

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว 31201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ

เวลาเรียน 20 ชั่วโมง

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ลูกตุ้มที่ประกอบด้วยมวลขนาดเล็ก ตามอุดมคติเป็นจุด แขนงที่ปลายด้ายหรือเชือกเบา โดยธรรมชาติวัตถุแขวนห้อยในแนวตั้งเป็นตำแหน่งสมดุล เมื่อดึงวัตถุให้เอียงทำมุมเล็กๆ กับแนวตั้ง แล้วปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่แกว่งกลับไปกลับมา ซึ่งจะพิจารณาได้ว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยช่วงเวลาในการแกว่งแปรผันตามความยาวของเชือก

ผลการเรียนรู้

อธิบาย ทดลอง และคำนวณเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายคาบและความถี่ของการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย
2. ทดลองเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย
3. คำนวณเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย
4. นักเรียนมีวินัย

สาระการเรียนรู้

1. อัตราเร็วเชิงมุมของการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย
2. การทดลองคำนวณเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย
3. คาบและความถี่ของการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น)

ก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็น 6 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มสูง ปานกลาง และอ่อน โดยครูเป็นผู้จัดระดับกลุ่มนักเรียนจากการวิเคราะห์ผลการเรียนวิชาฟิสิกส์จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา

1. ชั้นตรวจสอบความรู้เดิม

1.1 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเกี่ยวกับประเด็น ต่อไปนี้

- ✓ นับจำนวนรอบ
- ✓ การหาคาบและความถี่ของการเคลื่อนที่
- ✓ สมการกราฟเบื้องต้น
- ✓ การหาความชันของกราฟเส้นตรง

1.2 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปประเด็นต่างๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้ศึกษามาแล้ว มาอธิบายและทดลองการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

1.3 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ

2. ชั้นสร้างความสนใจ

2.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับประเด็นที่ว่า “ลูกตุ้มของนาฬิกา ถ้าผู้ประดิษฐ์ต้องการเพิ่มหรือลดความยาวของเชือก การแกว่งจะเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร” เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น โดยยังไม่เน้นถูกผิด ครูยังไม่สรุปแต่ทิ้งไว้ให้เป็นประเด็นคำถามให้นักเรียนคิด

2.2 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

3. ชั้นสำรวจและค้นหา

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคาบกับความยาวของเชือก ในใบชุดกิจกรรมที่ 9 และศึกษาใบความรู้ที่ 9 ประกอบการสรุปและอภิปรายผลการทดลอง

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูล และศึกษาตัวอย่างการคำนวณเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายจากใบความรู้ที่ 9

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ตรวจสอบข้อมูลและแก้ปัญหาในใบงานที่ 9.1

4. ชั้นอธิบาย

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการปฏิบัติการกิจกรรมหน้าชั้นเรียนจนครบทุกกลุ่ม

4.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองตามใบชุดกิจกรรมที่ 9

4.3 นักเรียนร่วมกับครูสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มตามใบงานที่ 9.2 ลงในสมุดจดบันทึก

5. ขยายความรู้

5.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากการอธิบาย และการคำนวณแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับลักษณะการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย และปริมาณต่างๆ โดยครูใช้สื่อสไลด์ประกอบการสอน

5.2 นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย จากหนังสือเรียนและหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

5.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 9 เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

6. ประเมิน

6.1 ครูทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มของนักเรียน โดยการให้นักเรียนตอบคำถาม เช่น

- จากการทดลองการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย ทำให้ทราบอะไรบ้าง
- มวลของลูกตุ้มมีผลต่อการแกว่งหรือไม่

6.2 นักเรียนและครูร่วมกับสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย ประเด็นคำถาม เพื่อนำไปสู่การตอบคำถามที่ว่า “คาบการแกว่งของลูกตุ้ม และความยาวเชือกมีความสัมพันธ์กันอย่างไร”

6.3 ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาการของนักเรียน โดยให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย จำนวน 10 ข้อ

7. นำความรู้ไปใช้

นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย ในชีวิตประจำวัน

การวัดและประเมินผล

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | คะแนน | เครื่องมือที่ใช้ | เกณฑ์ผ่าน |
|----------------------------|---------|---------------------------------------|-----------|
| 1. ด้านความรู้ (จ. 1) | 10 5 | แบบทดสอบ ใบงานที่ 9.1 | ร้อยละ 50 |
| 2. ด้านทักษะ (จ. 2,3) | 5 5 | แบบฝึกทักษะที่ 9 ใบชุดกิจกรรมที่ 9 | ร้อยละ 50 |
| 3. ด้านคุณลักษณะ (จ. 4) | 5 | แบบสังเกตพฤติกรรม | ร้อยละ 50 |
| รวมคะแนน | 30 | | |

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย จำนวน 10 ข้อ
2. ใบความรู้ที่ 9 เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย
3. ใบชุดกิจกรรมที่ 9 การทดลองการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย
4. ใบงานที่ 9.1 เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย
5. ใบงานที่ 9.2 เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายในชีวิตประจำวัน
6. แบบฝึกทักษะที่ 9 เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย
7. สื่อสไลด์ประกอบการสอน เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย
8. หนังสือเรียนฟิสิกส์เพิ่มเติม ของ สสวท.
9. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E – Book) เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย



1. ผลการสอน

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

2. ปัญหา / อุปสรรค

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

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายธีรคนย์ โพธิ์คำ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้จัดทำแผน นายธีรณัย โพธิ์คำ ตำแหน่ง ครู โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม
 รายวิชา ฟิสิกส์ รหัสวิชา ว 31201 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2.0 หน่วยเวลาที่ใช้สอน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง ปฏิบัติในระดับดีมาก 3 หมายถึง ปฏิบัติในระดับดี
 2 หมายถึง ปฏิบัติในระดับพอใช้ 1 หมายถึง ปฏิบัติในระดับควรปรับปรุง
 0 หมายถึง ไม่ปรากฏการปฏิบัติ

| รายการ | ระดับคุณภาพของการปฏิบัติ | | | | |
|--|--------------------------|---|---|---|---|
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1. ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับหลักสูตรสถานศึกษา | | | | | |
| 1.1 ผลการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน | | | | | |
| 1.2 ผลการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ | | | | | |
| 2. กิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 2.1 กิจกรรมตอบสนองจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 2.2 กิจกรรมครอบคลุมสาระการเรียนรู้ | | | | | |
| 2.3 เนื้อหาในกิจกรรมมีความถูกต้อง | | | | | |
| 2.4 กิจกรรมมีความหลากหลายเหมาะสมกับผู้เรียน | | | | | |
| 2.5 กิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และปฏิบัติอย่างมีขั้นตอนหรือเป็นกระบวนการ | | | | | |
| 2.6 กิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง | | | | | |
| 2.7 กิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง | | | | | |
| 2.8 กิจกรรมสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ | | | | | |
| 3. สื่อการเรียนรู้ | | | | | |
| 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาสาระ | | | | | |
| 3.2 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น รวดเร็วขึ้น | | | | | |
| 3.3 ช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ | | | | | |

| รายการ | ระดับคุณภาพของการปฏิบัติ | | | | |
|--|--------------------------|---|---|---|---|
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 3.4 เกื้อหนุนให้ผู้เรียนที่มีความสนใจ ความสามารถในการเรียนรู้ที่ต่างกันให้เรียนรู้ได้ เท่าเทียมกัน | | | | | |
| 3.5 ผู้เรียน ผู้สอน จัดทำ/พัฒนาสื่อเอง | | | | | |
| 4. การประเมินผลการเรียนรู้ | | | | | |
| 4.1 การประเมินครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 4.2 การประเมินครอบคลุมทั้งด้านกระบวนการ และผลงาน | | | | | |
| 4.3 วัดความสามารถในการอ่าน เขียน | | | | | |
| 4.4 วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ | | | | | |
| 4.5 มีการประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ | | | | | |
| คะแนนรวม | | | | | |
| คะแนนเฉลี่ย (คะแนน ÷ 20) | | | | | |

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายพิรพงษ์ พงศ์ศาสตร์)

ผู้อำนวยการสถานศึกษา โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม

ชุดสื่อประสมที่ 9
เรื่อง การแกว่งของตุกตุ้มอย่างง่าย


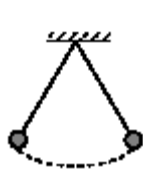
วิชา ฟิสิกส์ ว 31201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ทับอักษร ก ข ค หรือ ง
ในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่นักเรียนเลือกตอบ

| | |
|---|--|
| <p>1. นอตขนาดเล็กผูกด้วยสายเอ็นแขวนไว้ให้สายยาว L ซึ่งสามารถเปลี่ยนให้มีค่าต่างๆ ได้ คาบของการแกว่ง T ของนอตจะขึ้นกับความยาว L อย่างไร</p> <p>ก. T^2 เป็นปฏิภาคโดยตรงกับ L</p> <p>ข. T เป็นปฏิภาคโดยตรงกับ L</p> <p>ค. T^2 เป็นปฏิภาคโดยตรงกับ L^2</p> <p>ง. \sqrt{T} เป็นปฏิภาคโดยตรงกับ L</p>  | <p>4. พิจารณาข้อความใดผิดของการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่าย</p> <p>ก. เป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย</p> <p>ข. เป็นการเคลื่อนที่แบบซ้ารอยเคม</p> <p>ค. มีอัตราเร็วคงที่</p> <p>ง. มีพลังงานคงที่</p> |
| <p>2. ลูกตุ้มนาฬิกาแกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย พบว่าผ่านจุดต่ำสุด ทุกๆ 2.1 วินาทีคาบของการแกว่งของลูกตุ้มนี้เป็นไปตามข้อใด</p> <p>ก. 2.1 เฮิร์ตซ์</p> <p>ข. 4.2 เฮิร์ตซ์</p> <p>ค. 6.3 เฮิร์ตซ์</p> <p>ง. 8.4 เฮิร์ตซ์</p>  | <p>5. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับคาบของลูกตุ้มอย่างง่าย</p> <p>ก. ไม่ขึ้นกับความยาวเชือก</p> <p>ข. ไม่ขึ้นกับมวลของลูกตุ้ม</p> <p>ค. ไม่ขึ้นกับแรงโน้มถ่วงของโลก</p> <p>ง. มีคาบเท่าเดิมถ้าไปแกว่งบนดวงจันทร์</p> |
| <p>3. ถ้าต้องการให้ลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่ายแกว่ง 30 รอบ ในเวลา 60 วินาที ต้องใช้ความยาวสายแขวนกี่เซนติเมตร ($\pi^2 \approx 10$)</p> <p>ก. 0.25 ข. 2.5</p> <p>ค. 25 ง. 250</p> | <p>6. จากการทดลองเรื่องลูกตุ้มอย่างง่าย ได้ความสัมพันธ์ของคาบกับความยาวเชือกเป็นกราฟชนิดใด</p> <p>ก. กราฟวงกลม</p> <p>ข. กราฟเส้นตรง</p> <p>ค. กราฟพาราโบลา</p> <p>ง. กราฟไฮเพอร์โบลา</p> |

| | |
|--|---|
| <p>7. ลูกตุ้มมวล 0.5 กิโลกรัม ผูกติดกับเชือกยาว 0.4 เมตร ถูกแกว่งให้เคลื่อนที่กลับไปกลับมา แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จงหาอัตราเร็วเชิงมุม</p> <p>ก. 2 เรเดียนต่อวินาที ข. 3 เรเดียนต่อวินาที ค. 4 เรเดียนต่อวินาที ง. 5 เรเดียนต่อวินาที</p> <p>8. ลูกตุ้มมวล 0.5 กิโลกรัม ผูกติดกับเชือกยาว 0.4 เมตร ถูกแกว่งให้เคลื่อนที่กลับไปกลับมา แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จงหาความถี่การแกว่ง</p> <p>ก. $3/2\pi$ เฮิรตซ์ ข. $5/2\pi$ เฮิรตซ์ ค. $7/2\pi$ เฮิรตซ์ ง. $9/2\pi$ เฮิรตซ์</p> | <p>9. ลูกตุ้มมีความยาว 0.4 เมตร แกว่งในอัตรา 0.6 รอบต่อวินาที ถ้าต้องการให้ความถี่ของการสั่นเปลี่ยนเป็น 1.0 รอบต่อวินาที ลูกตุ้มต้องมีความยาวกี่เมตร</p> <p>ก. 0.144 เมตร ข. 0.24 เมตร ค. 0.31 เมตร ง. 0.42 เมตร</p> <p>10. การแกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของลูกตุ้ม ถ้าเพิ่มความยาวเชือกเป็น 4 เท่าของเดิม คาบการแกว่งจะเป็นกี่เท่าของเดิม</p> <p>ก. 2 เท่า ข. $2\sqrt{2}$ เท่า ค. 4 เท่า ง. $4\sqrt{2}$ เท่า</p> |
|--|---|



วิชา ฟิสิกส์ ว 31201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

| ข้อ | คำตอบ |
|-----|-------|
| 1 | ก |
| 2 | ข |
| 3 | ง |
| 4 | ก |
| 5 | ข |
| 6 | ก |
| 7 | ง |
| 8 | ข |
| 9 | ก |
| 10 | ก |

ใบความรู้ที่ 9

วิชา ฟิสิกส์ ว 31201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

ลูกตุ้มอย่างง่ายคือ ลูกตุ้มที่ประกอบด้วยมวลขนาดเล็ก ตามอุดมคติเป็นจุด แขนงที่ปลายด้ายหรือเชือกอ่อน โดยธรรมชาติวัตถุแขวนห้อยในแนวตั้งเป็นตำแหน่งสมดุล เมื่อดึงวัตถุให้เอียงทำมุมเล็กๆ กับแนวตั้งแล้วปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่แกว่งกลับไปมา ซึ่งจะพิจารณาได้ว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ถ้าแกว่งลูกตุ้มมวล m ผูกกับเส้นเชือกยาว L เอียงเป็นมุม θ เปรียบเทียบกับแนวตั้ง

ลูกตุ้มมวล m จะมีแรงสองแรงกระทำต่อมวล m คือ น้ำหนักของลูกตุ้ม mg และแรงในเส้นเชือก T ซึ่งทำมุม θ เปรียบเทียบกับแนวตั้ง ดังรูป 1. 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 การเคลื่อนที่ที่โค้งประมาณได้ว่าเป็นเส้นตรง คือ การกระจัด x และ

$$\sin\theta = \frac{x}{L}$$

จะได้

$$F = -mg \frac{x}{L}$$

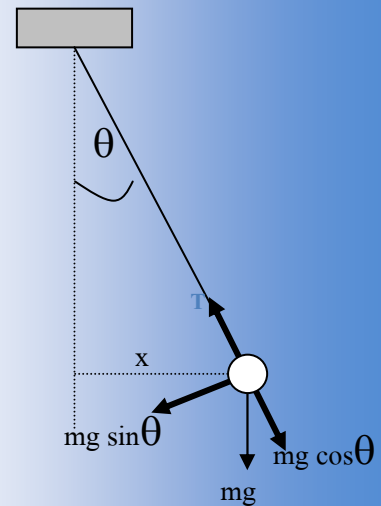
จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

$$F = ma$$

จะได้

$$-mg \frac{x}{L} = ma$$

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



รูป 1. ลูกตุ้มแกว่งทำมุม θ

จะเห็นว่า ความเร่งของลูกตุ้มแปรผันตรงกับการกระจัด และมีทิศตรงกันข้ามการแกว่งของลูกตุ้มจึงเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายด้วย เนื่องจากอัตราเร่งของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

คือ $a = -\omega^2 x$

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

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

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

และ $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

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

ได้วิเคราะห์มาตามหลักการของการเคลื่อนที่ที่ต้องเป็นไปตามกฎของนิวตัน

สรุปการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จึงอาจจะเขียนได้ในรูปที่ซึ่งมีการกระจัดเป็นฟังก์ชันของเวลา

$x = A \cos \omega t$ *****

$v = \omega A \sin \omega t$ *****

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

$v_m = \omega A$ *****

$a = \omega^2 A \cos \omega t$ *****

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

$a_m = \omega^2 A$ *****

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

- ก. จงหาความถี่ของการแกว่ง
- ข. จงหาความเร็วที่จุดสมดุล
- ค. จงหาความเร็วเมื่อวัตถุมีการกระจัด 1.2 มิลลิเมตร
- ง. จงเขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อลูกเหล็กทรงกลมให้เป็นฟังก์ชันของตำแหน่ง และเวลา

วิธีทำ ก. หาความถี่ของการแกว่ง

$$\text{จาก } a_m = -\omega^2 A$$

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

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

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

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2000}{2\left(\frac{22}{7}\right)} = \frac{7000}{22} = 3.18 \times 10^2 \text{ Hz}$$

ข. หาความเร็วที่จุดสมดุล

$$\text{จาก } v_m = \omega A$$

$$v = (2,000 \text{ rad/s})(2 \times 10^{-3} \text{ m})$$

$$v = 4 \text{ m/s}$$

ค. หาความเร็วเมื่อวัตถุมีการกระจัด 1.2 มิลลิเมตร

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

$$v = (2,000 \text{ rad/s}) \sqrt{(2 \times 10^{-3} \text{ m})^2 - (1.2 \times 10^{-3} \text{ m})^2}$$

$$v = 3.2 \text{ m/s}$$

ง. เขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อลูกเหล็กทรงกลมให้เป็นฟังก์ชันของตำแหน่ง และเวลา

เขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อลูกเหล็กทรงกลมให้เป็นฟังก์ชันของตำแหน่ง

$$\text{จาก } F = ma$$

$$F = m(-\omega^2 x)$$

$$F = -(1 \times 10^{-3})(2,000)^2 x$$

$$F = -4,000 x \quad \text{ฟังก์ชันของตำแหน่ง}$$

เขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อลูกเหล็กทรงกลมให้เป็นฟังก์ชันของเวลา

$$\text{จาก } F = ma$$

$$F = m(-\omega^2 A \cos \omega t)$$

$$F = -(1 \times 10^{-3})(2,000)^2 (2 \times 10^{-3}) \cos 2,000t$$

$$F = -8 \cos 2,000t \quad \text{ฟังก์ชันของเวลา}$$

ตัวอย่าง ลูกตุ้มมวล 0.5 กิโลกรัม ผูกติดกับเชือกยาว 0.9 เมตร ถูกแกว่งให้เคลื่อนที่กลับไปกลับมาแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จงหาอัตราเร็วเชิงมุมในการแกว่ง ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

วิธีทำ จากสมการ

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{10}{0.9}}$$

$$\omega = 3.33 \text{ เรเดียนต่อวินาที}$$

ตัวอย่าง ลูกตุ้มมวล 1 กิโลกรัม ผูกติดกับเชือกยาว 0.4 เมตร ถูกแกว่งให้เคลื่อนที่กลับไปกลับมาแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จะแกว่งด้วยคาบเท่าใด ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

วิธีทำ จากสมการ

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

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{0.4}{10}}$$

$$T = 0.4\pi \text{ วินาที}$$

ตัวอย่าง ลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 1 เมตร แกว่งไปมาด้วยคาบ 2 วินาที ถ้าลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 16 เมตร จะแกว่งด้วยคาบเท่าไร

วิธีทำ จากสมการ

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

จะได้ $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$

แทนค่า $\frac{2}{T_2} = \sqrt{\frac{1}{16}}$

$$\frac{2}{T_2} = \frac{1}{4}$$

$$T_2 = 8 \text{ วินาที}$$

ใบชุดกิจกรรมที่ 9

วิชา ฟิสิกส์ 31201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การทดลองการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

วันที่ทำการทดลอง

ผู้ทำการทดลอง 1

2

3

4.

5.

- วัตถุประสงค์
1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของคาบและความยาวของลูกตุ้ม
 2. เพื่อหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

อุปกรณ์การทดลอง

- ลูกตุ้มอย่างง่ายทำด้วยนอต 1 ตัว
- สายเอ็นยาว 1 เมตร
- ไม้หนีบแบบไม้หนีบแฉวนเสื่อผ้า
- นาฬิกาจับเวลา
- ไม้เมตรหรือสายวัด

วิธีการทดลอง

1. ยึดลูกตุ้มด้วยไม้หนีบแฉวนเสื่อวางบนหนังสือหนา 2 - 3 เล่มบนขอบโต๊ะ ให้สายลูกตุ้มพันขอบโต๊ะ และยึดไม้แฉวนไม่ให้เลื่อนด้วยเทป
2. วัดความยาวของเส้นเอ็น ให้วัดจากจุดล่างของที่หนีบถึงจุดศูนย์กลางของลูกตุ้ม และบันทึกผล
3. แกว่งลูกตุ้มและจับเวลา และจับเวลา 20 รอบ จำนวน 3 ครั้ง และบันทึกผล
4. เปลี่ยนค่าความยาวของเส้นเอ็น รวม 6 ค่า โดยทุกค่าของความยาวของสายเอ็นจับเวลา 20 รอบ จำนวน 3 ครั้ง และบันทึกผล
5. หาค่าเฉลี่ยเวลาทั้ง 3 ครั้ง แล้วจึงหาคาบ หรือเวลาที่ใช่แกว่งครบรอบ (เวลาเฉลี่ยหาร 20)

ผลการทดลอง

| ความยาว สาย(l) (cm) | เวลา 20 รอบ (s) | | | | คาบ(T) (s) | T ² (S) |
|------------------------|-----------------|------------|------------|--------|---------------|-----------------------|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

ตอนที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์ของคาบและความยาวของลูกตุ้ม

- 1) เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง T(แกนตั้ง) และความยาว (แกนนอน) พร้อมลากเส้นแนวโน้ม
- 2) เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง T²(แกนตั้ง) และความยาว (แกนนอน) พร้อมลากเส้นแนวโน้มของกราฟ
- 3) หาความชันของกราฟที่เป็นกราฟเส้นตรง และเขียนสมการกราฟ พร้อมกับแสดงวิธีการคำนวณ

ตอนที่ 2 หาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

จากสมการกราฟเส้นตรง $y = mx + c$ ในการทดลองนี้สามารถเขียนสมการได้ว่า $T^2 = kL$ เมื่อ k เป็นค่าคงตัวของการแปรผันจะเป็น ความชันของกราฟเส้นตรงที่ผ่านจุด (0,0) จะได้สมการคือ ในการทดลองนี้ค่าความชันของกราฟระหว่าง T² กับ l หาได้เท่ากับ s²/m

จาก $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ ยกกำลังสองจะได้ $T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L$

ดังนั้นเมื่อเทียบกับการคิดเชิงทฤษฎี ค่า ความชัน คือ $\frac{4\pi^2}{g}$ เพื่อคำนวณหาค่า

$g = \dots\dots\dots \text{m/s}^2$

วิธีการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผล และอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม จากกราฟ T กับ 1 เป็นกราฟชนิดใด และกราฟ T^2 กับ 1 เป็นกราฟชนิดใด และความสัมพันธ์นี้มีความหมายอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 9.1

วิชา ฟิสิกส์ ว 31201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

1. ลูกตุ้มมวล 0.1 กิโลกรัม ผูกติดกับเชือกยาว 0.4 เมตร ถูกแกว่งให้เคลื่อนที่กลับไปกลับมาแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จงหาอัตราเร็วเชิงมุมในการแกว่ง ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

วิธีทำ จาก $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$

$\omega = \sqrt{\frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}}$

$= \dots\dots\dots$ เรเดียนต่อวินาที ตอบ

2. มวล 1 กิโลกรัมผูกด้วยเชือกยาว 0.1 เมตร ถูกจับให้แกว่งอย่างอิสระแบบ SHM จะมีคาบของการแกว่งกี่วินาที ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

วิธีทำ จาก $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

$T = \dots\dots\dots$

$T = \dots\dots\dots$ วินาที ตอบ

3. ลูกตุ้มมวล 0.1 กิโลกรัม ผูกติดกับเชือกยาว 0.4 เมตร ถูกแกว่งให้เคลื่อนที่กลับไปกลับมาแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จงหาความถี่ของการแกว่ง ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

วิธีทำ จาก $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$

$f = \dots\dots\dots$

$f = \dots\dots\dots$ เฮิรตซ์ ตอบ

4. ลูกตุ้มนาฬิกาสองอันยาวไม่เท่ากัน อันสั้นมีคาบการแกว่ง 3 วินาที อันยาวมีสายแขวนเป็น 2 เท่าของอันสั้น ดึงลูกตุ้มทั้งสองให้ทำมุมเล็กๆ แล้วปล่อยมือ อันยาวจะมีคาบการแกว่งกี่วินาที

วิธีทำ เมื่อ T_1 คือ คาบการแกว่งของอันสั้น

T_2 คือ คาบการแกว่งของอันยาว

จากความสัมพันธ์ของคาบกับความยาว

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

$$\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

$$T_2 = \dots\dots\dots \text{ตอบ}$$

5. ลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 1 เมตร แกว่งไปมาด้วยคาบ 2 วินาที ถ้าลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 9 เมตร จะแกว่งด้วยคาบเท่าไร

วิธีทำ จากความสัมพันธ์ของคาบกับความยาว

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$$

$$\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

$$T_2 = \dots\dots\dots \text{ตอบ}$$

เฉลยใบงานที่ 9.1

วิชา ฟิสิกส์ ว 31201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

ข้อ 1. 5 เรเดียนต่อวินาที

ข้อ 2. 0.2π วินาที

ข้อ 3. $\frac{5}{2\pi}$ เฮิรตซ์

ข้อ 4. $3\sqrt{2}$ วินาที

ข้อ 5. 6 วินาที

ใบงานที่ 9.2

วิชา ฟิสิกส์ ว 31201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายในชีวิตประจำวัน

ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

1. ลูกตุ้มถูกแขวนไว้กับเพดานห้องด้วยเชือกเบาเส้นหนึ่ง โดยลูกตุ้มอยู่สูงจากพื้น 2 เมตร นักเรียนต้องการทราบความสูงของห้องนี้ถึงเพดานซึ่งเขาไม่มีเครื่องมือวัดความยาวเลย เขาจึงทำการทดลองดึงลูกตุ้มออกมาเล็กน้อยแล้วปล่อยให้แกว่งกลับไปกลับมา 10 รอบจับเวลาได้ 20 วินาทีพอดี จากข้อมูลนักเรียนคนนี้สามารถหาความสูงของห้องได้หรือไม่ อย่างไร

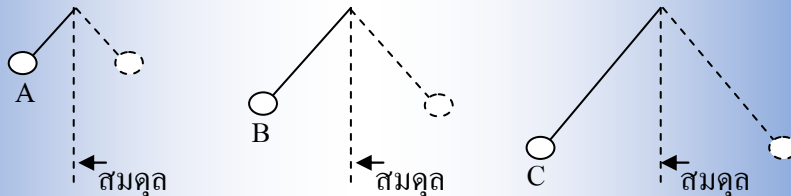
.....

.....

.....

.....

2. นำมวล A, B และ C มาทดลองการแกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยแขวนด้วยเชือกเบาและไม่ยืด แต่ความยาวเชือกไม่เท่ากัน ดังรูป ผลการทดลองคาบการแกว่งจะเป็นอย่างไร



.....

.....

.....

3. เมื่อใช้มวล 3m, 2m และ m มาทดลองการแกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยใช้ความยาวเชือกเท่ากัน คาบการแกว่งของการทดลองครั้งนี้เป็นอย่างไร เพราะอะไร

.....

.....

.....

4. การแกว่งนาฬิกา ลูกตุ้มที่เข็มนาฬิกาเดินเร็วกว่าเวลาจริงควรทำอย่างไร

.....

.....

เฉลยใบงานที่ 9.2

วิชา ฟิสิกส์ ว 31201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายในชีวิตประจำวัน

ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

ข้อ 1. สามารถหาได้ โดยการหาความยาวของเชือกจากสมการ $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

แล้วนำความยาวที่ได้รวมกับความสูง 2 เมตร ได้ความสูงของห้องประมาณ 3 เมตร ($\pi^2 \approx 10$)

ข้อ 2. คาบการแกว่งจะต่างกัน ขึ้นอยู่กับความยาวของเชือก นั่นคือ คาบการแกว่งของเชือก C มากกว่าคาบการแกว่งของเชือก B และคาบการแกว่งของเชือก B มากกว่าคาบการแกว่งของเชือก A

ข้อ 3. คาบการแกว่งเท่ากัน เพราะ คาบการแกว่งไม่ขึ้นอยู่กับมวลของลูกตุ้ม

ข้อ 4. ปรับสายของลูกตุ้มนาฬิกาให้ยาวขึ้น

แบบฝึกทักษะที่ 9

วิชา ฟิสิกส์ ว 31201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

1. การแกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของลูกตุ้ม ถ้าเพิ่มความยาวเชือกเป็น 4 เท่าของเดิมคาบการแกว่งจะเป็นกี่เท่าของเดิม
2. การแกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของลูกตุ้ม ถ้าเพิ่มความยาวเชือกเป็น 2 เท่าของเดิมความถี่การแกว่งจะเป็นกี่เท่าของเดิม
3. วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายรอบจุดสมดุล โดยมีอัตราเร็วสูงสุด 5 เซนติเมตรต่อวินาที โดยมีคาบเท่ากับ 2π ขณะที่วัตถุที่วัตถุมีอัตราเร็ว 3 เซนติเมตรต่อวินาที วัตถุอยู่ห่างจากจุดสมดุลเท่าใด

เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 9

วิชา ฟิสิกส์ ว 31201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

ข้อ 1. 2 เท่า

ข้อ 2. $\frac{1}{\sqrt{2}}$ เท่า

ข้อ 3. 4 เซนติเมตร

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

คำชี้แจง ให้ใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องว่างตามความเป็นจริงที่สังเกตได้ ตามเกณฑ์การให้คะแนน

| กลุ่ม ที่ | ชื่อกลุ่ม | พฤติกรรม | | | | รวม |
|--------------|-----------|----------|---|---|---|-----|
| | | มีวินัย | | | | |
| | | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| รวมคะแนน | | | | | | |
| ค่าเฉลี่ย | | | | | | |
| ร้อยละ | | | | | | |

ลงชื่อ ผู้สังเกต

(.....)

...../...../.....

หมายเหตุ เกณฑ์การให้คะแนน

- 4 หมายถึง ระดับ ดีมาก
- 3 หมายถึง ระดับ ดี
- 2 หมายถึง ระดับ ปานกลาง
- 1 หมายถึง ระดับ ปรับปรุง

แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

คำชี้แจง ให้ใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องว่างตามความเป็นจริงที่สังเกตได้ ตามเกณฑ์การให้คะแนน

| กลุ่ม ที่ | ชื่อกลุ่ม | รายการประเมิน | | | | | | | | | | | | | | | | รวม | |
|--------------|-----------|--------------------|---|---|---|--|---|---|---|----------------------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|-----|--|
| | | กระบวนการ กลุ่ม | | | | การดำเนินการ ทดลอง/ รวบรวม ข้อมูล | | | | การใช้เทคนิค ในการทดลอง | | | | การสรุปผล การทดลอง | | | | | |
| | | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | รวมคะแนน | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | ค่าเฉลี่ย | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | ร้อยละ | | | | | | | | | | | | | | | | | |