



แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาเพิ่มเติม



ฟิสิกส์ ม.5

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ตัวอย่าง
หลักสูตรปรับปรุง '60

อักษร **แผนการจัดการเรียนรู้**
รายวิชาเพิ่มเติม

ฟิสิกส์ เล่ม 1

ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ม.5

ฟิสิกส์
หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 1
ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

• ดร. นภาพร ธีระกุล • ดร. สุภัทรา นนทชัย

อักษร **แผนการจัดการเรียนรู้**
รายวิชาเพิ่มเติม

ฟิสิกส์ เล่ม 2

ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ม.5

ฟิสิกส์
หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2
ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

• ดร. นภาพร ธีระกุล • สรภ ธีระกุล

โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเพิ่มเติม พลิทิกส์ ม.5 เล่ม 1

เวลา 80 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
1. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	แผนที่ 1 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทดลอง - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบทศสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบใบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุที่ติดปลายสปริง - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิดเรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	5
	แผนที่ 2 เงามองวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมสม่ำเสมอ	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบใบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง เงามองวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมสม่ำเสมอ - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิดเรื่อง เงามองวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมสม่ำเสมอแผนที่ความคิด - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	1
	แผนที่ 3 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของลูกตุ้ม	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการวัด - ทักษะการสังเกต 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ 	4

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
	อย่างง่าย		<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 	ฮาร์มอนิกอย่างง่ายของลูกตุ้มอย่างง่าย - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของลูกตุ้มอย่างง่าย - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	2
	แผนที่ 4 การสั่นพ้อง	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิดเรื่อง การสั่นพ้อง - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	6
2. คลื่นกล	แผนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่น	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	ตรวจสอบแบบฝึกหัดก่อนเรียน - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิดเรื่อง ชนิดของคลื่น - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	6

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
	แผนที่ 2 คลื่นผิวน้ำ	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง คลื่นผิวน้ำ - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	5
	แผนที่ 3 คลื่นในเส้นเชือกและการซ้อนทับกันของคลื่น	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง การซ้อนทับกันของคลื่น - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	3
	แผนที่ 4 สมบัติของคลื่น	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทดลอง - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบใบงาน เรื่อง สมบัติของคลื่น - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการสะท้อนของคลื่นน้ำ กิจกรรมการหักเหของคลื่นน้ำ กิจกรรมการเลี้ยวเบนของคลื่นน้ำ และกิจกรรมการแทรกสอดของคลื่นน้ำ - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง สมบัติคลื่น - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	8

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
3. เสี่ยง	แผนที่ 1 ธรรมชาติของเสียง	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง อัตราเร็วของเสียง - ตรวจและประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง อัตราเร็วของเสียง - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	4
	แผนที่ 2 สมบัติของคลื่นเสียง	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทดลอง - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง สมบัติของคลื่นเสียง - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการเลี้ยวเบนของเสียง และการแทรกสอดของเสียง - ตรวจสอบของแผนผังความคิด - ตรวจและประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง สมบัติของคลื่นเสียง - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	4
	แผนที่ 3 ความเข้มเสียงและการได้ยิน	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง ความเข้มเสียง - ตรวจและประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง ความเข้มเสียงและการได้ยิน - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 	4

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
	แผนที่ 4 เสี่ยงดนตรี	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการใช้จำนวน - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง การสันทัดของเสียง - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการสันทัดของเสียงในทอปลายปิดข้างหนึ่ง - ตรวจและประเมินแผนที่มีความคิด - เรื่อง การสันทัดของเสียง - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	4
	แผนที่ 5 ปีตและคลื่นนิ่งของเสียง	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง ปีตและคลื่นนิ่งของเสียง - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการเกิดปีตของเสียง - ตรวจและประเมินแผนที่มีความคิด - เรื่อง ปีตและคลื่นนิ่งของเสียง - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	2
	แผนที่ 6 ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ และคลื่นกระแทก	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน - ตรวจสอบแบบฝึกหัด 	2

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
4. แสงและทัศนอุปกรณ์	แผนที่ 1 การสะท้อนของแสง	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจใบงาน เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก - ตรวจและประเมินแผนที่ความคิดเรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	4
	แผนที่ 2 การหักเหของแสง	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง การสะท้อนของแสง - ตรวจและประเมินแผนที่ความคิดเรื่อง การสะท้อนของแสง - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	5

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
	แผนที่ 3 เสนอสัง	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการวัด - ทักษะการใช้จำนวน - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป - ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง เสนอสัง - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการหาคะของแสงผ่านเลนส์นูน - ตรวจและประเมินแผนที่ความคิดเรื่อง การหักเหของแสง - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	6
	แผนที่ 4 ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่องปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง - ตรวจและประเมินแผนที่ความคิดเรื่อง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	2
	แผนที่ 5 ทัศนอุปกรณ์	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป - ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง ทัศนอุปกรณ์ - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกล้องจุลทรรศน์และกล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย - ตรวจและประเมินแผนที่ความคิดเรื่อง ทัศนอุปกรณ์ - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล 	5

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
	แผนที่ 6 ความสว่าง	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง ความสว่าง - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	1
	แผนที่ 7 ตาและการมองเห็น	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง ตาและการมองเห็น - ตรวจและประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง ตาและการมองเห็น - ตรวจสอบการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	1
	แผนที่ 8 สี	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบทดสอบหลังเรียน - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง สี - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการผสมแสงสีบนฉากขาว - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง สี - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	2

โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 2

เวลา 80 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
5. แสงเชิงกายภาพ	แผนที่ 1 การแทรกสอดของแสงผ่านช่องเปิดคู่	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการวัด - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทดลอง - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการใช้จำนวน - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบทศสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบผลึกหัก - ตรวจใบงาน เรื่อง การแทรกสอดของแสงผ่านช่องเปิดคู่ - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการแทรกสอดของแสงผ่านช่องเปิดคู่ - ตรวจและประเมินแผนที่มีความคิด - เรื่อง การแทรกสอดของแสงผ่านช่องเปิดคู่ - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	6
	แผนที่ 2 การเลี้ยวเบนของแสงผ่านช่องเปิดเดี่ยว	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการวัด - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทดลอง - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการใช้จำนวน - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบผลึกหัก - ตรวจใบงาน เรื่อง การเลี้ยวเบนของแสงผ่านช่องเปิดเดี่ยว - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการเลี้ยวเบนของแสงผ่านช่องเปิดเดี่ยว - ตรวจและประเมินแผนที่มีความคิด - เรื่อง การเลี้ยวเบนของแสงผ่านช่องเปิดเดี่ยว - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	5

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
	แผนที่ 3 การแทรกสอดของแสงที่เลี้ยวเบนผ่านช่องแคบของเกรตติง	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการวัด - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทดลอง - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการใช้จำนวน - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง การแทรกสอดของแสงที่เลี้ยวเบนผ่านช่องแคบของเกรตติง - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการเลี้ยวเบนของแสงผ่านเกรตติง - ตรวจและประเมินแผนที่มีความคิด - เรื่อง การแทรกสอดของแสงที่เลี้ยวเบนผ่านช่องแคบของเกรตติง - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	5
	แผนที่ 4 การกระเจิงของแสง	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบบททดสอบหลังเรียน - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง การกระเจิงของแสง - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการกระเจิงของแสง - ตรวจและประเมินแผนที่มีความคิด - เรื่อง การกระเจิงของแสง - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	4
6. ไฟฟ้าสถิต	แผนที่ 1 ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทดลอง - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบบททดสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมชนิดของ 	5

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
		<p>ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิดเรื่อง ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการทำให้อิเล็กโทรสโคปมีประจุโดยการเหนี่ยวนำ - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิดเรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	2
	<p>แผนที่ 2 การเหนี่ยวนำไฟฟ้า</p>	<p>แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทดลอง - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	5
	<p>แผนที่ 3 แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์</p>	<p>แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิดเรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ - ประเมินการนำเสนอผลงาน 	5

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
	แผนที่ 4 สนามไฟฟ้า	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง สนามไฟฟ้า - ตรวจและประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง สนามไฟฟ้า - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	5
	แผนที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง เส้นสนามไฟฟ้า - ตรวจและประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง เส้นสนามไฟฟ้า - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	2
	แผนที่ 6 ศักย์ไฟฟ้า	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า - ตรวจและประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	5

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
	แผนที่ 7 ตัวเก็บประจุและความจุ	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ - ตรวจสอบประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	5
	แผนที่ 8 การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบทดสอบหลังเรียน - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ - ตรวจสอบประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	3
7. ไฟฟ้ากระแส	แผนที่ 1 กระแสไฟฟ้า	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง กระแสไฟฟ้า - ตรวจสอบประเมินแผนที่ความคิด เรื่อง กระแสไฟฟ้า - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 	2

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
	<p>แผนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์</p>	<p>แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการวัด - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการทดลอง - ทักษะการใช้จำนวน - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล - ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรม - ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ และกิจกรรม - กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ - ระหว่างปลายของตัวต้านทานที่ต่อกัน - แบบอนุกรมและแบบขนาน - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิด - เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	8
	<p>แผนที่ 3 พลังงานในวงจรไฟฟ้า</p>	<p>แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการวัด - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจใบงาน เรื่อง พลังงานในวงจรไฟฟ้า - ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ - ตรวจสอบและประเมินแผนที่ความคิด - เรื่อง พลังงานในวงจรไฟฟ้า - ประเมินการนำเสนอผลงาน 	4

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
	<p>แผนที่ 4 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น</p>	<p>แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบฝึกหัด - ตรวจสอบงาน เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น - ตรวจสอบประเมินแผนที่มีความคิดเรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	3
	<p>แผนที่ 5 เครื่องวัดไฟฟ้า</p>	<p>แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบงาน เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้า - ตรวจสอบและประเมินแผนที่มีความคิดเรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้า - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	3
	<p>แผนที่ 6 การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน</p>	<p>แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบงาน เรื่อง การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน - ตรวจสอบและประเมินแผนที่มีความคิด 	2

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
	<p>เรื่องที่ 7 วงจรไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย</p>	<p>แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 	<p>เรื่อง การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	2
	<p>เรื่องที่ 8 ไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน</p>	<p>แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 	<p>เรื่อง การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

เวลา 12 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

1. ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
2. อธิบายความถี่ธรรมชาติของวัตถุและการเกิดการสั่นพ้องได้

2. สาระการเรียนรู้

2.1 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการ เคลื่อนที่ของวัตถุที่กลับไปกลับมาซ้ำรอยเดิมผ่านตำแหน่งสมดุล โดยมีคาบและแอมพลิจูดคงตัว และมีการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลที่เวลาใด ๆ เป็นฟังก์ชันแบบไซน์ โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง มีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$\begin{aligned}x &= A \sin(\omega t + \phi) \\v &= A\omega \cos(\omega t + \phi) \\v &= \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2} \\a &= -A\omega^2 \sin(\omega t + \phi) \\a &= -\omega^2 x\end{aligned}$$

- 2) การสั่นของวัตถุติดปลายสปริง และการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายที่มีขนาดของความเร่งแปรผันตรงกับขนาดของการกระจัดจากตำแหน่งสมดุล แต่มีทิศทางตรงข้าม โดยมีคาบการสั่นของวัตถุที่ติดอยู่ที่ปลายสปริง และคาบการแกว่งของลูกตุ้มตามสมการ

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \text{ และ } T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \text{ ตามลำดับ}$$

- 3) เมื่อตั้งวัตถุที่ติดปลายสปริงออกจากตำแหน่งสมดุล แล้วปล่อยให้สั่น วัตถุจะสั่นด้วยความถี่เฉพาะตัว การตั้งลูกตุ้มออกจากแนวตั้งแล้วปล่อยให้แกว่ง ลูกตุ้มจะแกว่งด้วยความถี่เฉพาะตัวเช่นกัน ความถี่ที่มีค่าเฉพาะตัวนี้ เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติ เมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นด้วยความถี่ที่มีค่าเท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุ จะทำให้วัตถุสั่นด้วย แอมพลิจูดเพิ่มขึ้น เรียกว่า การสั่นพ้อง

2.2 สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

(พิจารณาตามหลักสูตรสถานศึกษา)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีลักษณะแบบกลับไปกลับมาซ้ำเส้นทางเดิม ใช้เวลาในการเคลื่อนที่แต่ละรอบเท่าเดิม และมีพลังงานรวมของวัตถุคงตัว ณ ทุกตำแหน่งของการเคลื่อนที่ ซึ่งการเคลื่อนที่แบบนี้ เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยการเคลื่อนที่แบบนี้จะมีคาบและแอมพลิจูดคงตัวและมีการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลที่เวลาใด ๆ เป็นฟังก์ชันแบบไซน์ ซึ่งการสั่นของวัตถุติดปลายสปริงและการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเช่นกัน

เมื่อระบบกวัดแกว่งหนึ่ง ๆ ถูกกระทำโดยแรงขับเคลื่อนภายนอกที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของระบบ แล้วทำให้แอมพลิจูดในการกวัดแกว่งของระบบนั้น ๆ เพิ่มมากขึ้น ปรากฏการณ์นี้ เรียกว่า การสั่นพ้อง ซึ่งความถี่ของแรงขับเคลื่อนที่ใช้กระตุ้นให้เกิดปรากฏการณ์นี้ เรียกว่า ความถี่สั่นพ้อง

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการวิเคราะห์ 2) ทักษะการสังเกต 3) ทักษะการสื่อสาร 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

- ใบงานที่ 1.1 เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา
- ใบงานที่ 1.2 เรื่อง เงามของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมสม่ำเสมอ
- ใบงานที่ 1.3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของลูกตุ้มอย่างง่าย
- แผนที่ความคิด เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา
- แผนที่ความคิด เรื่อง เงามของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมสม่ำเสมอ
- แผนที่ความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของลูกตุ้มอย่างง่าย
- แผนที่ความคิด เรื่อง การสั่นพ้อง

6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน (รวบยอด)	- ตรวจสอบที่ความคิด เรื่อง ระบบมวล- สปริงเบา	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
	- ตรวจสอบที่ความคิด เรื่อง เงามของวัตถุที่ เคลื่อนที่เป็นวงกลม สม่ำเสมอ	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
	- ตรวจสอบที่ความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่ายของ ลูกตุ้มอย่างง่าย	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.2 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่าย	- ตรวจสอบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	- แบบทดสอบก่อนเรียน	- ประเมินตามสภาพจริง
6.3 การประเมินระหว่างการจัด กิจกรรม 1) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่ายของลูกตุ้ม อย่างง่ายของวัตถุติด ปลายสปริง (ระบบมวล- สปริงเบา)	- ตรวจสอบใบงานที่ 1.1 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ประเมินการปฏิบัติ กิจกรรม	- ใบงานที่ 1.1 - แบบฝึกหัด - แบบประเมินการปฏิบัติ กิจกรรม	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
2) เงามของวัตถุที่ เคลื่อนที่เป็นวงกลม สม่ำเสมอ	- ตรวจสอบใบงานที่ 1.2 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.2 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
3) การเคลื่อนที่แบบฮาร์- มอนิกอย่างง่ายของลูกตุ้ม อย่างง่าย	- ตรวจสอบใบงานที่ 1.3 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ประเมินการปฏิบัติ กิจกรรม	- ใบงานที่ 1.3 - แบบฝึกหัด - แบบประเมินการปฏิบัติ กิจกรรม	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) การสั่นพ้อง	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
5) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) พฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
8) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.4 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่าย	- ตรวจสอบแบบทดสอบ หลังเรียน	- แบบทดสอบหลังเรียน	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

7. กิจกรรมการเรียนรู้

- **แผนที่ 1 : การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริง**
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 5 ชั่วโมง
 - **แผนที่ 2 : เงามของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมสม่ำเสมอ**
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 1 ชั่วโมง
 - **แผนที่ 3 : การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของลูกตุ้มอย่างง่าย**
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 4 ชั่วโมง
 - **แผนที่ 4 : การสั่นพ้อง**
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 2 ชั่วโมง
- (รวมเวลา 12 ชั่วโมง)

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
- 3) ใบงานที่ 1.1 เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา
- 4) ใบงานที่ 1.2 เรื่อง เงามของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมสม่ำเสมอ
- 5) ใบงานที่ 1.3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของลูกตุ้มอย่างง่าย
- 6) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุที่ติดปลายสปริง
- 7) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย
- 8) PowerPoint เรื่อง ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
- 9) PowerPoint เรื่อง ชนิดของคลื่น
- 10) PowerPoint เรื่อง สมบัติของคลื่น
- 11) PowerPoint เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์
- 12) PowerPoint เรื่อง ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ
- 13) PowerPoint เรื่อง ภาพที่เกิดจากกระจกเงาทรงกลม
- 14) QR Code เรื่อง ลูกตุ้มอย่างง่าย
- 15) QR Code เรื่อง การซ้อนทับของคลื่น
- 16) QR Code เรื่อง การสะท้อนของคลื่น
- 17) QR Code เรื่อง สมบัติของคลื่นเสียง
- 18) QR Code เรื่อง จุดโฟกัสของกระจกเว้าและกระจกนูน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

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

แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ที่ตำแหน่งสมมูลแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นอย่างไร
 - แรงลัพธ์มีค่าสูงสุด
 - แรงลัพธ์มีค่าต่ำสุด
 - แรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์
 - แรงลัพธ์มีค่าเท่ากับน้ำหนัก
 - แรงลัพธ์มีค่าน้อยกว่าน้ำหนัก
- การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นอย่างไร
 - เคลื่อนที่วนไปมา
 - เคลื่อนที่ในแนวตั้ง
 - เคลื่อนที่ในแนวราบ
 - เคลื่อนที่แบบไร้อากาศ
 - เคลื่อนที่กลับไปมาซ้ำทางเดิม
- ข้อใดไม่ใช่การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
 - การแกว่งของชิงช้า
 - การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา
 - การเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่
 - การแกว่งของเรือไวกกิ้งในสวนสนุก
 - การเคลื่อนที่ของวัตถุติดปลายสปริง
- แรงดึงกลับของสปริงคือแรงอะไร
 - แรงที่ใช้ในการหมุนสปริง
 - แรงที่พยายามดึงสปริงให้ยืดออก
 - แรงที่พยายามกดสปริงให้หดสั้นลง
 - แรงที่พยายามดึงสปริงกลับไปสู่ความยาวเดิม
 - แรงที่ใช้บิดสปริงให้กลับไปอยู่ในรูปทรงเดิม
- กฎที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกลับของสปริงกับระยะยืดหดของสปริงคือกฎข้อใด
 - กฎของฮุก
 - กฎของเคน
 - กฎของเฮอ
 - กฎของนิวตัน
 - กฎของสปริงเคิล
- สปริงมวลเบา ยาว 10 เซนติเมตร และมีค่าคงตัวของสปริงเป็น 100 นิวตันต่อเมตร ถ้าสปริงถูกดึงให้ยืดออกจนมีความยาวเป็น 11 เซนติเมตร จงหาแรงดึงกลับของสปริง
 - 0.1 นิวตัน
 - 0.1 นิวตัน
 - 1 นิวตัน
 - 1 นิวตัน
 - 10 นิวตัน
- ที่ตำแหน่งปลายสุดของการกวัดแกว่ง การกระจัดของวัตถุจะมีขนาดสูงสุด การกระจัดสูงสุดนี้เรียกว่าอะไร
 - สมมูล
 - อนุพันธ์
 - ฟังก์ชัน
 - แอมพลิจูด
 - ฮาร์มอนิก
- ถ้าต้องการให้ลูกตุ้มนาฬิกาแกว่งช้าลง จะต้องทำอย่างไร
 - ลดความยาวเชือก
 - เพิ่มความยาวเชือก
 - เปลี่ยนเป็นเชือกชนิดอื่น
 - ลดมวลของลูกตุ้มนาฬิกา
 - เพิ่มมวลของลูกตุ้มนาฬิกา
- การสั่นพ้องเกิดขึ้นเมื่อใด
 - เกิดขึ้นเมื่อวัตถุแกว่งกลับไปมา
 - เกิดขึ้นเมื่อวัตถุแกว่งไปมาได้การกระจัดสูงสุด
 - เกิดขึ้นเมื่อวัตถุถูกทำให้สั่นเท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุ
 - เกิดขึ้นเมื่อวัตถุถูกทำให้สั่นมากกว่าความถี่ธรรมชาติของวัตถุ
 - เกิดขึ้นเมื่อวัตถุถูกทำให้สั่นน้อยกว่าความถี่ธรรมชาติของวัตถุ
- ข้อใดเป็นผลจากปรากฏการณ์การสั่นพ้อง
 - ลูกตุ้มนาฬิกาหลุดออกจากเชือก
 - ระฆังส่งเสียงดังกังวานเมื่อถูกเคาะ
 - กระจกที่อยู่ในบริเวณที่มีเสียงดังแตก
 - พื้นถนนบริเวณที่รถบรรทุกวิ่งผ่านสั่น
 - แผ่นดินไหวเนื่องจากเปลือกโลกเคลื่อนที่

เฉลย 1. 3 2. 5 3. 3 4. 4 5. 1 6. 3 7. 4 8. 2 9. 3 10. 3

แบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ข้อใดไม่ใช่การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
 - การแกว่งของชิงช้า
 - การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา
 - การเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่
 - การแกว่งของเรือไวคิงในสวนสนุก
 - การเคลื่อนที่ของวัตถุติดปลายสปริง
- ที่ตำแหน่งสมดุลแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นอย่างไร
 - แรงลัพธ์มีค่าสูงสุด
 - แรงลัพธ์มีค่าต่ำสุด
 - แรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์
 - แรงลัพธ์มีค่าเท่ากับน้ำหนัก
 - แรงลัพธ์มีค่าน้อยกว่าน้ำหนัก
- การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นอย่างไร
 - เคลื่อนที่วนไปมา
 - เคลื่อนที่ในแนวโค้ง
 - เคลื่อนที่ในแนวราบ
 - เคลื่อนที่แบบไร้ทิศทาง
 - เคลื่อนที่กลับไปมาซ้ำทางเดิม
- ข้อใดเป็นผลจากปรากฏการณ์การสั่นพ้อง
 - ลูกตุ้มนาฬิกาหลุดออกจากเชือก
 - ระฆังส่งเสียงดังกังวานเมื่อถูกเคาะ
 - กระจกที่อยู่ในบริเวณที่มีเสียงดังแตก
 - พื้นถนนบริเวณที่รถบรรทุกวิ่งผ่านสั่น
 - แผ่นดินไหวเนื่องจากเปลือกโลกเคลื่อนที่
- ถ้าต้องการให้ลูกตุ้มนาฬิกาแกว่งช้าลง จะต้องทำอย่างไร
 - ลดความยาวเชือก
 - เพิ่มความยาวเชือก
 - เปลี่ยนเป็นเชือกชนิดอื่น
 - ลดมวลของลูกตุ้มนาฬิกา
 - เพิ่มมวลของลูกตุ้มนาฬิกา
- การสั่นพ้องเกิดขึ้นเมื่อใด
 - เกิดขึ้นเมื่อวัตถุแกว่งกลับไปมา
 - เกิดขึ้นเมื่อวัตถุแกว่งไปมาได้การกระจัดสูงสุด
 - เกิดขึ้นเมื่อวัตถุถูกทำให้สั่นเท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุ
 - เกิดขึ้นเมื่อวัตถุถูกทำให้สั่นมากกว่าความถี่ธรรมชาติของวัตถุ
 - เกิดขึ้นเมื่อวัตถุถูกทำให้สั่นน้อยกว่าความถี่ธรรมชาติของวัตถุ
- สปริงมวลเบา ยาว 10 เซนติเมตร และมีค่าคงตัวของสปริงเป็น 100 นิวตันต่อเมตร ถ้าสปริงถูกดึงให้ยืดออกจนมีความยาวเป็น 11 เซนติเมตร จงหาแรงดึงกลับของสปริง
 - 0.1 นิวตัน
 - 0.1 นิวตัน
 - 1 นิวตัน
 - 1 นิวตัน
 - 10 นิวตัน
- ที่ตำแหน่งปลายสุดของการกวัดแกว่ง การกระจัดของวัตถุจะมีขนาดสูงสุด การกระจัดสูงสุดนี้เรียกว่าอะไร
 - สมดุล
 - อนุพันธ์
 - ฟังก์ชัน
 - แอมพลิจูด
 - ฮาร์มอนิก
- กฎที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกลับของสปริงกับระยะยืดหดของสปริงคือกฎในข้อใด
 - กฎของฮุก
 - กฎของเคน
 - กฎของเซอ
 - กฎของนิวตัน
 - กฎของสปริงเคิล
- แรงดึงกลับของสปริงคือแรงอะไร
 - แรงที่ใช้ในการหมุนสปริง
 - แรงที่พยายามดึงสปริงให้ยืดออก
 - แรงที่พยายามกดสปริงให้หดสั้นลง
 - แรงที่พยายามดึงสปริงกลับไปสู่ความยาวเดิม
 - แรงที่ใช้บิดสปริงให้กลับไปอยู่ในรูปทรงเดิม

เฉลย 1. 3 2. 3 3. 5 4. 3 5. 2 6. 3 7. 3 8. 4 9. 1 10. 4

แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) แผนฯ ที่ 1-4

แบบประเมินผลงานแผนที่ความคิด

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความตรงต่อเวลา				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์ประเมินแผนที่ความคิด

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ผลงานตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ผลงานมีความถูกต้องสมบูรณ์	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่และเป็นระบบ	ผลงานมีแนวคิดแปลกใหม่แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีความแปลกใหม่	ผลงานไม่แสดงแนวคิดใหม่
4. ผลงานมีความเป็นระเบียบ	ผลงานมีความเป็นระเบียบแสดงออกถึงความประณีต	ผลงานส่วนใหญ่มีความเป็นระเบียบ แต่ยังมีข้อบกพร่องเล็กน้อย	ผลงานมีความเป็นระเบียบแต่มีข้อบกพร่องบางส่วน	ผลงานส่วนใหญ่ไม่เป็นระเบียบและมีข้อบกพร่องมาก

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-16	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม แผนฯ ที่ 1 และ 3

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	การปฏิบัติการทำกิจกรรม				
2	ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติกิจกรรม				
3	การบันทึก สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การปฏิบัติกิจกรรม	ทำกิจกรรมตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง	ทำกิจกรรมตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง แต่อาจต้องได้รับคำแนะนำบ้าง	ต้องให้ความช่วยเหลือบ้างในการทำกิจกรรม และใช้อุปกรณ์	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการทำกิจกรรม และใช้อุปกรณ์
2. ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติกิจกรรม	มีความคล่องแคล่วในขณะทำกิจกรรมโดยไม่ต้องได้รับคำชี้แนะ และทำกิจกรรมเสร็จทันเวลา	มีความคล่องแคล่วในขณะทำกิจกรรมแต่ต้องได้รับคำแนะนำบ้าง และทำกิจกรรมเสร็จทันเวลา	ขาดความคล่องแคล่วในขณะทำกิจกรรมจึงทำกิจกรรมเสร็จไม่ทันเวลา	ทำกิจกรรมเสร็จไม่ทันเวลา และทำอุปกรณ์เสียหาย
3. การบันทึก สรุป และนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม	บันทึกและสรุปผลการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง รัดกุม นำเสนอผลการทำกิจกรรมเป็นขั้นตอนชัดเจน	บันทึกและสรุปผลการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง แต่การนำเสนอผลการทำกิจกรรมยังไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำแนะนำในการบันทึก สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึก สรุป และนำเสนอผลการทำกิจกรรม

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10-12	ดีมาก
7-9	ดี
4-6	พอใช้
0-3	ปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	ความคิดสร้างสรรค์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	การนำไปใช้ประโยชน์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	การตรงต่อเวลา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดง ความคิดเห็น			การยอมรับฟัง คนอื่น			การทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมาย			ความมีน้ำใจ			การมี ส่วนร่วมใน การปรับปรุง ผลงานกลุ่ม			รวม 15 คะแนน	
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยืนตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง และเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อฟังคำสั่งสอนของบิดา-มารดา โดยไม่โต้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

- พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51-60	ดีมาก
41-50	ดี
30-40	พอใช้
ต่ำกว่า 30	ปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริง

เวลา 5 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของระบบมวล-สปริงเบาหรือวัตถุติดปลายสปริงได้ (K)
2. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของระบบมวล-สปริงเบาหรือวัตถุติดปลายสปริงได้ (K)
3. ปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุที่ติดปลายสปริงได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน (P)
3. มีความใฝ่เรียนรู้ และมีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A)

3. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
<p>- การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่กลับไปกลับมาซ้ำรอยเดิมผ่านตำแหน่งสมดุล โดยมีคาบและแอมพลิจูดคงตัว และมีการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลที่เวลาใด ๆ เป็นฟังก์ชันแบบไซน์ โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง มีความสัมพันธ์ตามสมการ</p> $x = A \sin(\omega t + \phi)$ $v = A\omega \cos(\omega t + \phi)$ $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$ $a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \phi)$ $a = -\omega^2 x$	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีลักษณะแบบกลับไปกลับมาซ้ำเส้นทางเดิม ใช้เวลาในการเคลื่อนที่แต่ละรอบเท่าเดิม และมีพลังงานรวมของวัตถุคงตัว ณ ทุกตำแหน่งของการเคลื่อนที่ ซึ่งการเคลื่อนที่แบบนี้ เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยการเคลื่อนที่แบบนี้จะมีคาบและแอมพลิจูดคงตัว และมีการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลที่เวลาใด ๆ เป็นฟังก์ชันแบบไซน์

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร	1. มีวินัย
2. ความสามารถในการคิด	2. ใฝ่เรียนรู้
1) ทักษะการสังเกต	3. ซื่อสัตย์ สุจริต

2) ทักษะการสื่อสาร 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	4. มุ่งมั่นในการทำงาน
--	-----------------------

6. กิจกรรมการเรียนรู้

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

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเป็นรายบุคคลก่อนเข้าสู่กิจกรรม
3. ครูให้นักเรียนพิจารณาลักษณะการเคลื่อนที่ของชิงช้าและชักชวนนักเรียนให้ร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีลักษณะคล้ายกับชิงช้า โดยให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างวัตถุที่มีลักษณะการเคลื่อนที่คล้ายกับชิงช้ามีอะไรบ้าง
4. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยถามคำถาม Big Question จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 1 ว่า “เครื่องเคาะจังหวะมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร” โดยให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามอย่างอิสระโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
 (แนวตอบ : เครื่องเคาะจังหวะมีลักษณะการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำเส้นทางเดิม ใช้เวลาในการเคลื่อนไปกลับในแต่ละรอบเท่าเดิม)
5. ครูถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถาม Big Question จากหนังสือเรียนฯ ดังนี้
 - ถ้าต้องการให้ลูกตุ้มนาฬิกาแกว่งช้าลงต้องทำอย่างไร
 (แนวตอบ: เพิ่มความยาวเชือก)
 - เพราะเหตุใดกระจกที่อยู่ในบริเวณที่มีเสียงดังจึงแตก
 (แนวตอบ : เสียงมีความถี่ตรงกับความถี่ในการสั่นของโมเลกุลในกระจก ทำให้โมเลกุลเกิดการกวัดแกว่งด้วยความถี่สูงสุดจนทำให้กระจกแตก)
6. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบความเข้าใจก่อนเรียนจาก Understanding Check จากหนังสือเรียนฯ โดยบันทึกลงในสมุดประจำตัว
7. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนฯ เพื่อเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนและตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ของนักเรียนว่า “ลูกตุ้มนาฬิกามีลักษณะการเคลื่อนที่อย่างไร”
 (แนวตอบ : ลูกตุ้มนาฬิกามีลักษณะการเคลื่อนที่แบบแกว่งกลับไปกลับมาซ้ำแนวเส้นทางเดิมและใช้เวลาในการแกว่งแต่ละรอบเท่าเดิม)
8. ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าจะได้ศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูการเปิดคลิปลิววิดีโอที่เกี่ยวกับเครื่องเคาะจังหวะ (Metronome) ให้นักเรียนดูเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เช่น คลิปลิววิดีโอ เรื่อง Wittner Metronome Piano Music with Bell จาก [www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=zzcbzubxFcY) (<https://www.youtube.com/watch?v=zzcbzubxFcY>)
2. เมื่อดูคลิปลิววิดีโอจบแล้วครูถามคำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนว่า “การเคลื่อนที่ของเครื่องเคาะจังหวะมีลักษณะเป็นอย่างไร และเรียกการเคลื่อนที่นั้นว่าอะไร” โดยตกลงร่วมกันว่าเมื่อนักเรียนศึกษาเรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แล้วจะสามารถตอบคำถามได้
3. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนที่นั่งใกล้กันแล้วให้นักเรียนร่วมกันศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จากหนังสือเรียนฯ หรือจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต จากนั้นร่วมกันสรุปความที่ศึกษาได้ในสมุดประจำตัว
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูทบทวนคำถามกระตุ้นกับนักเรียนที่ได้ถามไปแล้วอีกครั้ง แล้วขออาสาสมัครให้มาเขียนคำตอบบนกระดาน หน้าชั้นเรียน
2. ครูตรวจสอบคำตอบของนักเรียน แล้วนำให้นักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและลักษณะของการเคลื่อนที่ เพื่อเป็นการสรุปความเข้าใจของนักเรียนให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนเขียนแผนที่ความคิด (Mind Mapping) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ลงในสมุดประจำตัว เป็นการบ้านส่งครูในชั่วโมงถัดไป
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงานรวบยอด)

ชั่วโมงที่ 2

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูชักชวนนักเรียนให้ร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเครื่องเคาะจังหวะว่ามีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร และถามคำถามกระตุ้นนักเรียนว่า “การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นอย่างไร”
(แนวตอบ : การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีลักษณะแบบกลับไปกลับมาซ้ำเส้นทางเดิม ใช้เวลาในการเคลื่อนที่แต่ละรอบเท่าเดิม และมีพลังงานรวมของวัตถุคงตัว ณ ทุกตำแหน่งของการเคลื่อนที่)
2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนศึกษา เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา และกฎของฮุก จากหนังสือเรียนฯ
3. ครูแนะนำให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกฎของฮุก จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น อินเทอร์เน็ต โดยเน้นย้ำถึงให้พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกลับกับระยะยืดหดของสปริงที่จะนำไปสู่การสรุปเป็นกฎของฮุก
4. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน คละกันตามความสามารถ คือ เก่ง ปานกลางค่อนข้างเก่ง ปานกลางค่อนข้างอ่อน และอ่อน แล้วให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มผลัดกันเล่าถึงข้อมูลที่ตนเองได้ศึกษามา
5. ครูให้แต่ละกลุ่มอภิปรายข้อมูลที่ได้มาร่วมกันแล้วสรุปเป็นผลการศึกษาข้อมูลประจำกลุ่ม
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

6. ครูสุ่มตัวแทนกลุ่มของแต่ละกลุ่ม ออกมานำเสนอผลการศึกษาหน้าชั้นเรียนและร่วมกันอภิปรายของกลุ่มตนเองให้เพื่อน ๆ และครูฟังหน้าชั้นเรียน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอผลงาน)
7. ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มกำลังนำเสนอ ครูอาจเสนอแนะหรือแทรกข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องนั้น ๆ ให้นักเรียนทุกคนได้มีความเข้าใจที่ตรงกันมากยิ่งขึ้น
8. ครูชักชวนให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาภาพการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงที่วางบนพื้นไร้แรงเสียดทาน ในหนังสือเรียนฯ
9. ครูอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุในภาพไปที่ละช่วง โดยมีแนวทางการอธิบายว่า เมื่อถึงวัตถุออกไประยะหนึ่งแล้วปล่อยสปริงจะดึงวัตถุให้กลับสู่ตำแหน่งสมดุล และเนื่องจากวัตถุมีโมเมนตัม วัตถุจะไถลผ่านตำแหน่งสมดุลและกดอัดสปริงจนกระทั่งหยุดเคลื่อนที่ สปริงก็จะผลักลับไปยังตำแหน่งสมดุลอีกครั้ง
10. ครูให้นักเรียนกลับสู่กลุ่มเดิมตามที่ได้เคยแบ่งไว้ แล้วให้แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเกี่ยวกับปริมาณที่เกิดจากการที่วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง) โดยศึกษาจากหนังสือเรียนฯ หรือจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต
11. ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับเรื่องที่ได้ศึกษา จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ลงในสมุดประจำตัว เพื่อนำส่งครูท้ายชั่วโมง

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอผลการศึกษาหน้าชั้นเรียน โดยสุ่มออกมาเพียง 3 กลุ่ม ซึ่งครูเป็นคนเลือกว่าจะให้กลุ่มไหนนำเสนอเรื่องอะไร ตามหัวข้อเรื่อง ดังต่อไปนี้
 - ผลเฉลยของสมการการกระจัด
 - ความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
 - ความเร่งของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
 - กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง ความเร็ว ความเร่ง กับเวลาการเคลื่อนที่ฯ
2. ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มกำลังนำเสนอ ครูอาจเสนอแนะหรือแทรกข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องนั้น ๆ ให้นักเรียนทุกคนได้มีความเข้าใจที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ชั่วโมงที่ 3-4

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูถามคำถามเพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนว่า “การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดกลับปลายลวดสปริงมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร”
(แนวตอบ : มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย)
2. ครูให้นักเรียนนับจำนวน 1-5 วนไปเรื่อย ๆ จนครบทุกคน เพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยคนที่นับจำนวนเดียวกันให้อยู่กลุ่มเดียวกัน
3. ครูแจ้งจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุที่ติดปลายสปริง
4. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือมาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

สมาชิกคนที่ 1-2 ทำหน้าที่เตรียมวัสดุอุปกรณ์

สมาชิกคนที่ 3-4 ทำหน้าที่อ่านวิธีการทำกิจกรรม และนำมาอธิบายให้สมาชิกภายในกลุ่มฟัง

สมาชิกคนที่ 5 ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม)

5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมกิจกรรม การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุที่ติดปลายสปริง ตามขั้นตอนในหนังสือเรียนฯ

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอผลการทำกิจกรรม โดยในระหว่างที่นักเรียนนำเสนอครูคอยให้ข้อเสนอแนะ และข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามท้ายกิจกรรมโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบร่วมกัน
3. ครูสุ่มเลือกนักเรียน 2-3 กลุ่ม ให้ออกมานำเสนอคำตอบของกลุ่มตนเอง เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของกลุ่มตนเองเรียบร้อยแล้ว ครูนำสรุปผลการทำกิจกรรมและเฉลยคำถามท้ายกิจกรรม โดยในระหว่างที่ครูนำสรุปครูควรกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการร่วมกันสรุปผลให้มากที่สุด

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูตั้งประเด็นคำถามเพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิมว่า “ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายสามารถแสดงได้ด้วยสมการที่เป็นฟังก์ชันแบบใด และมีสมการใดบ้าง”

(แนวตอบ : สามารถแสดงได้ด้วยสมการที่เป็นฟังก์ชันแบบไซน์ โดยมีสมการ ดังนี้ $x = A \sin(\omega t + \phi)$

$v = A\omega \cos(\omega t + \phi)$ และ $a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \phi)$)

2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน ร่วมกันศึกษาตัวอย่างที่ 1.2-1.4 จากหนังสือเรียนฯ แล้วพูดคุยกอภิปรายถึงคำตอบที่ได้

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียนบางคู่ออกมาแสดงวิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ที่ได้ร่วมกันศึกษาและอภิปรายผลหน้าชั้นเรียน
2. ครูแจกใบงานที่ 1.1 เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา ให้นักเรียน
3. นักเรียนแต่ละคนศึกษาและลงมือทำใบงานที่ 1.1 เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา โดยครูคอยสังเกตการณ์และชี้แนะให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา แล้วรวบรวมส่งคืนครูท้ายชั่วโมง

ชั่วโมงที่ 5

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูนำนักเรียนอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ดังนี้
การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่กลับไปกลับมาซ้ำรอยเดิมผ่านตำแหน่งสมดุล โดยมีคาบและแอมพลิจูดคงตัว และมีการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลที่เวลาใด ๆ เป็นฟังก์ชันแบบไซน์ โดยปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง มีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$x = A \sin(\omega t + \phi)$$

$$v = A\omega \cos(\omega t + \phi)$$

$$v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$$

$$a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \phi)$$

$$a = -\omega^2 x$$

2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น โดยที่ครูอาจจะใช้ PowerPoint เรื่อง ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ช่วยในการอธิบาย
3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจาก Topic Question เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา ข้อ 1.-2. จากหนังสือเรียนฯ ลงในสมุดประจำตัว แล้วส่งครูท้ายชั่วโมง
5. ครูมอบหมายให้นักเรียนเขียนแผนที่ความคิด (Mind Mapping) เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา จากแบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 1 เป็นการบ้านส่งในชั่วโมงถัดไป

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจก่อนเรียนของนักเรียน
2. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบความเข้าใจก่อนเรียนจาก Understanding Check ในสมุดประจำตัว
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.1 เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา
4. ครูตรวจแบบฝึกหัดจาก Topic Question เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา ในสมุดประจำตัว
5. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัด เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา จากแบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 1
6. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล และการทำงานกลุ่ม
7. ครูวัดและประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรม การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุที่ติดปลายสปริง ที่นักเรียนได้ปฏิบัติในชั้นสำรวจความรู้
8. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานแผนที่ความคิด (Mind Mapping) เรื่อง ระบบมวล-สปริงเบา ที่นักเรียนได้สร้างขึ้น จากชิ้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	- ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน	- แบบทดสอบก่อนเรียน	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
7.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) ระบบมวล-สปริงเบา	- ตรวจใบงานที่ 1.1 - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจแผนที่ความคิด	- ใบงานที่ 1.1 - แบบฝึกหัด - สมุดประจำตัว	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) กิจกรรมการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุที่ติดปลายสปริง	- ประเมินการปฏิบัติกิจกรรม	- แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

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

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
- 2) แบบฝึกหัด รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
- 3) ใบงานที่ 1.1 เรื่อง ระบบ-มวลสปริงเบา
- 4) PowerPoint เรื่อง ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

8.2 แหล่งการเรียนรู้

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

ใบงานที่ 1.1

เรื่อง ระบบ-มวลสปริงเบา

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์ของโจทย์ต่อไปนี้

กล่องมวล 1.00 กิโลกรัม ผูกติดกับสปริงที่มีค่าคงตัว 25.0 นิวตันต่อเมตร กวัดแกว่งบนพื้นไร้แรงเสียดทาน เมื่อพิจารณาที่เวลา $t=0$ พบว่า กล่องถูกปล่อยจากอยู่นิ่งที่ตำแหน่ง $x = -3.00$ เซนติเมตร

ก) จงหาคาบของการเคลื่อนที่ของกล่อง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข) จงหาอัตราเร็วสูงสุดของกล่อง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ค) จงหาอัตราเร่งสูงสุดของกล่อง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ง) จงหาตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งเป็นฟังก์ชันของเวลา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำชี้แจง : แสดงวิธีคำนวณหาผลลัพธ์ของโจทย์ต่อไปนี้

กล่องมวล 1.00 กิโลกรัม ผูกติดกับสปริงที่มีค่าคงตัว 25.0 นิวตันต่อเมตร กวัดแกว่งบนพื้นไร้แรงเสียดทาน เมื่อพิจารณาที่เวลา $t=0$ พบว่า กล่องถูกปล่อยจากอยู่หนึ่งที่ตำแหน่ง $x = -3.00$ เซนติเมตร

ก) จงหาคาบของการเคลื่อนที่ของกล่อง

วิธีทำ คำนวณหาความถี่เชิงมุมของกล่อง

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad \omega &= \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}} \\ \omega &= \sqrt{\frac{25.0}{1.00}} = 5.00 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

คำนวณหาคาบของการเคลื่อนที่ของกล่อง

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5.00} = 1.26 \text{ s}$$

ดังนั้น คาบของการเคลื่อนที่ของกล่องเท่ากับ 1.26 วินาที

ข) จงหาอัตราเร็วสูงสุดของกล่อง

วิธีทำ จากโจทย์ จะได้ว่า แอมพลิจูด (A) = 3.00×10^{-2} เมตร

คำนวณหาอัตราเร็วสูงสุดของกล่อง

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad v_{\max} &= \omega A \\ v_{\max} &= (5.00)(3.00 \times 10^{-2}) = 0.150 \text{ m/s} \end{aligned}$$

ดังนั้น อัตราเร็วสูงสุดของกล่องเท่ากับ 0.150 เมตรต่อวินาที

ค) จงหาอัตราเร่งสูงสุดของกล่อง

วิธีทำ คำนวณหาอัตราเร่งสูงสุดของกล่อง

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad a_{\max} &= \omega^2 A \\ a_{\max} &= (5.00)^2(3.00 \times 10^{-2}) = 0.750 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

ดังนั้น อัตราเร่งสูงสุดของกล่องเท่ากับ 0.750 เมตรต่อวินาที²

ง) จงหาตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งเป็นฟังก์ชันของเวลา

วิธีทำ สมการตำแหน่ง (x) ความเร็ว (v) และความเร่ง (a) เป็นฟังก์ชันของเวลา สามารถแสดงได้ ดังสมการ

$$\begin{aligned} x &= A \sin(\omega t + \phi) \\ v &= A\omega \cos(\omega t + \phi) \\ a &= -A\omega^2 \sin(\omega t + \phi) \end{aligned}$$

ดังนั้น ตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งเป็นฟังก์ชันของเวลา แสดงได้ ดังสมการ

$$\begin{aligned} x &= -(3.00 \times 10^{-2} \text{ m}) \sin(5.00t) \\ v &= (0.150 \text{ m/s}) \cos(5.00t) \\ a &= -(0.750 \text{ m/s}^2) \sin(5.00t) \end{aligned}$$

9. ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ

(.....)

ตำแหน่ง

10. บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้
.....
.....
- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
.....
.....
- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
.....
.....
- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์
.....
.....
- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))
.....
.....

- ปัญหา/อุปสรรค
.....
.....
- แนวทางการแก้ไข
.....
.....