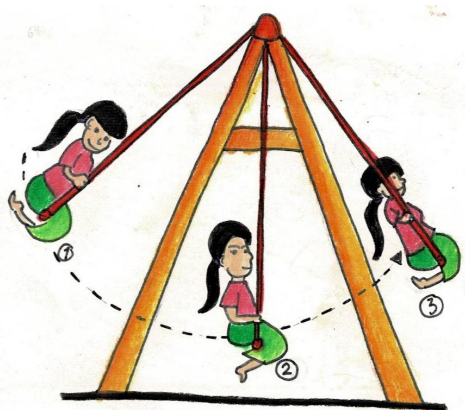


แบบฝึกทักษะ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่
ชุดที่ 5 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัสวิชา ว31105
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



นางสาวประศรี ใจสว่าง
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนศรีตรังวิทยาคม อำเภออุซัน จังหวัดศรีสะเกษ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551



คำนำ

แบบฝึกทักษะ เรื่อง การเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัสวิชา ว31105 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ชุดที่ 5 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เป็นแบบฝึกทักษะที่จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีการสร้างและพัฒนาตามกรอบและแนวทางของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ซึ่งมีการปรับปรุงในการมุ่งเน้นรายวิชาพื้นฐานในกลุ่มที่เน้นวิทยาศาสตร์และกลุ่มที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ต่อการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ จะช่วยเสริมสร้างความรู้ทักษะ/กระบวนการและยังปลูกฝังคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ดีให้กับนักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหาและประเมินผลการเรียนได้ด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ได้เรียนรู้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล

แบบฝึกทักษะ เรื่อง การเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัสวิชา ว31105 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยแบบฝึกทักษะและคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะ 5 เล่ม ดังนี้

ชุดที่ 1 การเคลื่อนที่แนวตรง

ชุดที่ 2 การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว

ชุดที่ 3 การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์

ชุดที่ 4 การเคลื่อนที่แบบวงกลม

ชุดที่ 5 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

แบบฝึกทักษะชุดที่ 5 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เล่มนี้ คงจะเป็นประโยชน์ต่อผู้นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัสวิชา ว31105 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับกลุ่มนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์และกลุ่มที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผู้เรียนจะมีความรู้ ความเข้าใจในการคำนวณ สามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้อง พัฒนาทักษะกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล เชื่อมโยงความรู้ได้ ซึ่งเป็นพื้นฐานการคำนวณ ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และนำกลับไปทบทวนฝึกฝนด้วยตนเองที่บ้านโดยไม่จำกัดเวลา เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สามารถอำนวยความสะดวกต่อการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและส่งผลต่อการพัฒนาผู้เรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้

ประศรี ใจสว่าง



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	๒
คำชี้แจงเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ.....	1
คำแนะนำสำหรับนักเรียน.....	3
บทบาทของนักเรียน.....	4
แผนผังลำดับการใช้แบบฝึกทักษะ.....	5
ตัวชี้วัด.....	6
สาระสำคัญ/สาระการเรียนรู้.....	7
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	8
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน.....	10
ใบความรู้.....	11
ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา.....	22
กิจกรรมการทดลอง.....	23
แบบฝึกทักษะ.....	25
แบบทดสอบหลังเรียน.....	28
กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน.....	30
บรรณานุกรม.....	31
ภาคผนวก.....	32
เฉลยแบบฝึกทักษะ.....	33
ตารางบันทึกคะแนนแบบฝึกทักษะ.....	39
เกณฑ์การให้คะแนนแบบฝึกทักษะ.....	40
แบบบันทึกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	41



คำชี้แจง

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว31105 จำนวนทั้งหมด 5 ชุด สำหรับชุดนี้เป็นแบบฝึกทักษะชุดที่ 5 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยมีคำชี้แจงสำหรับครู ดังนี้

1. ใช้แบบฝึกทักษะชุดที่ 5 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จัดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
2. ครูต้องชี้แจงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ ตั้งแต่ต้นจนจบให้นักเรียน เข้าใจก่อนดำเนินการ กิจกรรมต่าง ๆ
3. ขณะปฏิบัติกิจกรรม ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้อย่างตั้งใจ และเปิดโอกาส ให้นักเรียนซักถาม ข้อสงสัยในเนื้อหาที่ไม่เข้าใจ และครูอธิบายเพิ่มเติมอย่างใกล้ชิด
4. หากผู้เรียนบางคนเรียนไม่ทัน หรือขาดเรียนอาจมอบหมายงานหรือเอกสารให้ศึกษาเพิ่มเติมนอก เวลาได้
5. การตรวจนับคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ใช้เกณฑ์ร้อยละ 75 ถ้านักเรียนทำคะแนนได้น้อยกว่า ร้อยละ 75 ควรให้คำแนะนำหรือจัดสอนซ่อมเสริม

แบบฝึกทักษะ เรื่อง การเคลื่อนที่ รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัสวิชา ว31105 สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับนักเรียนกลุ่มที่เน้นวิทยาศาสตร์และกลุ่มที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย แบบฝึกทักษะย่อย จำนวน 5 ชุด และจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในแต่ละชุด ดังนี้

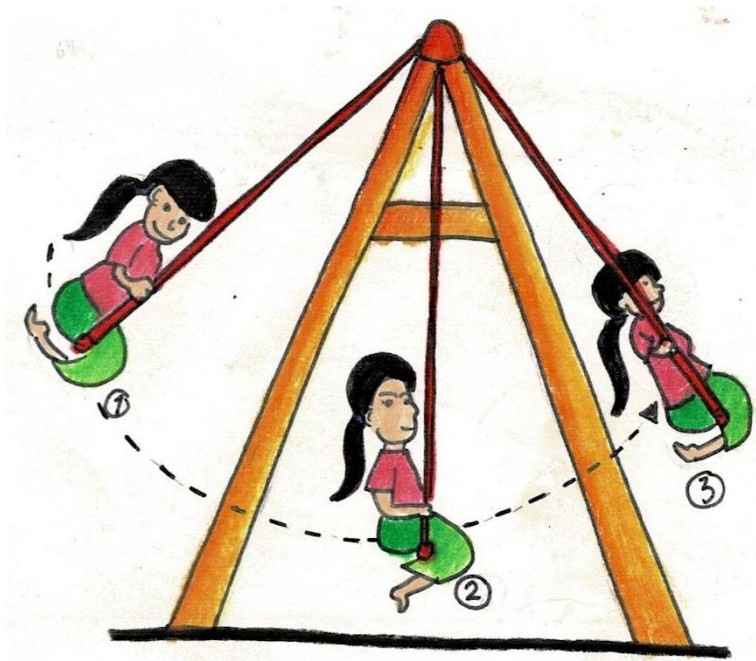
ชุดที่ 1 การเคลื่อนที่แนวตรง	จำนวน 4 ชั่วโมง
ชุดที่ 2 การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว	จำนวน 4 ชั่วโมง
ชุดที่ 3 การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	จำนวน 4 ชั่วโมง
ชุดที่ 4 การเคลื่อนที่แบบวงกลม	จำนวน 4 ชั่วโมง
ชุดที่ 5 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	จำนวน 4 ชั่วโมง

แบบฝึกทักษะที่ 5 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีเอกสารและสื่อประกอบการเรียน การสอน ดังนี้



ชุดที่ 5 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1. เอกสารและสื่อประกอบการสอนสำหรับครู ดังนี้
 - แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 ชั่วโมง
 - แบบฝึกทักษะ ชุดที่ 5 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จำนวน 1 ชุด
2. เอกสารและสื่อประกอบการเรียนสำหรับนักเรียน ดังนี้
 - คำแนะนำการใช้แบบฝึกทักษะ
 - สำคัญ/สาระการเรียนรู้และตัวชี้วัด
 - แบบทดสอบก่อนเรียน/กระดาษคำตอบ
 - ใบความรู้
 - กิจกรรมการทดลอง
 - แบบฝึกทักษะ
 - แบบทดสอบหลังเรียน



คำแนะนำสำหรับนักเรียน

แบบฝึกทักษะ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัสวิชา ว31105 สำหรับ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ฉบับนี้ นักเรียนจะต้องศึกษาคำชี้แจงให้เข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติ ดังนี้

1. ศึกษาคำชี้แจง บทบาทนักเรียน ขั้นตอนการเรียนรู้ สารการเรียนรู้และตัวชี้วัดให้เข้าใจ
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยตอบลงในกระดาษคำตอบ
3. ตรวจคำตอบ
4. ศึกษาแบบฝึกทักษะและทำกิจกรรมตามขั้นตอน
5. ศึกษาใบความรู้ให้เข้าใจ
6. ทำแบบฝึกทักษะ เพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจ
7. ศึกษาจากใบความรู้ แบบฝึกทักษะ เมื่อไม่เข้าใจให้ถามครูผู้สอนได้
8. ทำแบบทดสอบหลังเรียน
9. นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงในเรื่องถัดไป

เข้าใจแล้วค่ะ

เข้าใจไหมคะ



บทบาทของนักเรียน

1. นำเอกสารประกอบการเรียนการสอนที่ครูแจกให้มาใช้ในการเรียนทุกครั้ง
2. ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนที่ครูผู้สอนกำหนดไว้
3. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมต่างๆด้วยความสนใจและเอาใจใส่
4. เข้าเรียนสม่ำเสมอ ไม่หลบเรียน ไม่ขาดเรียน เมื่อมีเหตุสุดวิสัยต้องขาดเรียนให้ซ่อมเสริมด้วยการศึกษาเอกสารประกอบการเรียน และแหล่งเรียนรู้อื่นๆ
5. เมื่อพบปัญหาใดๆ เช่น ไม่เข้าใจในบทเรียน เรียนไม่ทันเพื่อนหรือทดสอบย่อยไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ให้ไปศึกษาจากเอกสารประกอบการเรียนหรือขอคำปรึกษาและคำแนะนำจากครูผู้สอน



ขั้นตอนการเรียนรู้ ชุดที่ 5
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1. ศึกษาคำแนะนำ



2. ทำแบบทดสอบ



3. ศึกษาแบบฝึกทักษะโดยปฏิบัติการ ดังนี้
3.1 กิจกรรมการทดลอง
3.2 ศึกษาใบความรู้
3.3 ทำใบงาน/แบบฝึกทักษะ



4. ทำแบบทดสอบหลังเรียน



5. ผ่านเกณฑ์ (75%)



7. ศึกษาแบบฝึกทักษะชุดต่อไป



6. ไม่ผ่านเกณฑ์ (75%)



ตัวชี้วัด

ว2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ม.4-5/5 สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีผลต่อการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิกอย่างง่าย

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถสังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิกอย่างง่าย
2. นักเรียนสามารถทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิกอย่างง่าย
3. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิกอย่างง่ายไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. ความสามารถในการสื่อสาร
 - ทักษะการเขียนรายงาน
 - ทักษะการพูด present
2. ความสามารถในการคิด
 - ทักษะการคิดวิเคราะห์
 - ทักษะการคิดสังเคราะห์
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
 - กระบวนการทำงานกลุ่ม
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
 - ทักษะการใช้อุปกรณ์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

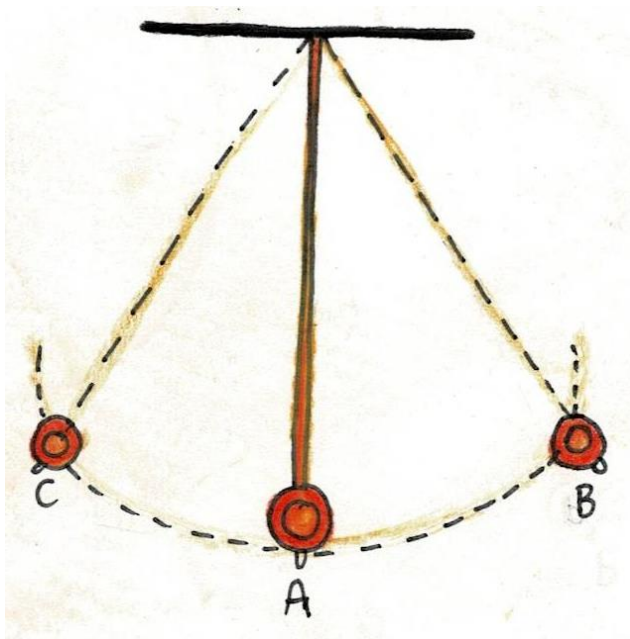
1. มีความตรงต่อเวลา
2. มีระเบียบวินัย ปฏิบัติงานได้ถูกต้อง เรียบร้อย
3. มีความรับผิดชอบ ปฏิบัติงานสำเร็จ ทันเวลา
4. มีความตั้งใจ และกระตือรือร้นในการเรียนและการทำกิจกรรม
5. ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่ที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิม โดยมุมที่เบนออกจากแนวตั้งมากที่สุดเท่าเดิมตลอดเวลา (แอมพลิจูดคงตัวตลอดเวลา) ความเร่งแปรผันตรงกับการกระจัด แต่ทิศทางตรงกันข้าม ยกตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก เช่น การเคลื่อนที่ของชิงช้า การสั่นของสายกีตาร์ การเคลื่อนที่ของลูกตุ้มนาฬิกา เป็นต้น

สาระการเรียนรู้

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย



นี่คือการแกว่งแบบลูกตุ้มนาฬิกา



แบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำสั่ง จงเลือกกากบาท (X) ตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) การเคลื่อนที่แบบสั่น จะเรียกว่าเป็น ฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อมีแอมพลิจูดคงตัว
- 2) การเคลื่อนที่แบบสั่น จะเรียกว่าเป็น ฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อมีความถี่คงตัว
- 3) การเคลื่อนที่แบบสั่น จะเรียกว่าเป็น ฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อมีความเร็วคงตัว

ข้อความที่ถูกต้องคือ

- ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

2. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อความเร็วต่ำสุด ความเร่งจะมีค่ามากที่สุด
- 2) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อความเร็วต่ำสุด การกระจัดจะมีค่ามากที่สุด
- 3) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย คาบและความถี่ไม่ขึ้นอยู่กับช่วงกว้างของการเคลื่อนที่

ข้อความที่ถูกต้องคือ

- ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

3. ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้อง

- 1) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย อัตราส่วนระหว่างการกระจัดกับมวลของวัตถุจะมีค่าคงที่เสมอ
- 2) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย วัตถุจะมีความเร็วสูงสุด ขณะที่วัตถุได้รับแรงมากที่สุด
- 3) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อการกระจัดมีค่ามากที่สุด ความเร่งจะมีค่ามากที่สุดด้วย

- ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

4. สมการ การกระจัดของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็น $x = 2 \cos 12t$ ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้อง

- ก. แอมพลิจูด = 12 หน่วย ข. อัตราเร็วสูงสุด = 24 หน่วย
 ค. อัตราเร็วเชิงมุม = 2 หน่วย ง. ความเร่งสูงสุด = 72 หน่วย

5. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย พบว่าเฟสของการกระจัดและของความเร็วมีความต่างกันอยู่เท่าใด

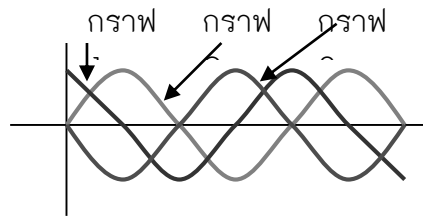
- ก. 0 ข. $\frac{\pi}{2}$ ค. $\frac{3\pi}{4}$ ง. π

6. วัตถุหนึ่งมีการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ได้ ความเร่งสูงสุดและความเร็วสูงสุดเท่ากับ 54 เมตรต่อวินาที² และ 6 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ จงหาอัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุนี้เป็นกี่เรเดียนต่อวินาที

- ก. 324 ข. 60 ค. 9 ง. $\frac{1}{3}$

7. กำหนดให้กราฟฟังก์ชันของเวลาของการเคลื่อนที่แบบ SHM ดังรูป ข้อใด คือ กราฟ การกระจัด ความเร็ว ความเร่ง กับเวลา ตามลำดับ

- ก. กราฟ 1 , กราฟ 2 , กราฟ 3
- ข. กราฟ 2 , กราฟ 1 , กราฟ 3
- ค. กราฟ 3 , กราฟ 2 , กราฟ 1
- ง. กราฟ 1 , กราฟ 3 , กราฟ 2



8. รถมวล 490 กรัม ติดกับปลายสปริง เมื่อดึงด้วยแรง 5 นิวตัน ในทิศขนานกับพื้น สปริงจะยืดออก 20 เซนติเมตร เมื่อปล่อย รถจะเคลื่อนที่กลับไปมา บนพื้นเกลี้ยงด้วยความถี่เท่าใด

- ก. 0.11 Hz ข. 0.44 Hz ค. 1.13 Hz ง. 4.40 Hz

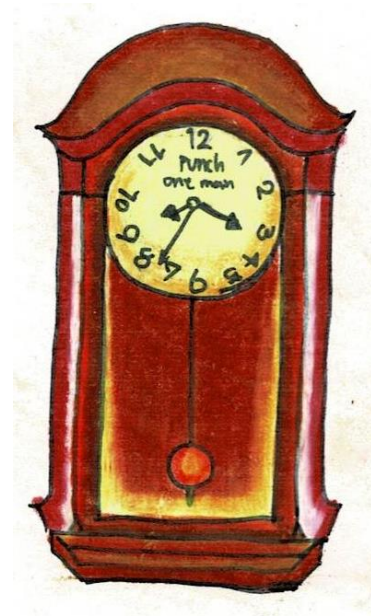
9. ลูกตุ้มมีความยาว 0.4 เมตร แกว่งในอัตรา 0.6 รอบต่อวินาที ถ้าต้องการให้ความถี่ของการสั่นเปลี่ยนเป็น 1.0 รอบต่อวินาที ลูกตุ้มต้องมีความยาวกี่เมตร

- ก. 0.144 เมตร ข. 0.24 เมตร ค. 0.31 เมตร ง. 0.42 เมตร

10. ลูกเหล็กทรงกลมมวล 1 กรัม แกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีแอมพลิจูด 2 มิลลิเมตร ความเร่งที่จุดปลายของการแกว่งมีค่า 8×10^3 เมตรต่อ(วินาที)² จงหาความเร็วเมื่อวัตถุมีการกระจัด 1.6 มิลลิเมตร

- ก. 1.2 m/s ข. 2.4 m/s ค. 3.2 m/s ง. 4.8 m/s

เราจะทำแบบทดสอบก่อนเรียน
ได้เต็มไหมนะ



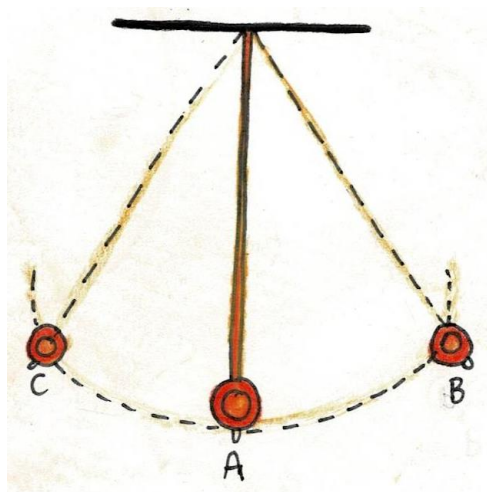
กระดาษคำตอบ
แบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล.....
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบในแบบทดสอบแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

การทดสอบก่อนเรียน					
ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

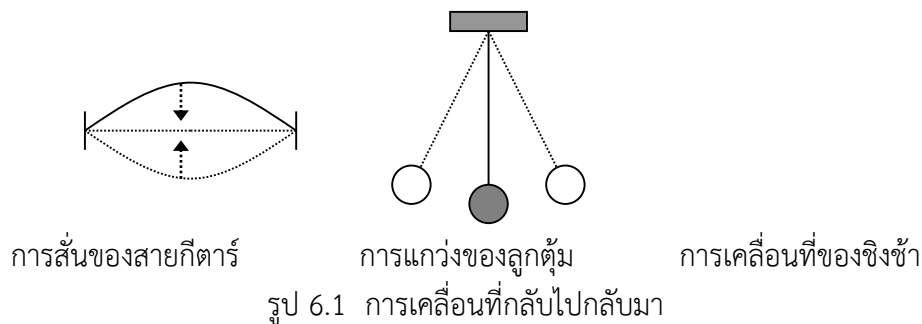
คะแนน	เต็ม	ได้
ก่อนเรียน	10	



การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดย ครูประศรี ใจสว่าง

ใบความรู้ที่ 5.1
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย การสั่นของสายกีตาร์ การแกว่งของลูกตุ้ม การแกว่งของชิงช้า การสั่นของวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุเหล่านี้จะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมหลายครั้ง โดยขณะเคลื่อนที่ออกไปถึงตำแหน่งหนึ่ง ก็จะหยุดชั่วขณะ แล้วก็เคลื่อนที่กลับไปสู่อีกทางหนึ่ง และเมื่อถึงอีกตำแหน่งหนึ่ง ก็จะหยุดชั่วขณะแล้วเคลื่อนที่กลับไปอีกทางหนึ่ง และเป็นอย่างนี้หลายครั้งจนในที่สุด ก็จะหยุด เพราะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ดังรูป 6.1



แต่ การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion , SHM) นั้น เป็นการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิม โดยมุมที่เบนจากแนวตั้งหรือระยะจากแนวสมดุลถึงตำแหน่งไกลสุดคงตัวตลอด

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ก็เป็นการเคลื่อนที่ซ้ำทางเดิม คล้ายกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม ดังนั้นปริมาณที่ใช้คิดเหมือนกัน คือ คาบ และ ความถี่ โดยมีสมการดังนี้

การหาคาบและความถี่ จากสปริง $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ และ $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

เมื่อ m คือ มวล (kg) และ k คือ ค่าคงที่ของสปริง

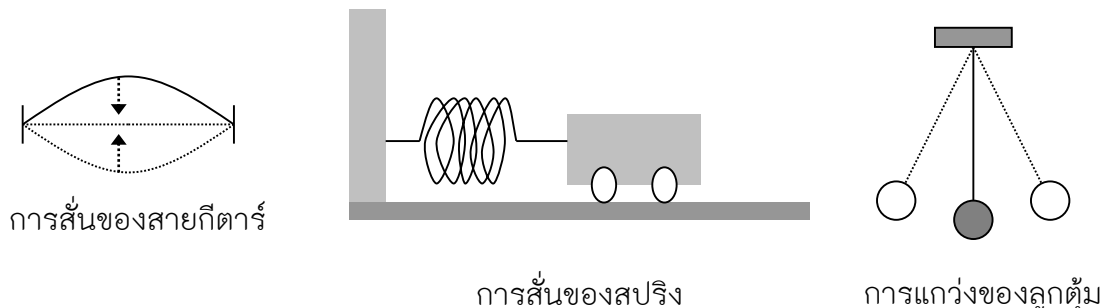
การหาคาบและความถี่ จากลูกตุ้มนาฬิกา $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ และ $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$

เมื่อ L ความยาวของเส้นเชือก

ความรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย นำไปสู่การสร้างนาฬิกาแบบลูกตุ้ม ในธรรมชาติ และกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ มีเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่มากมาย การที่เราเข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ นอกจากจะทำให้เราซาบซึ้งในธรรมชาติและช่วยให้เราทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องได้สำเร็จแล้วยังช่วยให้เรามีความปลอดภัย รวมทั้งเป็นแนวคิดพื้นฐานที่นำไปสู่การพัฒนาทางเทคโนโลยีอีกด้วย

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

เราได้ศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นตรง การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง (โพรเจกไทล์และวงกลม) มาแล้ว ในหัวข้อนี้จะศึกษาการเคลื่อนที่แบบสั่นและแบบแกว่ง เช่น การสั่นของสายกีตาร์ การสั่นของสปริง การแกว่งของลูกตุ้ม การแกว่งของชิงช้า วัตถุเหล่านี้จะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมหลายครั้ง โดยขณะเคลื่อนที่ออกไปถึงตำแหน่งหนึ่ง ก็จะหยุดชั่วขณะ แล้วก็เคลื่อนที่กลับไปสู่อีกทางหนึ่ง และเมื่อถึงอีกตำแหน่งหนึ่ง ก็จะหยุดชั่วขณะแล้วเคลื่อนที่กลับไปอีกทางหนึ่ง และเป็นอย่างนี้หลายครั้งจนในที่สุด ก็จะหยุด เพราะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ดังรูป 1. โดยเรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่า การเคลื่อนที่แบบสั่น (oscillatory motion)



รูป 1. การเคลื่อนที่แบบสั่น

การเคลื่อนที่ใดๆ ซึ่งเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิม โดยผ่านตำแหน่งสมดุลและคาบของการเคลื่อนที่คงตัว เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบพรีอดิก (periodic motion) หรือ เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบพรีอดิกอย่างหนึ่งที่มีค่าความถี่คงที่แน่นอนค่าเดียว เรียกย่อๆว่า SHM (Simple Harmonic Motion)

ปริมาณต่างๆ ที่สำคัญของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (SHM) คือ

1. แอมพลิจูด (Amplitude , A) คือ ขนาดของการกระจัดของวัตถุที่วัดจากตำแหน่งสมดุลถึงจุดปลายทั้งสองข้าง ซึ่งมีค่ามากที่สุดและมีค่าคงที่เสมอ
2. คาบ (period , T) คือ ช่วงเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ มีหน่วยเป็นวินาทีต่อรอบ หรือ วินาที
3. ความถี่ (frequency , f) คือ จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

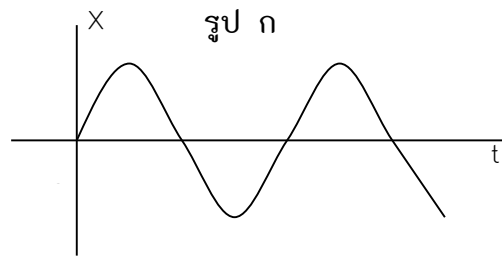
การกระจัดทาง X ในรูปฟังก์ชันของเวลา t ของ SHM โดยทั่วไปเขียนเป็นสมการได้เป็น

$$x = x_m \cos (\omega t + \phi) \dots\dots\dots (1)$$

ซึ่ง x_m , ω และ ϕ เป็นค่าคงตัว

x_m เป็น การกระจัดสูงสุด คือ แอมพลิจูด

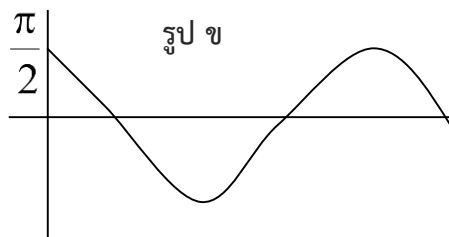
ω เป็นความถี่เชิงมุม หรือ อัตราเร็วเชิงมุม คือ มุมที่กวาดไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา
 ϕ เป็น เฟส (phase , ϕ) คือ ค่าตำแหน่งเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ซ้ำทางเดิม
 การเคลื่อนที่ของวัตถุในลักษณะนี้ จะเป็นรูปไซน์หรือโคไซน์ ขึ้นอยู่กับค่า ϕ เริ่มต้น เช่น



จากรูป ก ค่า ϕ เริ่มต้น คือ $\frac{\pi}{2}$ ก็เป็นรูปไซน์ เมื่อเทียบกับสมการ (1)

$$x = x_m \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

จะได้ $x = x_m \sin \omega t$ รูปไซน์



จากรูป ข ค่า ϕ เริ่มต้น คือ 0 ก็เป็นรูปโคไซน์ เมื่อเทียบกับสมการ (1)

$$x = x_m \cos (\omega t + 0)$$

จะได้ $x = x_m \cos \omega t$ รูปโคไซน์

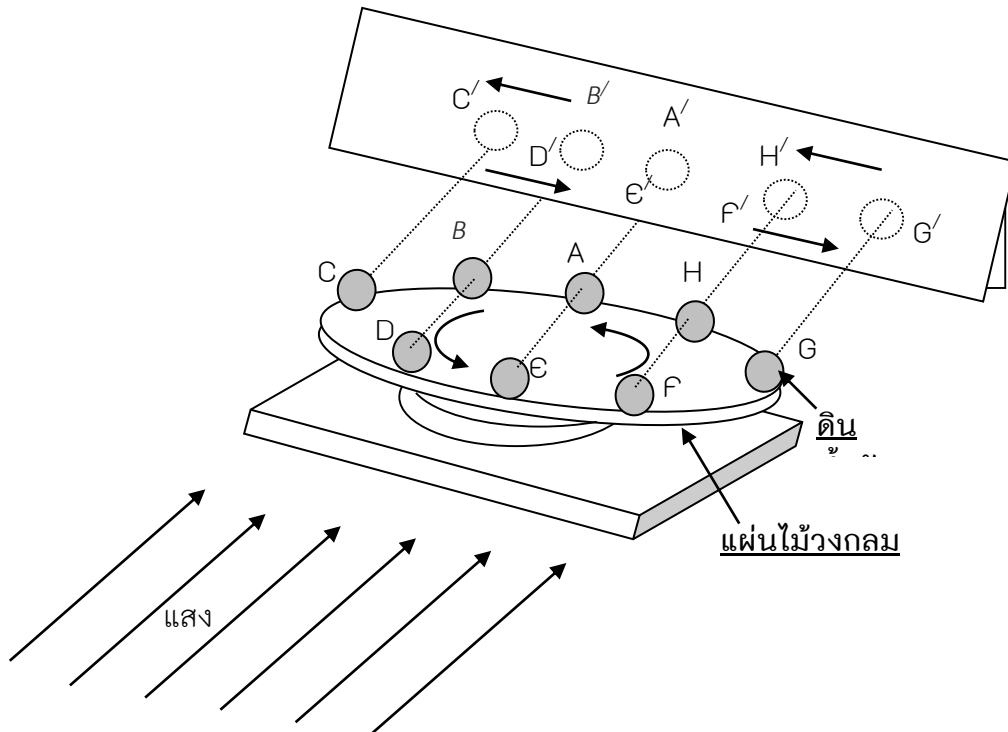
ดังนั้นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จึงอาจจะเขียนได้ในรูป

$$x = A \sin \omega t \quad , \quad \text{เมื่อ } x_m = A$$

(การกระจัดสูงสุด คือ แอมพลิจูด)

สรุปได้ว่า สำหรับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย คือการเคลื่อนที่ซึ่งมีการกระจัดเป็นฟังก์ชัน ของเวลา และเป็นฟังก์ชันรูปไซน์ หรือ เป็นฟังก์ชันรูปโคไซน์

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเทียบกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลม



รูป 2. การฉายแสงผ่านวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม ปรากฏเงาบนฉากเป็น SHM

ถ้านำดินน้ำมันก้อนโตพอเหมาะ ติดไว้ที่ขอบวงล้อกลมหรือแผ่นไม้วงกลมซึ่งหมุนได้คล่องในแนวระดับ เมื่อหมุนวงล้อให้มีอัตราเร็วสม่ำเสมอ ดินน้ำมันจะเคลื่อนที่ในแนววงกลมด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอด้วย เมื่อฉายลำแสงขนานในแนวระดับไปที่ดินน้ำมัน ดังรูป 2. เงาของดินน้ำมันจะปรากฏบนฉากข้างหลัง โดยการเคลื่อนที่ของเงาจะกลับไปกลับมาในแนวตรงเป็นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

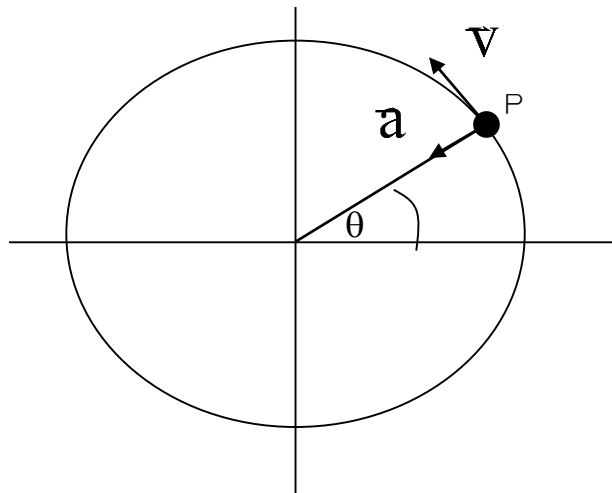
เงาบนฉากของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม ก็เหมือนกับการคิดองค์ประกอบทาง x ของการเคลื่อนที่ของจุด ๆ หนึ่งเป็นวงกลมระนาบ xy ดังรูป 3. ให้จุดหนึ่งเคลื่อนที่มาแล้วเป็นเวลา t จากจุดตั้งต้นบนแกน x ถึงตำแหน่งที่ทำมุม θ โดยเคลื่อนที่เป็นวงกลมที่มีอัตราเร็วสม่ำเสมอ ดังนั้น $\theta = \omega t$ ถ้าวงกลมมีรัศมี R จะมี

องค์ประกอบของตำแหน่งบนแกน x คือ

$$x = R \cos \theta = R \cos \omega t \quad \text{*****}$$

องค์ประกอบของความเร็วบนแกน x คือ

$$v_x = -v \sin \theta = -\omega R \sin \omega t \quad \text{*****}$$



รูป 3. จุด P เคลื่อนที่เป็นวงกลมอย่างสม่ำเสมอบนระนาบ xy

องค์ประกอบของความเร่งบนแกน x คือ

$$a_x = -a \cos \theta = -\omega^2 R \cos \omega t \quad \text{*****}$$

$$\text{หรือ } a_x = -\omega^2 x \quad \text{*****}$$

จาก สมการ $a_x = -\omega^2 x$ แสดงลักษณะสำคัญประการหนึ่งของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย คือ การมีความเร่งเป็นปฏิภาคกับการกระจัดแต่มีทิศตรงข้าม เนื่องจาก ω^2 มีค่าคงตัว ทั้งนี้ทิศของความเร่งจะเป็นทิศเดียวกับแรง และแรงจะต้องเป็นแรงเข้าหาจุดสมดุลในขณะที่มีการกระจัดมีทิศออกไปจากสมดุล

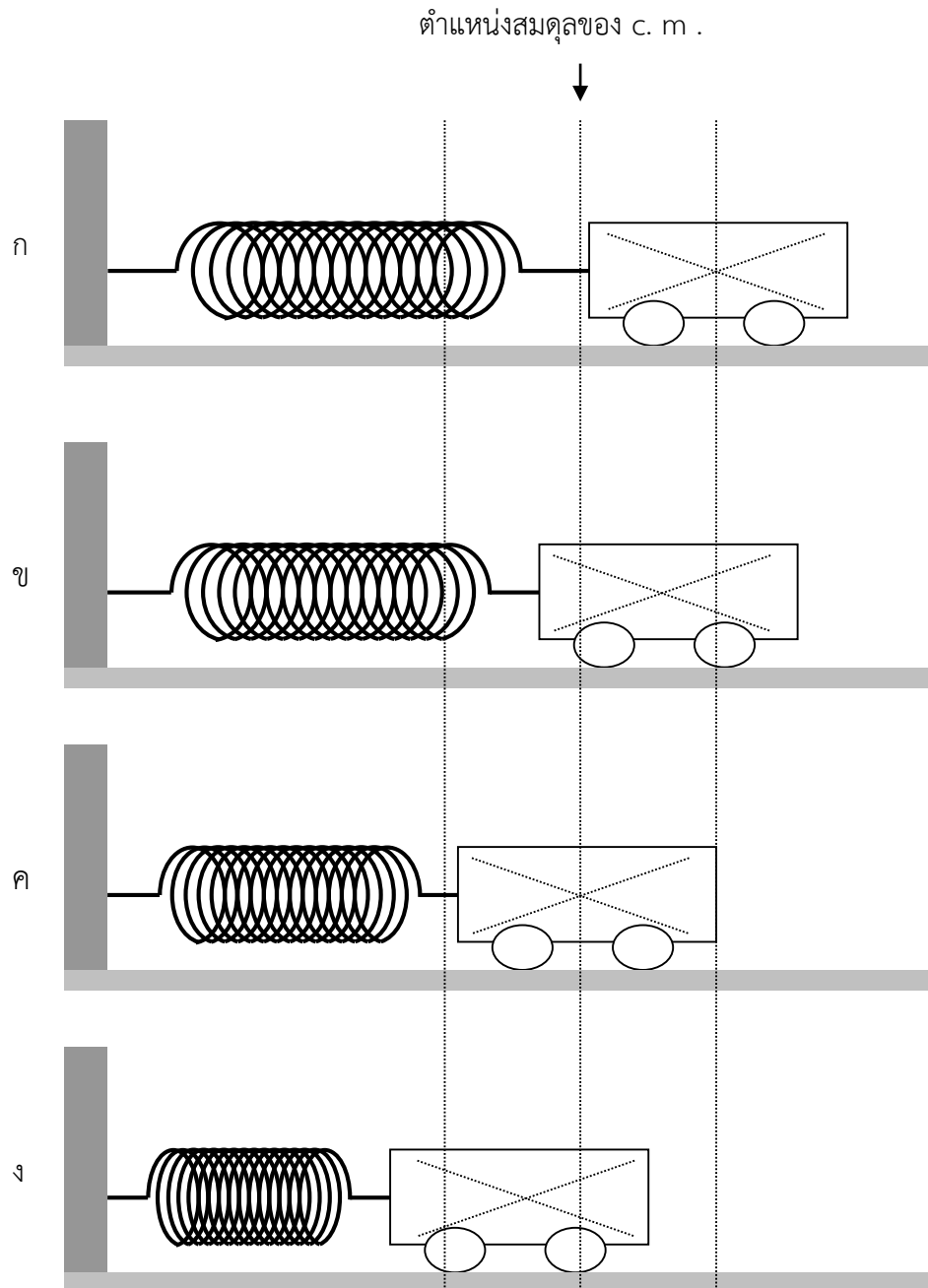
การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริง

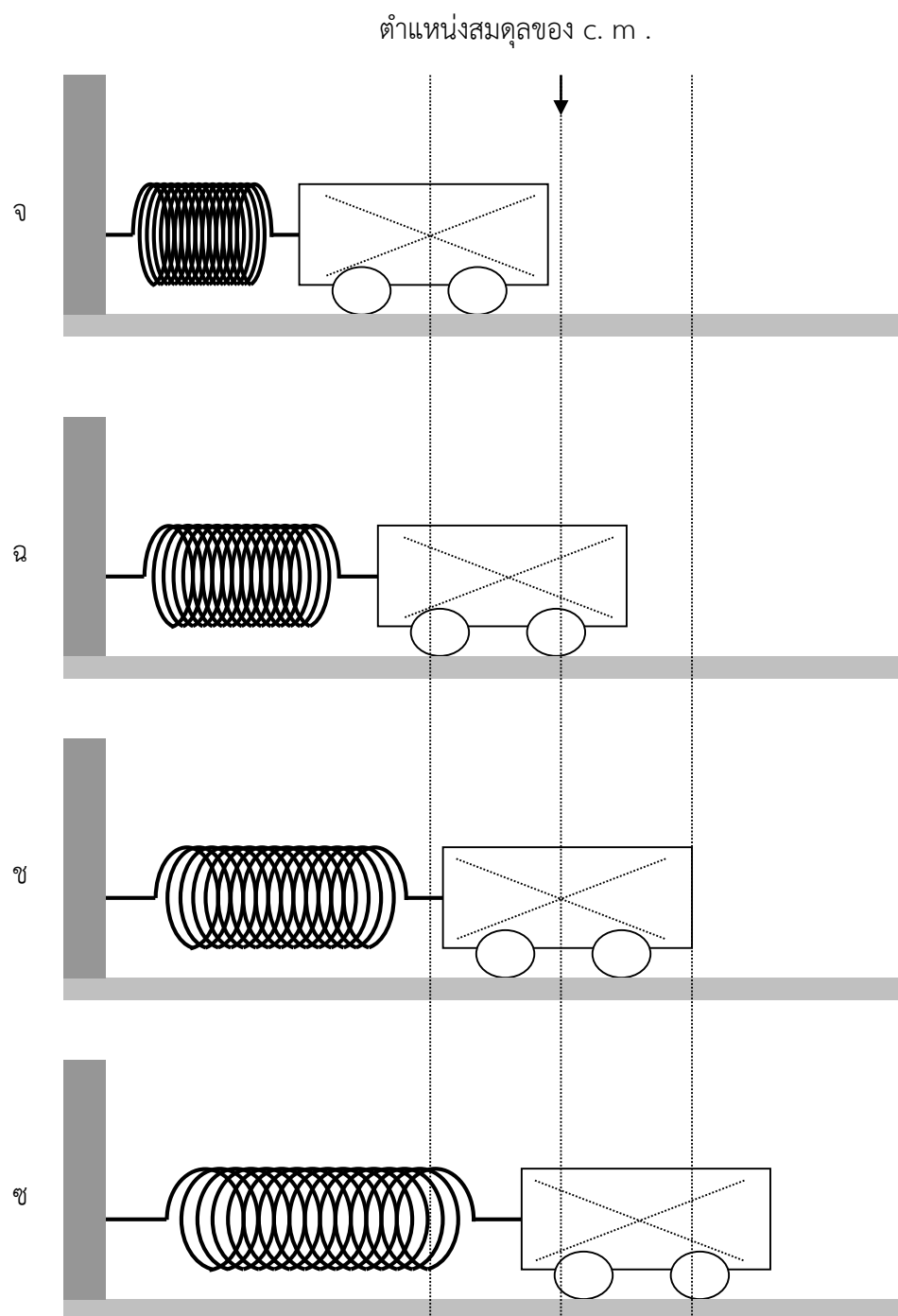
ถ้านำปลายหนึ่งของสปริงยึดติดกับผนัง ส่วนอีกปลายหนึ่งยึดติดกับรถทดลองซึ่งอยู่บนพื้นราบที่มีแรงเสียดทาน แต่รถทดลองมีล้อที่มีแรงเสียดทานน้อยมาก จัดสปริงให้ขนานกับพื้นและรถทดลองอยู่นิ่ง ตำแหน่งเริ่มต้นของรถทดลองขณะนี้ เรียกว่า **ตำแหน่งสมดุล** ดังรูป 4 ค.

เมื่อดึงรถทดลองให้สปริงยืดและรถออกจากตำแหน่งสมดุลเป็นระยะ A จะได้การกระจัดของรถทดลองมีค่า A และมีแรง $\vec{F}$ ของสปริงดึงรถทดลองไปทางซ้าย ดังรูป 4 ก. แรงนี้เรียกว่า **แรงดึงกลับ** (restoring force) มีค่าตาม $\vec{F} = -k\vec{x}$ ซึ่งแสดงว่าขนาดของแรงดึงกลับแปรผกผันกับระยะยืดหรือหดของสปริงหรือขนาดการกระจัด แต่แรงดึงกลับ $\vec{F}$ มีทิศตรงข้ามกับการกระจัด $\vec{x}$ โดย k เป็นค่าคงตัวของสปริง

เมื่อปล่อยมือ แรง $\vec{F}$ จะดึงรถทดลองเคลื่อนที่กลับไปทางซ้ายเข้าหาตำแหน่งสมดุลด้วยความเร่ง $\vec{a}$ ทำให้ความเร็วมีขนาดเพิ่มขึ้นและมีทิศไปทางซ้าย ขนาดของแรง $\vec{F}$ จะลดลง เพราะขนาดการกระจัด $\vec{x}$ ลดลง การเคลื่อนที่เป็นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อรถทดลองเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งสมดุล ขนาดของการกระจัด $\vec{x}$ เป็นศูนย์ ขนาดของ $\vec{F}$ และ $\vec{a}$ ก็เป็นศูนย์แต่ความเร็ว $\vec{v}$ ของรถทดลองจะมีค่ามากที่สุดและมีทิศไปทางซ้าย ดังรูป 4 ค. จากนั้นรถทดลองจะเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งสมดุลไปทางซ้ายต่อไปอีก และอัดลวดสปริงให้หดสั้น ลวดสปริงก็จะออกแรง $\vec{F}$ มีทิศไปทางขวาต้านการเคลื่อนที่ของรถทดลอง ในขณะนี้รถทดลองจะเคลื่อนที่ของรถทดลอง ในขณะนี้รถทดลองจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง $\vec{a}$ ที่มีทิศไปทางขวาทำให้

ความเร็วรถทดลองลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งความเร็วเป็นศูนย์ ขณะนี้รถทดลองมีการกระจัด - A ดังรูป 4 จ. แล้วเคลื่อนที่ต่อไปดังรูป ซึ่งการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เราอาจเขียนกราฟของการกระจัดกับเวลาของการเคลื่อนที่ของรถทดลองในรูป 4. ได้ดังกราฟ รูป 5





รูป 4. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของรถติดสปริง

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของรถทดลองติดปลายสปริงที่เคลื่อนที่ แรงสปริงกระทำต่อรถทดลองจะมีค่าเป็น $\vec{F} = -k\vec{x}$ ถ้าให้ m เป็นมวลของรถทดลอง และ $\vec{a}$ เป็นความเร่งของรถทดลอง จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน จะได้

$$F = ma$$

$$-kx = ma$$

และ $a = -\frac{k}{m}x$

นั่นคือ

การเคลื่อนที่ของรถทดลองติดสปริงเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของเงาของดินน้ำมัน มีความเร่งแปรผันตรงกับการกระจัด แต่มีทิศตรงกันข้าม

เทียบสมการ $a = -\frac{k}{m}x$ กับสมการ $a_x = -\omega^2 x$ จะได้ว่า

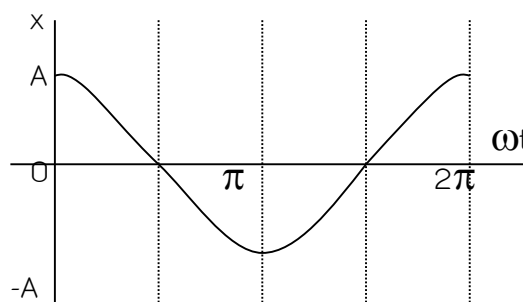
$$-\frac{k}{m}x = -\omega^2 x$$

ดังนั้น $\omega^2 = \frac{k}{m}$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{.....****}$$

ความถี่เชิงมุมของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีความสัมพันธ์กับค่าคงตัวของสปริง และมวลของวัตถุ

ที่ติดกับสปริงดังสมการ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$



รูป 5. กราฟของการกระจัดกับเวลาสำหรับหนึ่งรอบของการเคลื่อนที่

ตัวอย่าง มวล 4 กิโลกรัมติดกับปลายลวดสปริงดึงสปริงให้ยืดออก แล้วปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย บนพื้นราบเกลี้ยง เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ครบ 1 รอบใช้เวลา 1 วินาที จงหาค่านิจของสปริงนี้

วิธีทำ จาก $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, เมื่อ $\omega = \frac{2\pi}{T}$

จะได้ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

ดังนั้น $k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4(3.14)^2 (4 \text{ kg})}{(1 \text{ s})^2} = 157.75 \text{ kg/s}^2$

ตอบ ค่านิจของสปริงเท่ากับ 157.75 กิโลกรัมต่อวินาทียกกำลังสอง

การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

ลูกตุ้มอย่างง่ายคือ ลูกตุ้มที่ประกอบด้วยมวลขนาดเล็ก ตามอุดมคติ เป็นจุด แขนงที่ปลายด้ายหรือเชือกอ่อน โดยธรรมชาติวัตถุแขวนห้อยในแนวตั้งเป็นตำแหน่งสมดุล เมื่อดึงวัตถุให้เอียงทำมุมเล็กๆ กับแนวตั้งแล้วปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่แกว่งกลับไปมา ซึ่งจะพิจารณาได้ว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ถ้าแกว่งลูกตุ้มมวล m ผูกกับเส้นเชือกยาว L เอียงเป็นมุม θ เรเดียนกับแนวตั้ง

ลูกตุ้มมวล m จะมีแรงสองแรงกระทำต่อมวล m คือ น้ำหนักของลูกตุ้ม mg และแรงในเส้นเชือก T ซึ่งทำมุม θ เรเดียนกับแนวตั้ง ดังรูป 6. สองแรงนี้รวมกันได้แรงลัพธ์เป็น $mg \sin\theta$ ตามแนวเส้นสัมผัสซึ่งตั้งฉากกับเส้นเชือก

เนื่องจากแรง mg สามารถคิดแยกออกเป็น 2 แรงในแนวตั้งฉากกัน ดังรูป จะเห็นว่าแรง $mg \sin\theta$ เป็นแรงที่ดึงมวล m กลับสู่ตำแหน่งสมดุล ให้แรงนี้เป็นแรง F ขณะที่ $mg \cos\theta$ มีขนาดเท่ากับ T ทำให้เชือกตึงยาวเท่าเดิม เมื่อคำนึงถึงทิศด้วย แรงลัพธ์ F คือ

$$F = -mg \sin\theta$$

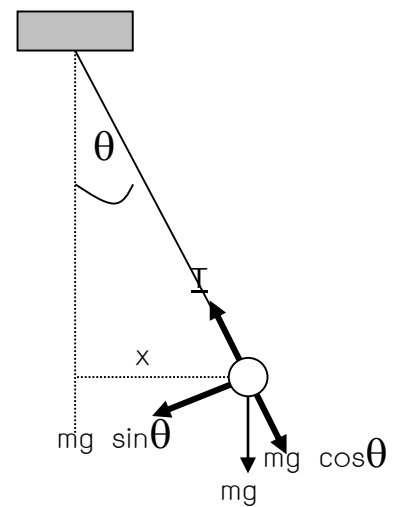
ถ้ามุม θ เป็นมุมเล็กๆ การเคลื่อนที่โค้งประมาณได้ว่าเป็นเส้นตรง คือ การกระจัด x และ $\sin\theta = \frac{x}{L}$

จะได้ $F = -mg \frac{x}{L}$

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน $F = ma$

จะได้ $-mg \frac{x}{L} = ma$

$$a = -\frac{g}{L} x$$



รูป 6. ลูกตุ้มแกว่งทำ

จะเห็นว่า ความเร่งของลูกตุ้มแปรผันตรงกับการกระจัด และมีทิศตรงกันข้ามการแกว่งของลูกตุ้มจึงเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายด้วย

เนื่องจากอัตราเร่งของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

$$\text{คือ } a = -\omega^2 x$$

$$\text{ดังนั้น } -\omega^2 x = -\frac{g}{L} x$$

$$\omega^2 = \frac{g}{L}, \text{ และ } \omega = 2\pi f$$

$$\text{จะได้ } f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$\text{และ } T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\text{สมการ } T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \text{ อาจนับว่าเป็นสมการที่ทำนายคาบของลูกตุ้มอย่างง่าย}$$

จากที่ได้วิเคราะห์มาตามหลักการของการเคลื่อนที่ที่ต้องเป็นไปตามกฎของนิวตัน

สรุปการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จึงอาจจะเขียนได้ในรูปที่ซึ่งมีการกระจัดเป็นฟังก์ชันของเวลา

$$x = A \cos \omega t \quad \text{*****}$$

$$v = \omega A \sin \omega t \quad \text{*****}$$

$$v = \omega \sqrt{A^2 - x^2} \quad \text{*****}$$

$$v_m = \omega A \quad \text{*****}$$

$$a = \omega^2 A \cos \omega t \quad \text{*****}$$

$$a = \omega^2 x \quad \text{*****}$$

$$a_m = \omega^2 A \quad \text{*****}$$

ตัวอย่าง ลูกเหล็กทรงกลมมวล 1 กรัม แกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีแอมพลิจูด 2 มิลลิเมตร ความเร่งที่จุดปลายของการแกว่งมีค่า 8×10^3 เมตรต่อ(วินาที)²

ก. จงหาความถี่ของการแกว่ง

ข. จงหาความเร็วที่จุดสมดุล

ค. จงหาความเร็วเมื่อวัดดูมีการกระจัด 1.2 มิลลิเมตร

ง. จงเขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อลูกเหล็กทรงกลมให้เป็นฟังก์ชันของตำแหน่ง และเวลา

วิธีทำ ก. หาความถี่ของการแกว่ง

$$\text{จาก } a_m = -\omega^2 A$$

$$\text{คิดเฉพาะขนาด } a_m = \omega^2 A$$

$$\omega = \sqrt{\frac{a_m}{A}}$$

$$\begin{aligned}\omega &= \sqrt{\frac{8 \times 10^3 \text{ m/s}^2}{2 \times 10^{-3} \text{ m}}} \\ &= 2 \times 10^3 \text{ rad/s} = 2,000 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi f \\ f &= \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2000}{2\left(\frac{22}{7}\right)} = \frac{7000}{22} = 3.18 \times 10^2\end{aligned}$$

Hz

ข. หาความเร็วที่จุดสมดุล

$$\begin{aligned}\text{จาก } v_m &= \omega A \\ v &= (2,000 \text{ rad/s})(2 \times 10^{-3} \text{ m}) \\ v &= 4 \text{ m/s}\end{aligned}$$

ค. หาความเร็วเมื่อวัตถุมีการกระจัด 1.2 มิลลิเมตร

$$\begin{aligned}v &= \omega \sqrt{A^2 - x^2} \\ v &= (2,000 \text{ rad/s}) \sqrt{(2 \times 10^{-3} \text{ m})^2 - (1.2 \times 10^{-3} \text{ m})^2} \\ v &= 3.2 \text{ m/s}\end{aligned}$$

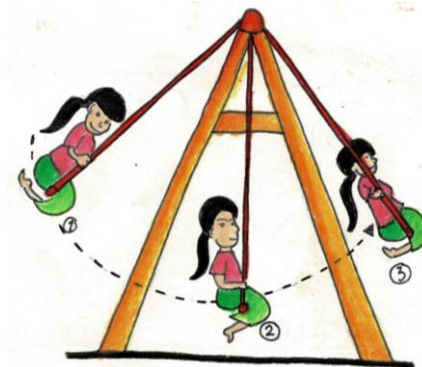
ง. เขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อลูกเหล็กทรงกลมให้เป็นฟังก์ชันของตำแหน่ง และเวลา

เขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อลูกเหล็กทรงกลมให้เป็นฟังก์ชันของตำแหน่ง

$$\begin{aligned}\text{จาก } F &= ma \\ F &= m(-\omega^2 x) \\ F &= -(1 \times 10^{-3})(2,000)^2 x \\ F &= -4,000 x \quad \text{ฟังก์ชันของตำแหน่ง}\end{aligned}$$

เขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อลูกเหล็กทรงกลมให้เป็นฟังก์ชันของเวลา

$$\begin{aligned}\text{จาก } F &= ma \\ F &= m(-\omega^2 A \cos \omega t) \\ F &= -(1 \times 10^{-3})(2,000)^2 (2 \times 10^{-3}) \cos 2,000t \\ F &= -8 \cos 2,000t \quad \text{ฟังก์ชันของเวลา}\end{aligned}$$



ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา



ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. อ่านโจทย์ เขียนรูป ง่าย ๆ ประกอบ (ถ้ามี)
2. พิจารณาว่าโจทย์กำหนด ให้อะไรมา เขียนออกมาในรูปของสัญลักษณ์ของค่านั้น
3. วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการ หาอะไร (คำตอบ) เขียนออกมาในรูปสัญลักษณ์ของค่านั้น



ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

4. เลือกสมการที่สัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์ให้มา หรือกำหนดเขียนออกมาในรูปสัญลักษณ์ของค่านั้น



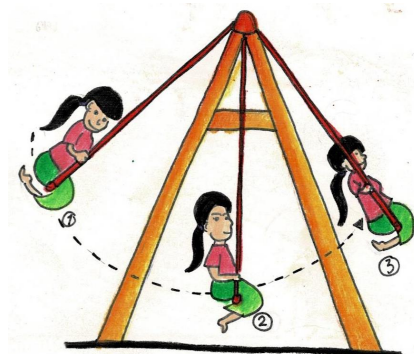
ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

5. แก้สมการ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา โดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์



ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

6. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ แล้ว



การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดย ครูประศรี ใจสว่าง

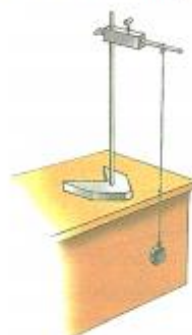
กิจกรรมการทดลองชุดที่ 5
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จุดประสงค์

เพื่อให้นักเรียนศึกษาหาความสัมพันธ์ของคาบ มวลของวัตถุ ความยาวเชือก ในการแกว่งลูกตุ้ม

วัสดุอุปกรณ์

1. เชือก
2. นอต
3. ขาตั้งพร้อมฐาน



วิธีทำ

ตอนที่ 1

1. จัดอุปกรณ์ดังภาพ ผลักนอตให้แกว่งตั้งต้นโดยให้เส้นเชือกทำมุมประมาณ 10 องศา ตลอดการทดลองกับแนวดิ่ง จับเวลาที่นอตแกว่ง ครบ 10 รอบ คำนวณหาคาบการแกว่ง

ตอนที่ 2

2. ทำกิจกรรมเหมือนตอนที่ 1 แต่ ศึกษาว่ามวลของนอตมีผลต่อคาบหรือไม่ อย่างไร โดยใช้ความยาวเชือกคงตัว

ตอนที่ 3

3. ทำกิจกรรมเหมือนตอนที่ 1 แต่ ศึกษาว่าความยาวของเชือกมีผลต่อคาบหรือไม่อย่างไร โดยใช้มวลคงตัว

รายงานการทำกิจกรรมที่ 5
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สมาชิกในกลุ่ม

- | | |
|---------|---------|
| 1. | 4. |
| 2. | 5. |
| 3. | 6. |

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 1 ศึกษาคาบเวลาในการแกว่งนอต

จำนวนนอต (ตัว)	ความยาวเชือก (เซนติเมตร)	เวลาที่ใช้ 10 รอบ (วินาที)				คาบเวลา (วินาที)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
1 ตัว	60					

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 2 ศึกษาคาบเวลาที่สัมพันธ์กับมวลนอต

จำนวนนอต (ตัว)	ความยาวเชือก (เซนติเมตร)	เวลาที่ใช้ 10 รอบ (วินาที)				คาบเวลา (วินาที)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
1 ตัว	60					
2 ตัว	60					
3 ตัว	60					

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 3 ศึกษาคาบเวลาที่สัมพันธ์กับความยาวเชือก

จำนวนนอต (ตัว)	ความยาวเชือก (เซนติเมตร)	เวลาที่ใช้ 10 รอบ (วินาที)				คาบเวลา (วินาที)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
1 ตัว	60					
1 ตัว	40					
1 ตัว	20					

คำถามท้ายการทดลอง

- เหตุใด การหาคาบการแกว่งจึงต้องจับเวลาในการเคลื่อนที่หลายๆ รอบ
- เมื่อความยาวเชือกคงตัว แต่มวลของนอตไม่คงตัว
คาบการแกว่งเปลี่ยนแปลงหรือไม่
- เมื่อมวลของนอตคงตัว แต่ความยาวเชือกไม่คงตัว
คาบการแกว่งเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
- สรุปผลกิจกรรมนี้ได้อย่างไร

แบบฝึกทักษะที่ 5.1
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามลงไปในช่วงให้สมบูรณ์ถูกต้อง

1.การเคลื่อนที่ของชิงช้าแกว่งเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายหรือไม่ อธิบายประกอบ

.....

.....

.....

2.เหตุใดการหาคาบการเคลื่อนที่จึงต้องจับเวลาในการเคลื่อนที่หลาย ๆ รอบ

.....

.....

.....

3.การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ต่างจากการเคลื่อนที่แบบวงกลม หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

4.ลูกตุ้มนาฬิกามีแขนยาว 2.5 เมตร เมื่อนำไปแกว่งในสนามโน้มถ่วงของโลก จะมีความถี่และคาบเท่าใด
กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$

.....

.....

.....

5.แขวนมวล 1 กิโลกรัม ที่ปลายของสปริงซึ่งมีค่าคงที่ 400 นิวตันต่อเมตร แล้วทำให้สปริงสั่น จะมีความถี่และคาบเท่าใด

.....

.....

.....

แบบฝึกทักษะที่ 5.2
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกส์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
 คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำให้สมบูรณ์ถูกต้อง

1. นำวัตถุมวล 500 กรัม ไปแขวนกับสปริงที่มีค่านิจ 200 นิวตัน/เมตร เมื่อมวลหยุดนิ่งแล้ว จับมวลดึงให้สปริงยืดออก 10 เซนติเมตร แล้วปล่อย จงหาความถี่ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ลูกตุ้มนาฬิกาแกว่งบนโลกโดยมีคาบ $2\sqrt{6}$ ถ้านำไปแกว่งบนดวงจันทร์จะมีคาบเท่าใด ถ้าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดบนดวงจันทร์เป็น $\frac{1}{6}$ เท่าของความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดบนโลก

.....

.....

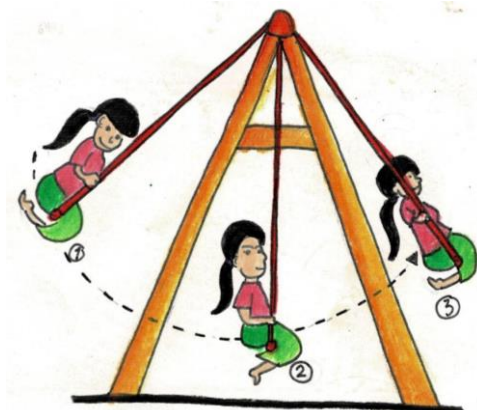
.....

.....

.....

.....

.....



การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่าย โดย ครูประศรี ใจสว่าง

3. ลูกตุ้มนาฬิกาเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกส์โดยมีคาบ 2 วินาที แอมพลิจูด 14 เซนติเมตร
จงหาอัตราเร็วของมวลในหน่วยเซนติเมตร/วินาที ขณะเคลื่อนที่ผ่านสมดุลไปได้ 1 วินาที

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. มวล 50 กรัมติดอยู่ที่ปลายสปริง และทำให้สั่นแบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่ายด้วยแอมพลิจูด 12 เซนติเมตร และมีคาบเท่ากับ 1.5 วินาที ความถี่ของการสั่นเป็นเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. เมื่อออกแรง 5 นิวตัน ดึงปลายแผ่นสปริงของเครื่องชั่งมวลปลายของแผ่นสปริงจะเบนไปจากตำแหน่งสมดุล 10 เซนติเมตร เมื่อนำมวล 80 กรัม ติดที่ปลายสปริงแล้วดึงให้ปลายสปริงเบนไปจากตำแหน่งสมดุล 20 เซนติเมตร แล้วปล่อย จงหาความถี่ของการสั่นในหน่วยเฮิรตซ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) การเคลื่อนที่แบบสั่น จะเรียกว่าเป็น ฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อมีแอมพลิจูดคงตัว
 - 2) การเคลื่อนที่แบบสั่น จะเรียกว่าเป็น ฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อมีความถี่คงตัว
 - 3) การเคลื่อนที่แบบสั่น จะเรียกว่าเป็น ฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อมีความเร็วคงตัว
- ข้อความที่ถูกต้องคือ

- ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1, 2 และ 3

2. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อความเร็วต่ำสุด ความเร่งจะมีค่ามากที่สุด
 - 2) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อความเร็วต่ำสุด การกระจัดจะมีค่ามากที่สุด
 - 3) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย คาบและความถี่ไม่ขึ้นอยู่กับช่วงกว้างของการเคลื่อนที่
- ข้อความที่ถูกต้องคือ

- ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1, 2 และ 3

3. ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้อง

- 1) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย อัตราส่วนระหว่างการกระจัดกับมวลของวัตถุจะมีค่าคงที่เสมอ
- 2) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย วัตถุจะมีความเร็วสูงสุด ขณะที่วัตถุได้รับแรงมากที่สุด
- 3) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อการกระจัดมีค่ามากที่สุด ความเร่งจะมีค่ามากที่สุดด้วย

- ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1, 2 และ 3

4. สมการ การกระจัดของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็น $x = 2 \cos 12t$ ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้อง

- ก. แอมพลิจูด = 12 หน่วย ข. อัตราเร็วสูงสุด = 24 หน่วย
 ค. อัตราเร็วเชิงมุม = 2 หน่วย ง. ความเร่งสูงสุด = 72 หน่วย

5. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย พบว่าเฟสของการกระจัดและของความเร็วมีความต่างกันอยู่เท่าใด

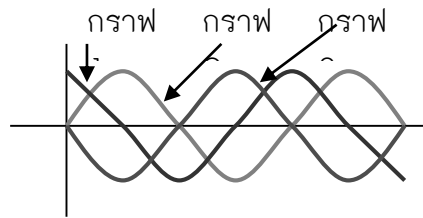
- ก. 0 ข. $\frac{\pi}{2}$ ค. $\frac{3\pi}{4}$ ง. π

6. วัตถุหนึ่งมีการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ได้ ความเร่งสูงสุดและความเร็วสูงสุดเท่ากับ 54 เมตรต่อวินาที² และ 6 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ จงหาอัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุนี้เป็นกี่เรเดียนต่อวินาที

- ก. 324 ข. 60 ค. 9 ง. $\frac{1}{3}$

7. กำหนดให้กราฟฟังก์ชันของเวลาของการเคลื่อนที่แบบ SHM ดังรูป ข้อใด คือ กราฟ การกระจัด ความเร็ว ความเร่ง กับเวลา ตามลำดับ

- ก. กราฟ 1 , กราฟ 2 , กราฟ 3
- ข. กราฟ 2 , กราฟ 1 , กราฟ 3
- ค. กราฟ 3 , กราฟ 2 , กราฟ 1
- ง. กราฟ 1 , กราฟ 3 , กราฟ 2



8. รถมวล 490 กรัม ติดกับปลายสปริง เมื่อดึงด้วยแรง 5 นิวตัน ในทิศขนานกับพื้น สปริงจะยืดออก 20 เซนติเมตร เมื่อปล่อย รถจะเคลื่อนที่กลับไปมา บนพื้นเกลี้ยงด้วยความถี่เท่าใด

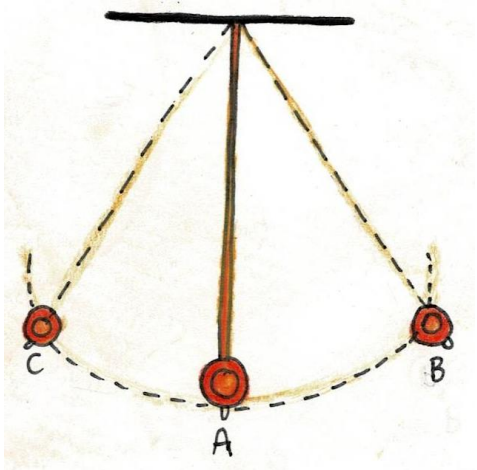
- ก. 0.11 Hz ข. 0.44 Hz ค. 1.13 Hz ง. 4.40 Hz

9. ลูกตุ้มมีความยาว 0.4 เมตร แกว่งในอัตรา 0.6 รอบต่อวินาที ถ้าต้องการให้ความถี่ของการสั่นเปลี่ยนเป็น 1.0 รอบต่อวินาที ลูกตุ้มต้องมีความยาวกี่เมตร

- ก. 0.144 เมตร ข. 0.24 เมตร ค. 0.31 เมตร ง. 0.42 เมตร

10. ลูกเหล็กทรงกลมมวล 1 กรัม แกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีแอมพลิจูด 2 มิลลิเมตร ความเร่งที่จุดปลายของการแกว่งมีค่า 8×10^3 เมตรต่อ(วินาที)² จงหาความเร็วเมื่อวัตถุมีการกระจัด 1.6 มิลลิเมตร

- ก. 1.2 m/s ข. 2.4 m/s ค. 3.2 m/s ง. 4.8 m/s



หมดเวลาแล้วหนูทำไม่ทันค่ะ

กระดาษคำตอบ
แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล.....
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบในแบบทดสอบแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

การทดสอบหลังเรียน					
ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

คะแนน	เต็ม	ได้
หลังเรียน	10	

บรรณานุกรม

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ :

ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.

กฤตนิย จันทรวงศ์. (ม.ป.ป.). NEW PHYSICS TESTS FOR ENTRANCE, M.4-5-6 Book 3. กรุงเทพฯ :
SCIENCE CENTER.

พิศิษฐ์ รัตนวรารักษ์. (ม.ป.ป.). เทคนิคคิดโจทย์ ฟิสิกส์ พิชิต Ent'm.4-5-6. กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). หนังสือเรียนพื้นฐานและเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 1
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.

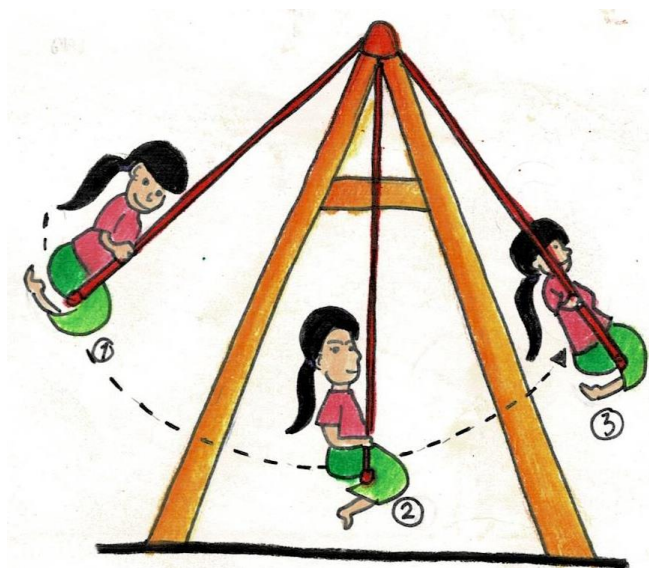
ธีรคันต์ ปรงจิตวิทยากรณ์. (2537). MINI PHYSICS FOR ENTRANCE ว024 ม.6 เล่ม1.

ธรรมสถิต ทองเจือธรรม. (ม.ป.ป.). คู่มือ-เตรียมสอบฟิสิกส์ฉบับรวม ม.4-5-6. กรุงเทพฯ :
ภูมิบัณฑิต.

ALAN VAN HEUVELEN. (1982). PHYSICS A General Introduction. CANADA : LITTLE, BROWN &
Company

อภิชาติ บัวนภียพันธ์. (ม.ป.ป.). คู่มือ-เตรียมสอบ ฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 5 ว024. กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต.

สยามรัฐ พันธ์สรณ์. (2549). เตรียมสอบ A-NET ฟิสิกส์. กรุงเทพฯ : แม็ค.



การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดย ครูประศรี ใจสว่าง

ภาคผนวก



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การทดสอบก่อนเรียน					
ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	X				
2				X	
3		X			
4		X			
5				X	
6			X		
7		X			
8			X		
9	X				
10		X			

เฉลยรายงานการทำกิจกรรมที่ 5
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตารางการทดลอง ตอนที่ 1 ศึกษาคาบการแกว่งของนอต

จำนวนนอต (ตัว)	ความยาวเชือก (เซนติเมตร)	เวลาที่ใช้ 10 รอบ (วินาที)				คาบเวลา (วินาที)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
1 ตัว	60					

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 2 ศึกษาคาบเวลาที่สัมพันธ์กับมวลนอต

จำนวนนอต (ตัว)	ความยาวเชือก (เซนติเมตร)	เวลาที่ใช้ 10 รอบ (วินาที)				คาบเวลา (วินาที)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
1 ตัว	60					
2 ตัว	60					
3 ตัว	60					

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 3 ศึกษาคาบเวลาที่สัมพันธ์กับความยาวเชือก

จำนวนนอต (ตัว)	ความยาวเชือก (เซนติเมตร)	เวลาที่ใช้ 10 รอบ (วินาที)				คาบเวลา (วินาที)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
1 ตัว	60					
1 ตัว	40					
1 ตัว	20					



การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดย ครูประศรี ใจสว่าง

เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 5.1
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. การเคลื่อนที่ของชิงช้าแกว่งเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายหรือไม่ อธิบายประกอบ

ตอบ

การแกว่งของชิงช้าเป็นการเคลื่อนที่ที่คล้ายกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเนื่องจากมีการเคลื่อนที่ซ้ำกลับไปกลับมา แต่มุมที่เบนออกจากแนวตั้งไม่คงที่คือเบนออกจากแนวตั้งตลอดเวลา เพราะแรงต้านของอากาศ

2. เหตุใดการหาคาบการเคลื่อนที่จึงต้องจับเวลาในการเคลื่อนที่หลาย ๆ รอบ

ตอบ

เนื่องจากการทดลองมักมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเสมอ การทำการทดลองจึงต้องทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยจะเป็นวิธีการที่จะได้ค่าใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าการทดลองครั้งเดียว

3. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ต่างจากการเคลื่อนที่แบบวงกลม หรือไม่ อย่างไร

ตอบ

แตกต่างกัน การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกเป็นการเคลื่อนที่ซ้ำกลับไปกลับมา แต่การเคลื่อนที่แบบวงกลมเป็นการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบแล้วจึงจะมาผ่านทางเดิม

4. ลูกตุ้มนาฬิกามีแขนยาว 2.5 เมตร เมื่อนำไปแกว่งในสนามโน้มถ่วงของโลก จะมีความถี่และคาบเท่าใด กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$

ตอบ

จากสมการ
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2.5}{10}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ s}$$

ดังนั้น คาบ = π วินาที และ ความถี่ $f = \frac{1}{\pi}$ รอบ/วินาที

5. แขนมวล 1 กิโลกรัม ที่ปลายของสปริงซึ่งมีค่าคงที่ 400 นิวตันต่อเมตร แล้วทำให้สปริงสั่น จะมีความถี่และคาบเท่าใด

ตอบ

จากสมการ
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{400}} = 2\pi \frac{1}{20} = \frac{\pi}{10} \text{ s} \quad \text{ดังนั้น คาบ} = \frac{\pi}{10} \text{ วินาที}$$

และ ความถี่ $f = \frac{10}{\pi}$ รอบ/วินาที

เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 5.2
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. นำวัตถุมวล 500 กรัม ไปแขวนกับสปริงที่มีค่านิจ 200 นิวตัน/เมตร เมื่อมวลหยุดนิ่งแล้ว จับมวลดึงให้สปริงยืดออก 10 เซนติเมตร แล้วปล่อย จงหาความถี่ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ

วิธีทำ

$$f = \frac{1}{2\pi} \frac{\sqrt{k}}{\sqrt{m}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \frac{\sqrt{200}}{\sqrt{0.5}}$$

$$f = \frac{10}{\pi}$$

$$f = 3.2 \text{ เฮิรตซ์}$$

2. ลูกตุ้มนาฬิกาแกว่งบนโลกโดยมีคาบ $2\sqrt{6}$ ถ้านำไปแกว่งบนดวงจันทร์จะมีคาบเท่าใด ถ้าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดบนดวงจันทร์เป็น $\frac{1}{6}$ เท่าของความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดบนโลก

วิธีทำ

$$T = 2\pi \frac{\sqrt{l}}{\sqrt{g}}$$

$$\frac{T_{\text{จ}}}{T_{\text{ล}}} = \frac{\sqrt{g_{\text{ล}}}}{\sqrt{g_{\text{จ}}}} = \sqrt{6}$$

$$T_{\text{จ}} = (2\sqrt{6})\sqrt{6} = 12 \text{ วินาที}$$

3. ลูกตุ้มนาฬิกาเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกโดยมีคาบ 2 วินาที แอมพลิจูด 14 เซนติเมตร จงหาอัตราเร็วของมวลในหน่วยเซนติเมตร/วินาที ขณะเคลื่อนที่ผ่านสมดุลไปได้ 1 วินาที

วิธีทำ

$$V = A\omega$$

$$V = 14 \times \frac{2\pi}{2}$$

$$V = 44 \times \frac{22}{7} = 44 \text{ เซนติเมตร/วินาที}$$

4. มวล 50 กรัมติดอยู่ที่ปลายสปริง และทำให้สั่นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายด้วยแอมพลิจูด 12 เซนติเมตร และมีคาบเท่ากับ 1.5 วินาที ความถี่ของการสั่นเป็นเท่าไร

$$\text{วิธีทำ} \quad f = \frac{1}{T} = 0.67 \text{ เฮิรตซ์}$$

5. เมื่อออกแรง 5 นิวตัน ดึงปลายแผ่นสปริงของเครื่องซึ่งมวลปลายของแผ่นสปริงจะเบนไปจากตำแหน่งสมดุล 10 เซนติเมตร เมื่อนำมวล 80 กรัม ติดที่ปลายสปริงแล้วดึงให้ปลายสปริงเบนไปจากตำแหน่งสมดุล 20 เซนติเมตร แล้วปล่อย จงหาความถี่ของการสั่นในหน่วยเฮิรตซ์

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad k &= \frac{F}{x} \\ k &= \frac{5}{0.1} \\ &= 50 \text{ นิวตัน} \\ \omega &= \frac{\sqrt{k}}{\sqrt{m}} \\ &= \sqrt{\frac{50}{80 \times 10^{-3}}} \\ &= 25 \text{ เรเดียน/วินาที} \\ f &= \frac{\omega}{2\pi} \\ f &= \frac{25}{2\pi} \text{ เฮิรตซ์} \end{aligned}$$

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การทดสอบหลังเรียน					
ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	X				
2				X	
3		X			
4		X			
5				X	
6			X		
7		X			
8			X		
9	X				
10		X			

ตารางบันทึกคะแนนแบบฝึกทักษะ ชุดที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะมากรอกลงในตาราง

แบบฝึกทักษะที่	รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	15	
	ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา	10	
	ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา	15	
	ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ	10	
รวม		50	
2	ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	15	
	ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา	10	
	ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา	15	
	ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ	10	
รวม		50	
คะแนนรวมทั้งหมด		100	

เกณฑ์การให้คะแนนแบบฝึกทักษะ
ชุดที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

คำชี้แจง เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกทักษะเสร็จแล้ว ให้นักเรียนประเมินคะแนนให้กับตนเองแล้ว
 กรอกคะแนนในแต่ละรายการลงในตารางการให้คะแนน

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา	เกณฑ์การพิจารณา	คะแนน
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (15 คะแนน)	เปลี่ยนปริมาณเป็นสัญลักษณ์ได้ถูกต้องชัดเจนทุกข้อ	10
	เปลี่ยนปริมาณเป็นสัญลักษณ์ได้ถูกต้องไม่ครบถ้วน	5
	ไม่ตอบ หรือเปลี่ยนปริมาณเป็นสัญลักษณ์ไม่ถูกต้องเลย	0
ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา (10 คะแนน)	กำหนดสูตรที่เลือกใช้ได้ถูกต้อง	10
	กำหนดสูตรที่เลือกใช้ไม่ถูกต้องเลย	0
ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา (15 คะแนน)	แทนค่าในสูตรและคิดคำนวณเป็นไปตามลำดับขั้นได้ถูกต้อง	10
	แทนค่าในสูตรได้ถูกต้องแต่คิดคำนวณไม่เป็นไปตามลำดับขั้นที่ถูกต้อง	5
	ไม่ตอบ หรือแทนค่าในสูตรผิดและคิดคำนวณไม่เป็นไปตามลำดับขั้นที่ถูกต้องเลย	0
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ (10 คะแนน)	คำตอบและหน่วยถูกต้องชัดเจน	7
	คำตอบถูกต้องแต่หน่วยไม่ถูกต้อง	3
	ไม่ตอบ หรือคำตอบและหน่วยไม่ถูกต้องเลย	0

แบบบันทึกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
แบบฝึกทักษะ ชุดที่ 5 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน- หลังเรียน
และแบบฝึกทักษะมากรอกลงในตาราง

1.แบบทดสอบ

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
ก่อนเรียน	10	
หลังเรียน	10	
ผลการพัฒนา		

หมายเหตุ ผลการพัฒนา = (คะแนนหลังเรียน - คะแนนก่อนเรียน) × 100 คะแนนเต็ม

2. แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

แบบฝึกทักษะ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	10	
2	10	
รวม	20	
ค่าเฉลี่ย		
ร้อยละ		

