงเสียดทานสถิตสูงสุด

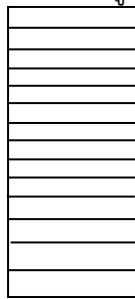
3. ครูเปิดการทดลองเสมือนเพื่อทำการทดลองให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทาน มวล และสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
4. ครูยกตัวอย่างการคำนวณสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับแรงเสียดทาน

4.5 ขั้นวัดแลประเมิน

1. ครูถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนด้วยคำถามดังต่อไปนี้
 - การเพิ่มมวลของวัตถุ มีผลต่อแรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อวัตถุอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ การเพิ่มมวลของวัตถุจะทำให้เกิดแรงกดบนพื้นมากขึ้น แรงปฏิกิริยาตั้งฉากที่พื้นกระทำต่อบุญทรายซึ่งเป็นแรงคู่ปฏิกิริยาของแรงที่บุญทรายกดลงบนพื้นมีขนาดมากขึ้น แรงเสียดทานจึงมีขนาดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ลักษณะของผิวสัมผัส จะมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน ถ้าผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระมาก แรงเสียดทานจะมีค่ามาก แต่ถ้าผิวสัมผัสเรียบหรือลื่น แรงเสียดทานจะมีค่าน้อย

- เพราะเหตุใด เวลาที่นักเรียนดึงหนังสือที่อยู่ด้านล่าง ออกจากกองหนังสือซึ่งวางซ้อนกันอยู่จำนวนมากดังภาพ จึงดึงออกได้ยาก



หนังสือที่ต้องการ

แนวคำตอบ เพราะน้ำหนักของหนังสือด้านบนกดทับบนหนังสือที่ต้องการมาก จึงเกิดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของหนังสือด้านบนและด้านล่าง จึงทำให้ดึงหนังสือออกได้ยาก

- จากคำถามที่ผ่านมา นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรจึงจะหยิบหนังสือเล่มที่ต้องการออกมาได้ง่ายโดยที่กองหนังสือไม่ล้ม

แนวคำตอบ ลดน้ำหนักที่กดทับหนังสือที่ต้องการ โดยการยกหนังสือส่วนบนที่ไม่ต้องการออกเพื่อลดขนาดของแรงเสียดทาน

2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องแรงเสียดทาน

5. สื่อการจัดการเรียนรู้

- การทดลองเสมือนชุดกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- เครื่องชั่งสปริง
- บุญทราย
- บุญพลาสติก

6. วัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
บอกความหมายของแรงเสียดทานและจำแนกออกเป็นแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์	การตอบคำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถตอบคำถามถูกต้องร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
บอกทิศทางของแรงเสียดทานและปัจจัยที่มีผลกับแรงเสียดทาน	การตอบคำถาม	คำถาม	นักเรียนสามารถตอบคำถามร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งชั้น
หาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์	ตรวจแบบบันทึกกิจกรรม	แบบบันทึกกิจกรรม	บันทึกข้อมูลได้ถูกต้อง 80 % ขึ้นไป

กิจกรรมการทดลอง

เรื่อง แรงเสียดทาน

- จุดประสงค์**
1. จำแนกออกเป็นแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์
 2. บอกทิศทางของแรงเสียดทานและปัจจัยที่มีผลกับแรงเสียดทาน
 3. หาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

อุปกรณ์

- | | | |
|---------------------|---|-----|
| 1. เครื่องชั่งสปริง | 1 | อัน |
| 2. ถูทราย | 4 | ถุง |
| 3. ถูพลาสติก | 1 | ถุง |

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1

1. ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวกับข้อเกี่ยวบนถูทราย 1 ถู
2. ออกแรงน้อยๆ แล้วค่อยๆ เพิ่มแรงดึง สังเกตแรงที่อ่านได้ก่อนถูทรายจะเริ่มเคลื่อนที่
3. บันทึกแรงดึงที่ทำให้ถูทรายเริ่มเคลื่อนที่ และแรงที่ทำให้ถูทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ อย่างน้อย 3-5 ค่า แล้วหาค่าเฉลี่ย
4. ทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มถูทรายเป็น 2, 3 และ 4 ถู โดยทำการวางทับถูที่เกี่ยวข้องตาชั่งสปริง
5. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้ถูทรายเริ่มเคลื่อน กับน้ำหนักของถูทราย
6. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้ถูทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว กับน้ำหนักของถูทราย

ตอนที่ 2 ถูทรายหุ้มถูพลาสติก

ทำกิจกรรมเหมือนตอนที่ 1 แต่หุ้มถูพลาสติกถูทรายใบล่างสุด

ตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 1

จำนวนถูทราย (ถุง)	น้ำหนักถูทราย (N)	แรงดึงถูทราย (N) ขณะที่ถูทราย					
		หยุดนิ่ง		เริ่มจะเคลื่อนที่	เริ่มจะเคลื่อนที่เฉลี่ย	เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว	เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเฉลี่ย
1		0					
2		0					
3		0					
4		0					

--	--	--	--	--	--	--	--	--

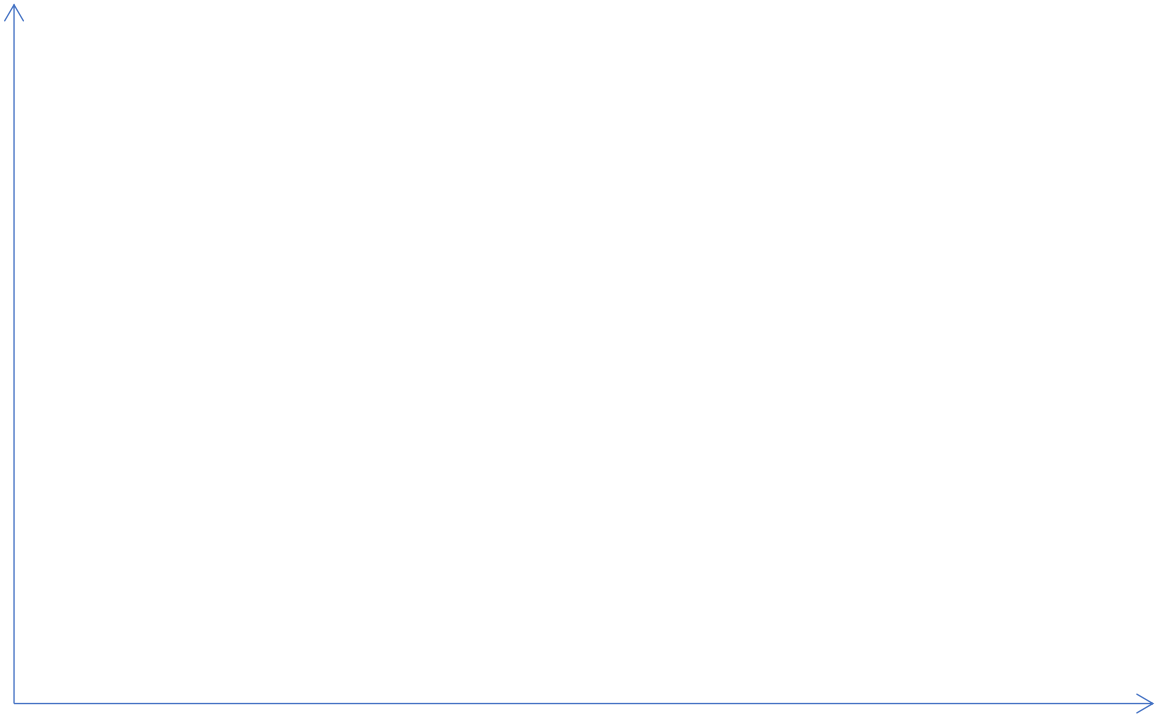
วิเคราะห์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

กราฟตอนที่ 1 ความสัมพันธ์ แรงกับน้ำหนัก



วิเคราะห์ผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 2 (ถุงทรายหุ้มถุงพลาสติก)

จำนวนถุงทราย (ถุง)	น้ำหนักถุงทราย (N)	แรงดึงถุงทราย (N) ขณะที่ถุงทราย					
		หยุดนิ่ง		เริ่มจะเคลื่อนที่	เริ่มจะเคลื่อนที่เฉลี่ย	เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว	เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเฉลี่ย
1		0					
2		0					
3		0					
4		0					

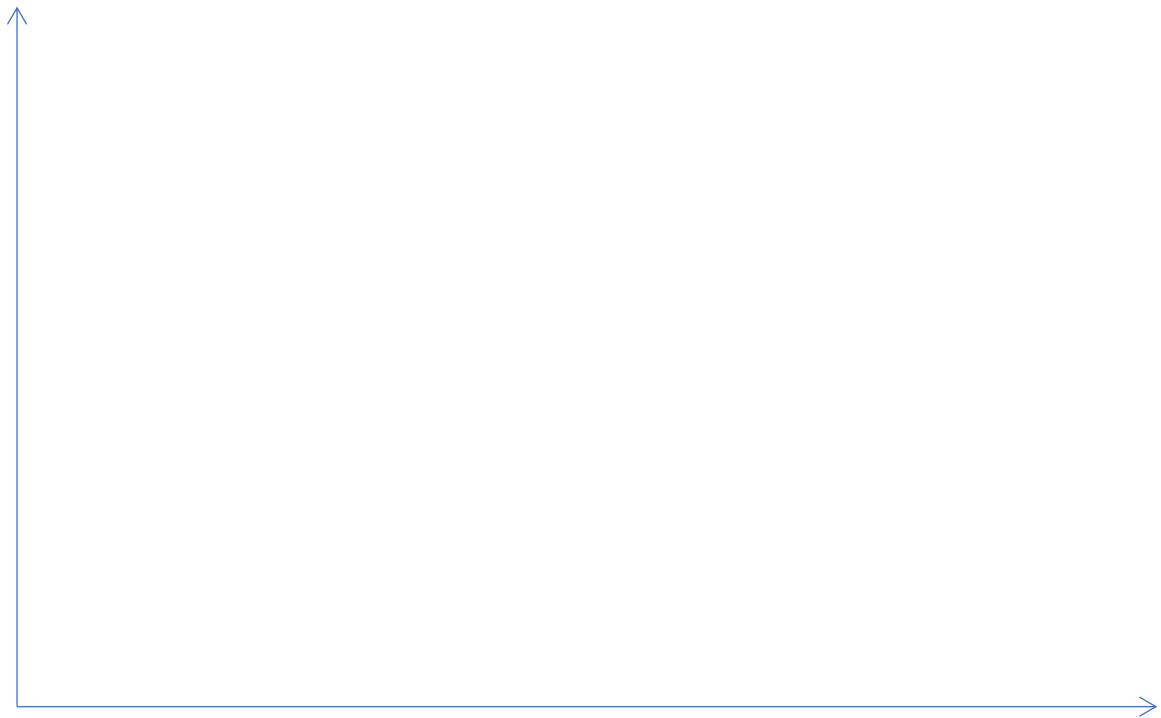
วิเคราะห์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

กราฟตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ แรงกับน้ำหนัก (ถุงทรายหุ้มถุงพลาสติก)



วิเคราะห์ผล

ใบความรู้ 14

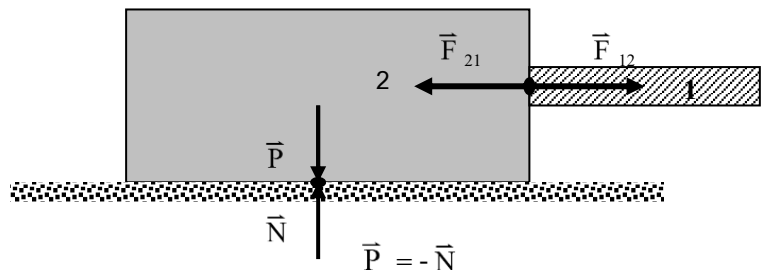
กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

กฎการเคลื่อนที่ข้อ 1. ของนิวตัน กล่าวว่า “วัตถุจะรักษาสภาพอยู่นิ่งหรือสภาพการเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอเป็นเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่มีค่าเป็นศูนย์มากระทำ” สรุปเกี่ยวกับแรงได้ว่า ผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุทั้งหมดมีค่าเป็นศูนย์ ($\sum \vec{F} = 0$)

กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2. ของนิวตัน กล่าวว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ โดยขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ” สรุปเกี่ยวกับแรงได้ว่า ผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุทั้งหมดมีค่าไม่เป็นศูนย์ (เมื่อ $\sum \vec{F} \neq 0$ แล้ว $\sum \vec{F} = m\vec{a}$)

กฎการเคลื่อนที่ข้อ 3. ของนิวตัน กล่าวว่า “ทุกแรงกิริยาย่อมมีแรงปฏิกิริยาขนาดเท่ากันกระทำในทิศตรงกันข้ามเสมอ หรือแรงกระทำซึ่งกันและกันของวัตถุสองก้อนย่อมมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้าม” สรุปเกี่ยวกับแรงได้ว่า จะมีแรงเกิดขึ้นตรงตำแหน่งที่กระทำสองแรงขนาดเท่ากันแต่มีทิศตรงข้าม ($\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$)

รูป 1. วัตถุวางบนพื้นถูกดึงด้วยเชือก



การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

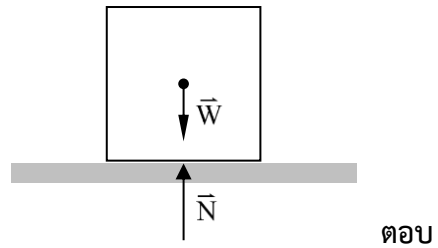
ตัวอย่าง 1. วัตถุ Aหนัก 10 นิวตันวางนิ่งอยู่บนพื้น จงหาแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุนี้ แรงคู่กิริยาของน้ำหนักวัตถุ A คือแรงใด และมีขนาดเท่าใด

วิธีทำ ตัวอย่างนี้เกี่ยวข้องกับ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อ 1 และ ข้อ 3

เกี่ยวข้องกับ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อ 1 คือ วัตถุ A ยังคงรักษาสภาพอยู่นิ่งได้ แสดงว่า พื้นจะต้องออกแรงต้านวัตถุ A ไปด้วยขนาดเท่ากัน คือ 10 นิวตัน **ตอบ** แรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุ A = 10 นิวตัน

แสดงให้เห็นได้จากข้อสรุปเกี่ยวกับแรงดังนี้

$$\begin{aligned}\text{จาก } \Sigma \vec{F} &= 0 \\ \vec{W} + \vec{N} &= 0 \\ \text{หาขนาด- } W + N &= 0 \\ -10 + N &= 0 \\ N &= 10 \text{ N (นิวตัน)}\end{aligned}$$



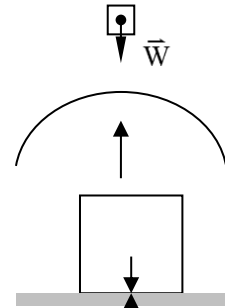
แรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุ A = 10 นิวตัน

เกี่ยวข้องกับ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อ 3

แรงคู่กิริยาของน้ำหนัก ($\vec{W}$) วัตถุ A ไม่ใช่ แรง ($\vec{N}$) เพราะ

น้ำหนัก ($\vec{W}$) คือ แรงที่โลกกระทำต่อวัตถุ A

แรงคู่กิริยา คือ แรงที่วัตถุกระทำต่อโลก (ขนาด 10 นิวตัน)



ส่วนแรง ($\vec{N}$) คือ แรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุ A

แรงคู่กิริยา คือ แรงที่วัตถุ A กระทำต่อพื้น (ขนาด 10 นิวตัน)

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อ 3 (ใครทำใคร) (นาย ก. ทำ นาย ข. นาย ค. ไม่เป็นคู่กิริยา)

ตัวอย่าง 2. วัตถุ Bหนัก 50 นิวตัน มีมวล 5 กิโลกรัม ถูกปล่อยให้ตกลงมาอย่างอิสระด้วยความเร่งขนาดเท่าใด

วิธีทำ เกี่ยวข้องกับ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อ 2 เพราะเมื่อปล่อยวัตถุ B แล้ว วัตถุ B จะไม่อยู่นิ่ง จะถูกเร่งด้วยแรงดึงดูดของโลกคือน้ำหนัก ($\vec{W}$) เราสามารถหาขนาดความเร่งได้จากสมการเกี่ยวกับแรงตามกฎข้อ 2 ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{จาก } \Sigma \vec{F} &= m \vec{a} \\ \text{จะได้ } \vec{W} &= m \vec{a} \\ \text{หาขนาดความเร่ง } W &= ma \\ \text{แทนค่า } 50 \text{ N} &= (5 \text{ kg}) a \\ a &= 10 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

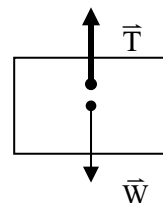


ตอบ วัตถุ B ตกลงมาอย่างอิสระด้วยความเร่งขนาดเท่ากับ $10 \text{ เมตรต่อ(วินาที)}^2$

ตัวอย่าง 3. วัตถุหนัก 60 นิวตัน ผูกด้วยเชือกเบา ถูกเร่งให้เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง $1.5 \text{ เมตรต่อ(วินาที)}^2$ แรงดึงของเส้นเชือกขณะนี้มีค่ากี่นิวตัน

วิธีทำ เกี่ยวข้องกับ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อ 2 เพราะเมื่อวัตถุหนัก 60 นิวตันไม่อยู่นิ่ง ถูกเร่งด้วยแรงดึงของเชือก เราสามารถหาขนาดแรงดึงเชือกได้จากสมการเกี่ยวกับแรงตามกฎข้อ 2 ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{จาก } \Sigma \vec{F} &= m \vec{a} \\ \text{จะได้ } \vec{T} + \vec{W} &= m \vec{a} \\ \text{หาขนาดของแรงดึงเชือก } T - W &= ma \\ \text{แทนค่า } T - 60 \text{ N} &= (6 \text{ kg})(1.5 \text{ m/s}^2) \\ T &= (9 \text{ N}) + (60 \text{ N}) \\ T &= 69 \text{ N}\end{aligned}$$



ตอบ แรงดึงของเส้นเชือกขณะนี้มีค่าเท่ากับ 69 นิวตัน

ใบงานที่ 14

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. แรงสองแรงมีขนาด 3 นิวตัน และ 4 นิวตัน กระทำต่อวัตถุมวล 2 กิโลกรัม จะทำให้วัตถุมีความเร่งเท่าใด ถ้า

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| ก) แรงทั้งสองกระทำในทิศเดียวกัน | (3.5 m/s^2) |
| ข) แรงทั้งสองกระทำในทิศตรงข้ามกัน | (0.5 m/s^2) |
| ค) แรงทั้งสองกระทำในทิศตั้งฉาก | (2.5 m/s^2) |

2. วัตถุหนึ่งถูกแรงกระทำ 30 นิวตัน ทำให้เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 5 m/s^2 แต่ถ้าต้องการให้วัตถุนี้มีความเร่งเป็น 3 เท่าของความเร่งเดิม จะต้องออกแรงเท่าใด (90 นิวตัน)

3. ผู้กวัดตุ้มมวล 2 kg ด้วยเชือกที่มีมวลน้อยมาก จับปลายเชือกอีกข้างหนึ่งให้วัตถุห้อยอยู่ในแนวดิ่ง จงหาแรงที่เชือกดึงมือ เมื่อ

- ก) ถือเชือกอยู่นิ่ง ๆ (20 นิวตัน)
- ข) หย่อนเชือกลงด้วยอัตราเร็วคงตัว (20 นิวตัน)
- ค) หย่อนเชือกลงด้วยความเร่ง 3 m/s^2 (14 นิวตัน)
- ง) ดึงเชือกขึ้นด้วยความเร่ง 3 m/s^2 (26 นิวตัน)

แบบฝึกทักษะ 14

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... เลขที่..... คะแนนที่ได้.....

1. วัตถุ A มวล 50 กิโลกรัม วางนิ่งบนพื้นเกลี้ยง มีแรงมากกระทำนาน 10 วินาที จนมีความเร็วเป็น 28 เมตรต่อวินาที จงหาแรงกระทำต่อวัตถุเป็นกี่นิวตัน (140 นิวตัน)

2. เกิดความเร่งกับวัตถุก้อนหนึ่ง 12 เมตรต่อวินาที² เมื่อถูกแรงกระทำ 108 นิวตัน ถ้าถูกแรงกระทำ 72 นิวตันกระทำ จะเกิดความเร่งกับวัตถุก้อนนี้เท่าใด (8 m/s^2)

3. มีแรงสองกระทำต่อวัตถุมวล 40 กิโลกรัม ให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบด้วยความเร่ง 3 เมตรต่อ(วินาที)² โดยแรงหนึ่งมีขนาด 200 นิวตัน ถ้าอีกแรงมีทิศตรงข้ามแรงนี้จะมีขนาดกี่นิวตัน (80 N)

4. วัตถุมวล 50 กิโลกรัม วางนิ่งบนพื้น ถูกแรง 300 นิวตัน กระทำนาน 8 วินาที ให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบที่มีแรงเสียดทานต้านการเคลื่อนสูงสุด 75 นิวตัน จงหาความเร็วและระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ใน 8 วินาทีนี้ (36 m/s , 144 m)