

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

โดยเสริมการแก้โจทย์ฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดที่

2

การเคลื่อนที่แบบวงกลม

เล่มที่ 2.1 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม



นางนุจรี มณีจันทร์

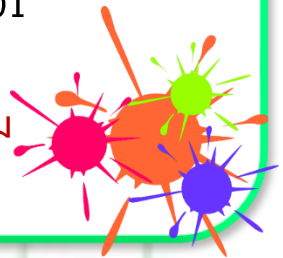
ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการ

โรงเรียนสุราษฎร์ธานี

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 11

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
โดยเสริมการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพยา
หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว 30201

ชุดที่ 2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม
เล่มที่ 2.1 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม



คำนำ



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) โดยเสริมการแก้ปัญหา โจทย์ฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สำหรับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1 เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น และฝึกทักษะกระบวนการคิด ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยจัดทำให้สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เพื่อมุ่งพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนด้านกระบวนการคิด ผู้จัดทำได้แบ่งเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ออกเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ย่อยจึงได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) โดยเสริมการแก้ปัญหา โจทย์ฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา ทั้งสิ้นจำนวน 3 ชุด ประกอบด้วย

- | | |
|--|-----------------|
| ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ | จำนวน 8 ชั่วโมง |
| ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม | จำนวน 6 ชั่วโมง |
| ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก | จำนวน 6 ชั่วโมง |

ชุดกิจกรรมชุดนี้ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2 เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งผู้จัดทำได้แบ่งเนื้อหาและจัดทำเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ย่อย เพื่อความสะดวก ในการใช้งานของผู้เรียนโดยแบ่งออกเป็น 3 เล่ม สำหรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้เป็นเล่มที่ 2.1 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม ในแต่ละชุดกิจกรรมประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ที่หลากหลายเพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้และ การค้นพบความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง อีกทั้งจัดให้มีแบบฝึกทักษะเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการ แก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ซึ่งช่วยให้ผู้เรียน สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เป็นผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชา ฟิสิกส์ ตลอดจนช่วยปลูกฝังค่านิยม ที่ถูกต้องและเหมาะสมให้กับผู้เรียน ทำให้ชุดกิจกรรมทุกชุดที่ จัดทำขึ้น มีประสิทธิภาพและมีความสมบูรณ์ มีความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการเรียนรู้และเนื้อหาที่ ได้จัดระบบไว้แล้วอย่างเหมาะสม

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) โดยเสริมการแก้ปัญหา โจทย์ฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ จะเป็น ประโยชน์ต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน และผู้สนใจในรายวิชาฟิสิกส์สามารถพัฒนาผู้เรียน ให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนในการสนับสนุน ช่วยเหลือแนะนำ และ ให้ความอนุเคราะห์ จนชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นุจรี มณีจันทร์

สารบัญ



	หน้า
ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้	1
ลำดับขั้นตอนการทำกิจกรรม	2
แผนผังการจัดชั้นเรียน	3
คำชี้แจงสำหรับครู	4
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน	7
ผังมโนทัศน์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ	9
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	10
จุดประสงค์การเรียนรู้	11
สาระการเรียนรู้	13
แบบทดสอบก่อนเรียน	
กิจกรรมที่ 2.1.1 ทบทวนความรู้เดิม	20
กิจกรรมที่ 2.1.2 การเคลื่อนที่ของลูกกลมพลาสติกในลูกโป่ง	21
กิจกรรมที่ 2.1.3 สดปลายรางโค้ง	24
กิจกรรมที่ 2.1.4 การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ	26
ใบความรู้ที่ 2.1 การเคลื่อนที่แบบวงกลม	34
กิจกรรมที่ 2.1.5 การเคลื่อนที่แบบวงกลมและแรงสู่ศูนย์กลาง	43
กิจกรรมที่ 2.1.6 แบบฝึกทักษะ	45
กิจกรรมที่ 2.1.7 ผังมโนทัศน์	51
นำความรู้ไปประยุกต์ใช้	53
ใบบันทึกคะแนน	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก	57
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	58
เฉลยกิจกรรมที่ 2.1.2	59
เฉลยกิจกรรมที่ 2.1.3	61
เฉลยกิจกรรมที่ 2.1.4	63
เฉลยกิจกรรมที่ 2.1.5	67
เฉลยกิจกรรมที่ 2.1.6	69
เกณฑ์การให้คะแนนและแบบประเมิน	78



ส่วนประกอบของชุดกิจกรรม



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม
เล่มที่ 2.1 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม ประกอบด้วย

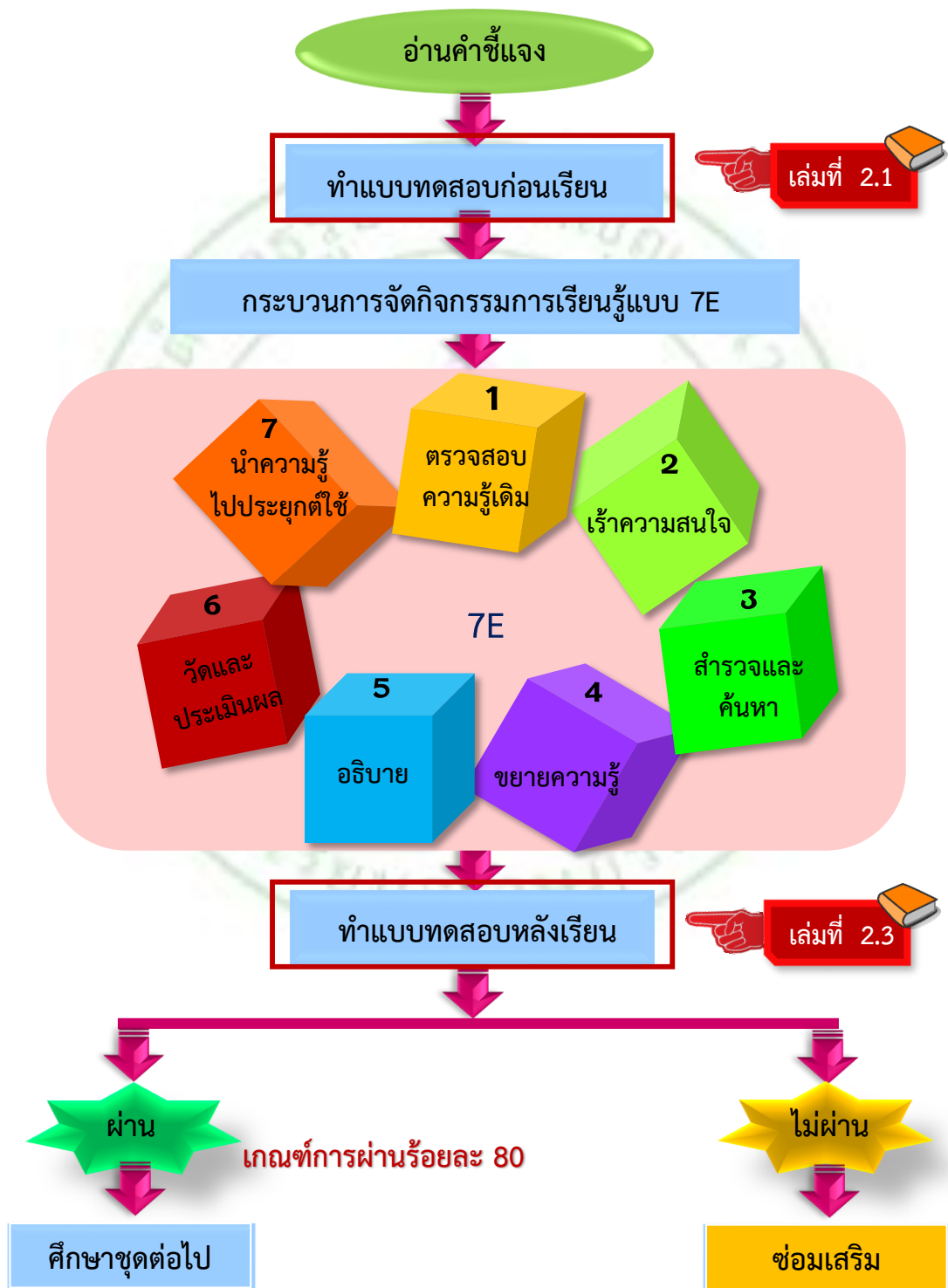
1. คำนำ
2. สารบัญ
3. ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
4. ลำดับขั้นตอนการทำกิจกรรม
5. แผนผังการจัดชั้นเรียน
6. คำชี้แจงสำหรับครู
7. คำชี้แจงสำหรับนักเรียน
8. สารและมาตรฐานการเรียนรู้
9. จุดประสงค์การเรียนรู้
10. แบบทดสอบก่อนเรียน
11. ใบความรู้
12. ใบกิจกรรม
13. ใบงาน
14. ใบบันทึกคะแนนกลุ่ม
15. แบบทดสอบหลังเรียน
16. บรรณานุกรม
17. ภาคผนวก





ลำดับขั้นตอนการทำกิจกรรม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) โดยเสริมการแก้ปัญหา โจทย์ฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

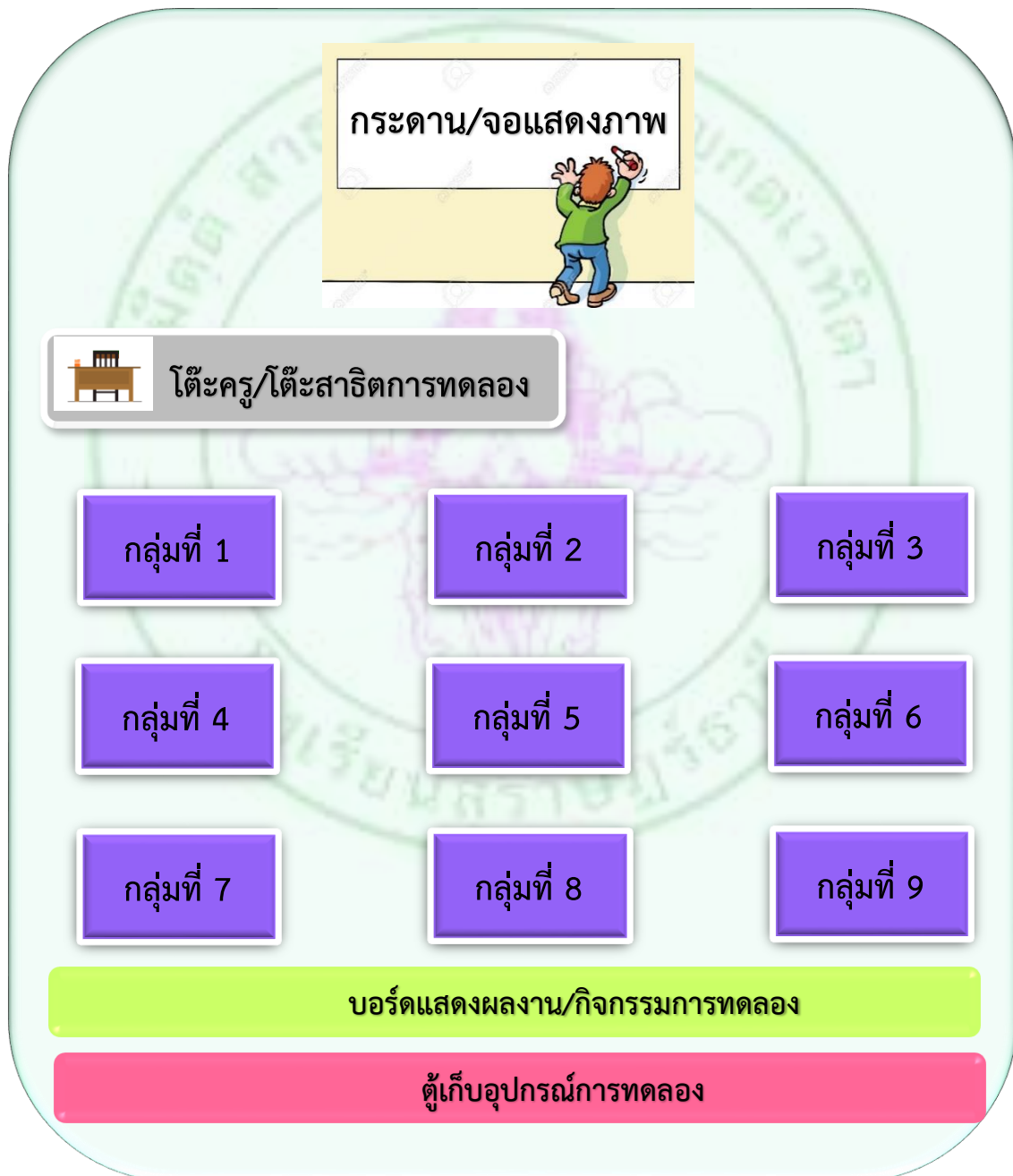




แผนผังการจัดชั้นเรียน



การจัดชั้นเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) โดยเสริมการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ รายวิชาฟิสิกส์ 1 รหัสวิชา ว30201 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครูผู้สอน จัดนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยแบ่งนักเรียนแบบละความสามารถเก่ง ปานกลาง และ อ่อน





บทบาทของครูผู้สอน



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) โดยเสริมการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ รายวิชาฟิสิกส์ เพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว30201 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมุ่งเน้นให้ครูผู้สอนได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ รายวิชาฟิสิกส์ 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถแบ่งลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุออกเป็น 3 ลักษณะ คือ 1) การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 2) การเคลื่อนที่แบบวงกลม และ 3) การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก ซึ่งผู้จัดทำได้ออกแบบและสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหา และลักษณะการเคลื่อนที่ทั้งสามรูปแบบ โดยจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวนทั้งหมด 3 ชุด ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 22 ชั่วโมง ดังนี้

แนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เวลา 1 ชั่วโมง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ประกอบด้วย

เล่มที่ 1.1 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เวลา 4 ชั่วโมง

เล่มที่ 1.2 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุ เวลา 2 ชั่วโมง

ที่มีความเร็วต้นในแนวระดับ

เล่มที่ 1.3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุ เวลา 2 ชั่วโมง

ที่มีความเร็วต้นทำมุมใด ๆ กับแนวระดับ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม ประกอบด้วย

เล่มที่ 2.1 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม เวลา 2 ชั่วโมง

เล่มที่ 2.2 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ และการประยุกต์ใช้ เวลา 2 ชั่วโมง

เล่มที่ 2.3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบตั้งและการประยุกต์ใช้ เวลา 2 ชั่วโมง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 3 การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิกส์ ประกอบด้วย

เล่มที่ 3.1 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก เวลา 2 ชั่วโมง

เล่มที่ 3.2 เรื่อง สมการการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิกส์ เวลา 2 ชั่วโมง

เล่มที่ 3.3 เรื่อง คาบและความถี่ของการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิกส์ เวลา 2 ชั่วโมง

ทำแบบทดสอบรวม เวลา 1 ชั่วโมง





2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้ ประกอบด้วย

- 2.1 คำนำ
- 2.2 สารบัญ
- 2.3 ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.4 ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.5 แผนผังขั้นตอนการทำกิจกรรม
- 2.6 แผนผังการจัดชั้นเรียน
- 2.7 คำชี้แจงสำหรับครู
- 2.8 คำชี้แจงสำหรับนักเรียน
- 2.9 สารและมาตรฐานการเรียนรู้
- 2.10 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 2.11 แบบทดสอบก่อนเรียน
- 2.12 ใบกิจกรรม
- 2.13 ใบความรู้
- 2.14 แบบฝึกทักษะ
- 2.15 ใบบันทึกคะแนนกลุ่ม
- 2.16 บรรณานุกรม
- 2.17 ภาคผนวก

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอนนั้น ครูผู้สอนจึงควรเข้าใจในการจัดกระบวนการเรียนการสอนและศึกษาขั้นตอนในการจัดกิจกรรมโดยละเอียดจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)
- ขั้นที่ 2 เร้าความสนใจ (Engagement Phase)
- ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา(Exploration Phase)
- ขั้นที่ 4 อธิบาย (Explanation Phase)
- ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ (Elaboration Phase)
- ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation Phase)
- ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)

4. ครูควรจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน ที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่ระบุในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และตรวจสอบสื่อการเรียนการสอนที่จะใช้ประกอบการเรียนการสอนแต่ละครั้งว่ามีความเรียบร้อย และครบถ้วนตามจำนวนที่ระบุไว้หรือไม่





5. ครูควรทดลองใช้สื่อการเรียนการสอนให้เกิดความชำนาญก่อนใช้จริงในห้องเรียน และเตรียมให้พร้อมก่อนดำเนินการจัดการเรียนการสอน
6. ครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้
7. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยแบ่งกลุ่มแบบความสามารถ และจัดแบ่งหน้าที่และบทบาทของแต่ละคน (โดยในแต่ละวันให้สมาชิกภายในกลุ่มสลับหน้าที่กัน) ดังนี้

คุณอำนวย	ทำหน้าที่	อำนวยความสะดวกให้กับสมาชิกในกลุ่ม โดยการไปหยิบอุปกรณ์ หรือเอกสารต่าง ๆ
คุณวางแผน	ทำหน้าที่	วางแผนการทำงาน
คุณจัดการความรู้	ทำหน้าที่	รวบรวมองค์ความรู้ และผลงานของกลุ่ม
คุณเสนอ	ทำหน้าที่	นำเสนอผลงาน หรือความรู้ที่ได้เรียนรู้
คุณกิจกรรม	ทำหน้าที่	ทำกิจกรรมร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่ม (ถ้ามี)
8. ในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นครั้งแรก ควรให้นักเรียนได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อน เพื่อวัดระดับความรู้พื้นฐานของนักเรียนแต่ละคน และเมื่อจัดการเรียนการสอนเรียบร้อยแล้ว จึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้
9. ครูควรจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และในระหว่างทำกิจกรรมครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม กล้าแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรม และนำเสนอผลงาน





บทบาทของนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม รายวิชาฟิสิกส์ 1 (ว30201) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนต้องปฏิบัติดังนี้

1. ก่อนเริ่มกระบวนการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ และหลังจากจบการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มที่ 2.3 นักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ

2. นักเรียนจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยครูเป็นผู้จัดกลุ่มให้นักเรียน แต่ให้นักเรียนดำเนินการแบ่งหน้าที่ให้กับสมาชิกภายในกลุ่มเอง ในแต่ละชั่วโมงของการเรียนหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนจะต้องสลับกัน โดยมีหน้าที่ 5 ตำแหน่ง คือ คุณอำนวย คุณเสนอ คุณวางแผน คุณจัดการความรู้ และคุณกิจกรรม (ถ้ามี) ซึ่งแต่ละตำแหน่งมีหน้าที่ ดังนี้

คุณอำนวย	ทำหน้าที่	อำนวยความสะดวกให้กับสมาชิกในกลุ่ม โดยการไปหยิบอุปกรณ์ หรือเอกสารต่าง ๆ
คุณวางแผน	ทำหน้าที่	วางแผนการทำงาน
คุณจัดการความรู้	ทำหน้าที่	รวบรวมองค์ความรู้ และผลงานของกลุ่ม
คุณเสนอ	ทำหน้าที่	นำเสนอผลงาน หรือความรู้ที่ได้เรียนรู้
คุณกิจกรรม	ทำหน้าที่	ทำกิจกรรมร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่ม (ถ้ามี)

3. รับฟังคำชี้แจงจากครูผู้สอนเกี่ยวกับการปฏิบัติตนในแต่ละขั้นของการเรียนรู้

4. นักเรียนปฏิบัติตามคำชี้แจงที่กำหนดไว้ในใบความรู้ ทำกิจกรรมในใบกิจกรรม หรือทำแบบฝึกทักษะในใบงานจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้

5. (ถ้ามีกิจกรรมการทดลอง) นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง บันทึกผลการทดลอง และร่วมอภิปรายผลการทดลอง แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ของกลุ่มเขียนลงในแบบบันทึกผลการทดลอง แล้วนำเสนอผลการทดลองโดยนำกระดาษแผ่นใหญ่ไปติดไว้ที่ผนังห้องบริเวณด้านหลังของชั้นเรียน ในบอร์ดแสดงผลงานกลุ่ม พร้อมทั้งติดแบบประเมินการเขียนรายงานการทดลองด้านข้างผลงานของกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มเพื่อนประเมิน จากนั้นแต่ละกลุ่มเดินดูผลงานของกลุ่มอื่น ๆ รวมทั้งเขียนแสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะติดไว้ด้วยทุกกลุ่ม และประเมินการเขียนรายงานการทดลองของกลุ่มเพื่อนในแบบประเมินการเขียนรายงานการทดลอง และบันทึกคะแนนจากการประเมินไว้เป็นคะแนนของกลุ่ม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินวนจากกลุ่มของตัวเองไปทางขวามือ จากนั้นให้แต่ละกลุ่มกลับมาที่กลุ่มของตัวเอง อ่านข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เพื่อนเขียนไว้ ร่วมกันอภิปรายและปรับปรุงรายงานการทดลองของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งประเมินการเขียนรายงานการทดลองของกลุ่มตนเอง แล้วส่งใบประเมินให้ครูเพื่อประเมินผลต่อไป



6. คะแนนรวมของกลุ่มจากการร่วมมือกันทำกิจกรรมแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มที่ได้คะแนนรวมมากที่สุดจะได้รับรางวัล
7. ในระหว่างกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนต้องนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุดมาใช้ประกอบการเรียนทุกชั่วโมงของกระบวนการเรียนรู้
8. นักเรียนต้องมีความซื่อสัตย์ในการปฏิบัติกิจกรรม และทำใบงานต่าง ๆ

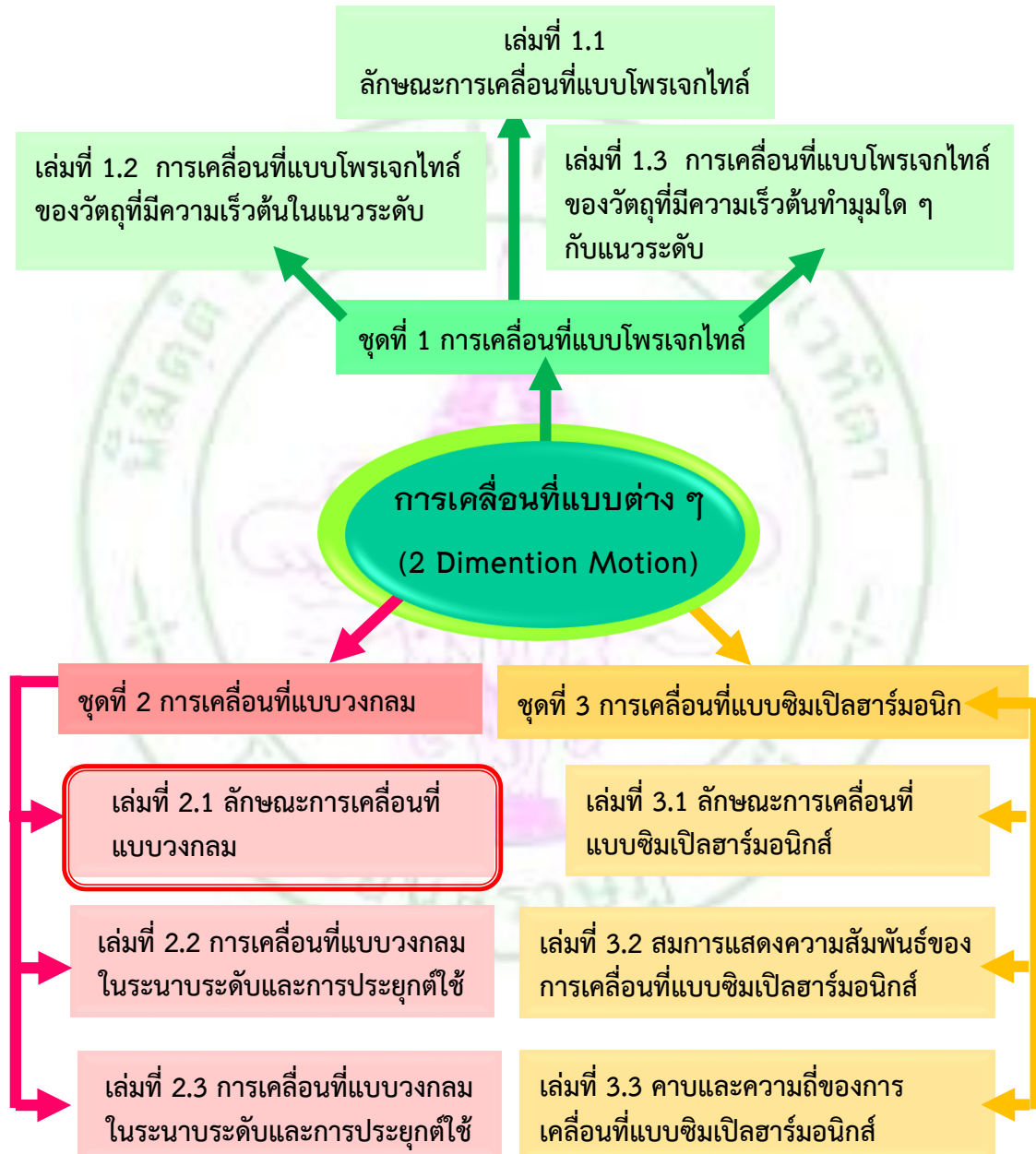




ผังมโนทัศน์



หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1
รหัสวิชา ว30201 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4





สาระและมาตรฐานการเรียนรู้



สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายได้ว่า การเคลื่อนที่แบบวงกลมจะต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางและวัตถุมีความเร่งสู่ศูนย์กลาง พร้อมทั้งอธิบายความหมายของคาบและความถี่
2. ทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ในแนววงกลม เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบและความเร่งสู่ศูนย์กลาง
3. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของวงกลม อัตราเร็วและมวลของวัตถุ ซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลม





จุดประสงค์การเรียนรู้



ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม
2. บอกความแตกต่างระหว่างการเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบหมุนได้
3. ทำกิจกรรมและบอกได้ว่าวัตถุที่มีแนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม เนื่องจากมีแรงกระทำในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลมและตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุตลอดเวลา
4. บอกได้ว่าแรงใดเป็นแรงสู่ศูนย์กลางขณะวัตถุมีแนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม
5. บอกได้ว่าความแรงสู่ศูนย์กลางมีทิศเดียวกับทิศของแรงสู่ศูนย์กลาง

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

1. ทำการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบและแรงสู่ศูนย์กลางเมื่อรัศมีการเคลื่อนที่แบบวงกลมมีขนาดคงตัว
2. ทำการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบและรัศมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม เมื่อแรงสู่ศูนย์กลางมีขนาดคงตัว
3. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับไปประยุกต์ใช้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ซื่อสัตย์สุจริต (ข้อที่ 2)
2. มีวินัย (ข้อที่ 3)
3. ใฝ่เรียนรู้ (ข้อที่ 4)
4. มุ่งมั่นในการทำงาน (ข้อที่ 6)
5. มีจิตสาธารณะ (ข้อที่ 8)

ด้านสมรรถนะ (C)

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี





สาระการเรียนรู้



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) โดยเสริมการแก้ปัญหา
โจทย์ฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา ชุดที่ 1 การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์

เล่มที่ 2.1 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ดังนี้

สาระการเรียนรู้

1. ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม
2. คาบและความถี่ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม
3. ปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม ได้แก่
แรงสู่ศูนย์กลาง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็วเชิงเส้นและ
อัตราเร็วเชิงมุม

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบวงกลม เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นรูปวงกลม โดยมีแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นรูปวงกลมมีทิศเข้าหาศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ เรียกแรงนี้ว่าแรงสู่ศูนย์กลาง แรงนี้ทำให้ความเร็วของการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยทิศความเร็วอยู่ในแนวเส้นสัมผัสวงกลม จึงทำให้เกิด ความเร่งสู่ศูนย์กลาง ตัวอย่างวัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลมเช่นการเคลื่อนที่บนทางโค้งของรถ การเหวี่ยงมวลที่ผูกกับเชือกให้เป็นวงกลม การโคจรของดาวเทียมสื่อสาร รถไถ่ถึง เป็นต้น





แบบทดสอบก่อนเรียน

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมนั้น ความเร็วมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
- 2) วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม มีแรงสู่ศูนย์กลางเกิดขึ้นเสมอ
- 3) วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม มีความเร่งสู่ศูนย์กลางเกิดขึ้นเสมอ

ข้อที่ถูกต้องคือ

- ก. ข้อ 1 และข้อ 2
- ข. ข้อ 1 และข้อ 3
- ค. ข้อ 2 และข้อ 3
- ง. ข้อ 1 2 และข้อ 3

2. ข้อใดกล่าวผิดในการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุ

- ก. เวลาครบ 1 รอบ คือคาบ
- ข. เวลาครบ 1 รอบ คือความถี่
- ค. ทิศความเร็วคือเส้นสัมผัสเส้นโค้ง
- ง. เมื่อครบ 1 รอบมุมเป็น 2π เรเดียน

3. ข้อใดเป็นจริงสำหรับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว

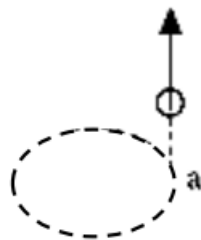
- ก. ความเร็วทุกขณะมีขนาดเท่ากันและอยู่ในทิศเดียวกัน
- ข. ทิศของความเร็วและทิศของแรงสู่ศูนย์กลางตรงข้ามกัน
- ค. ทิศของความเร็วและทิศของแรงสู่ศูนย์กลางมีทิศเดียวกัน
- ง. ทิศของความเร็วและทิศของความเร็วเข้าสู่ศูนย์กลางมีทิศตั้งฉากกันตลอดเวลา





4. ในการทดลองการเคลื่อนที่แนววงกลมในระนาบระดับ ขณะที่กำลังแกว่งให้ลูกยางหมุนอยู่นั้น เชือกที่ผูกกับลูกยางขาดออกจากกัน นักเรียนคิดว่าขณะที่เชือกขาดภาพการเคลื่อนที่ที่สังเกตจากด้านบนจะเป็นตามรูปใด ถ้า a เป็นตำแหน่งของลูกยางขณะที่เชือกขาด

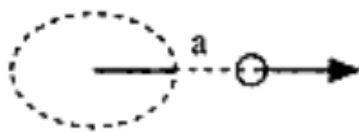
ก.



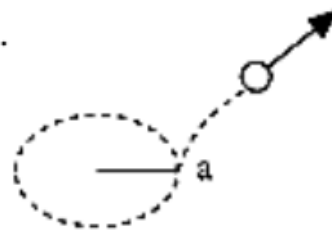
ข.



ค.



ง.



5. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่แบบวงกลมรัศมี 1 เมตร โดยเคลื่อนที่ได้ 6 รอบ ในเวลา 3 วินาที จงหา ความถี่ และคาบของการเคลื่อนที่นี้

- ก. 0.5 เฮิรตซ์, 2 วินาที
- ข. 2 เฮิรตซ์, 0.5 วินาที
- ค. 6 เฮิรตซ์, 3 วินาที
- ง. 3 เฮิรตซ์, 6 วินาที

6. วัตถุมวล 0.2 กิโลกรัม เคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี 2 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงตัว มีคาบการเคลื่อนที่ 12 วินาที จงหาแรงสู่ศูนย์กลางของวัตถุ

- ก. 0.1 นิวตัน
- ข. 0.2 นิวตัน
- ค. 0.3 นิวตัน
- ง. 0.4 นิวตัน

7. ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ถ้ารัศมีของการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า โดยที่อัตราเร็วเชิงเส้นในการเคลื่อนที่ยังคงเดิม จะต้องใช้ค่าของแรงเข้าสู่ศูนย์กลางเป็นกี่เท่าของค่าแรงเดิม

- ก. 2
- ข. 2:1
- ค. 4:1
- ง. มีค่าคงเท่าเดิม





8. ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมตามระนาบระดับ ด้วยอัตราเร็วคงตัว ถ้าความเร่งที่เข้าสู่ศูนย์กลางมีค่าเพิ่มขึ้น 2 เท่า และมวลลดลงครึ่งหนึ่ง ค่าของแรงเข้าสู่ศูนย์กลางที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมต่อไปได้ มีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- มีค่าคงเดิม
 - เพิ่มขึ้น 2 เท่า
 - ลดลง 2 เท่า
 - เพิ่มขึ้น 4 เท่า
9. รถจักรยานยนต์เลี้ยวโค้งบนถนนที่มีรัศมีมีความโค้ง 0.1 กิโลเมตร ด้วยอัตราเร็ว 36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คนขับต้องเอียงตัวทำมุมกึ่งศากับแนวตั้งจึงจะขับมอเตอร์ไซด์เข้าโค้งได้อย่างปลอดภัย
- 10 องศา
 - 30 องศา
 - 45 องศา
 - 60 องศา
10. ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์เลี้ยวโค้งบนถนนราบที่มีรัศมีมีความโค้ง 40 เมตร คนขับต้องเอียงรถทำมุม 37 องศากับแนวตั้ง ขณะนั้นผู้ขับขี่ขับรถในอัตราเร็วกี่เมตร/วินาที (กำหนดให้ $\tan 37^\circ = \frac{3}{4}$)
- 17.32
 - 40.51
 - 30.67
 - 23.29
11. รถเลี้ยวโค้งบนทางราบด้วยรัศมี 100 เมตร มีอัตราเร็วคงที่ 16 เมตร/วินาที จงหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อกับถนนที่น้อยที่สุดที่ทำให้รถไม่ไถลออกนอกเส้นทาง
- 0.016
 - 0.064
 - 0.256
 - 0.640
12. รถยนต์มีมวล 1,200 กิโลกรัม ถ้าวิ่งเลี้ยวโค้งบนถนนซึ่งมีรัศมีมีความโค้ง 100 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะต้องการแรงสู่ศูนย์กลางขนาดเทียบเท่าน้ำหนักของมวลกี่กิโลกรัม
- 200
 - 240
 - 480
 - 1,200





13. ถนนราบโค้งมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับถนนของรถคันหนึ่ง มีค่าเท่ากับ 0.4 รถคันนี้จะเลี้ยวโค้งได้ด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไร จึงจะไม่ไถลหลุดโค้ง
- 48 กิโลเมตร/ชั่วโมง
 - 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง
 - 84 กิโลเมตร/ชั่วโมง
 - 96 กิโลเมตร/ชั่วโมง
14. ดาวเทียม ถูกส่งขึ้นไปโคจรรอบโลกเป็นวงกลมรัศมี R พลังงานจลน์ของดาวเทียมดวงนั้นจะมีค่าเท่าใด ถ้า G เป็นค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล m เป็นมวลของดาวเทียม และ M เป็นมวลของโลก
- $\frac{GMm}{R}$
 - $\frac{GMm}{2R}$
 - $\frac{GMm}{R^2}$
 - $\frac{GMm}{2R^2}$
15. ดาวเทียมดวงหนึ่งโคจรรอบโลกที่ความสูง 600 กิโลเมตร จากผิวโลก และมีอัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเป็น 8.2 เมตร/วินาที² จงหาอัตราเร็วเชิงเส้นของดาวเทียม (รัศมีของโลกคือ 6,400 กิโลเมตร)
- 5.6 กิโลเมตร/วินาที
 - 6.6 กิโลเมตร/วินาที
 - 7.6 กิโลเมตร/วินาที
 - 8.6 กิโลเมตร/วินาที
16. ดาวเทียมดวงหนึ่งโคจรรอบโลกเป็นวงกลมมีรัศมีวงโคจร 8×10^6 เมตร และที่ความสูงระดับนี้ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าเท่ากับ 8 เมตร/วินาที² จงคำนวณหาความเร็วในการโคจรของดาวเทียมดวงนี้
- 6,000 เมตร/วินาที
 - 7,000 เมตร/วินาที
 - 8,000 เมตร/วินาที
 - 9,000 เมตร/วินาที





17. ลูกแก้วมวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่ขึ้นรางโค้งตลังกาซึ่งมีรัศมีความโค้ง 1 เมตร ด้วยความเร็วคงที่ 4 เมตรต่อวินาที จงหาแรงปฏิกิริยาที่รางโค้งนี้กระทำต่อลูกแก้ว ขณะลูกแก้วอยู่ที่จุดต่ำสุดของรางโค้งนี้
- 6 นิวตัน
 - 10 นิวตัน
 - 16 นิวตัน
 - 26 นิวตัน
18. รถคันหนึ่งมีมวล 1000 กิโลกรัม เคลื่อนที่ขึ้นรางโค้งตลังกาอันมีรัศมี 10 เมตร ด้วยความเร็วคงที่ 30 เมตร/วินาที ตอนที่รถคันนี้กำลังตลังกาอยู่ที่จุดสูงสุดของรางโค้ง แรงปฏิกิริยาที่รางกระทำต่อรถมีค่าเท่าใด
- 40,000 นิวตัน
 - 60,000 นิวตัน
 - 80,000 นิวตัน
 - 10,000 นิวตัน
19. ผูกเชือกเบาติดกับวัตถุมวล 3 กิโลกรัม แกว่งเชือกให้เป็นวงกลมในแนวตั้งรัศมี 1 เมตร ด้วยความเร็วเชิงเส้น 5 เมตร/วินาที จงหาแรงตึงในเส้นเชือกขณะที่ลูกบอลเคลื่อนที่อยู่นิ่ง ตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางในแนวระดับ
- 30 นิวตัน
 - 45 นิวตัน
 - 75 นิวตัน
 - 105 นิวตัน
20. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม ผูกไว้ด้วยเชือกเส้นหนึ่งแล้วแกว่งให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบตั้ง มีรัศมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม 10 เมตร วัตถุต้องมีความเร็วอย่างน้อยที่สุดเท่าไร วัตถุจึงจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมครบรอบได้พอดี
- 5 เมตรต่อวินาที
 - 10 เมตรต่อวินาที
 - 15 เมตรต่อวินาที
 - 20 เมตรต่อวินาที





กระดานคำตอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม

ชื่อ-สกุลเลขที่.....ชั้น

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					11				
2					12				
3					13				
4					14				
5					15				
6					16				
7					17				
8					18				
9					19				
10					20				

คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน

คะแนนเต็ม

20

คะแนนที่ได้



คิดเป็นร้อยละ





ใบกิจกรรมที่ 2.1.1 ทบทวนความรู้เดิม



ใช้เวลา 5 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาภาพต่อไปนี้ และตอบคำถาม

สถานการณ์คำถาม จากภาพต่อไปนี้ภาพใดบ้างที่วัตถุมีแนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม



ภาพที่ 2.1.1 ก แสดงม้าหมุน



ภาพที่ 2.1.1 ข แสดงชิงช้า



ภาพที่ 2.1.1 ค แสดงรถยนต์ไต่ถัง



ภาพที่ 2.1.1 ง แสดงการหมุนของลูกข่าง



ภาพที่ 2.1.1 จ แสดงการโคจรของดาวเทียม



ภาพที่ 2.1.1 ฉ แสดงการหมุนของล้อรถจักรยาน

*ทุกภาพอ้างอิงในบรรณานุกรม



ภาพหมายเลข.....





ใบกิจกรรมที่ 2.1.2 การเคลื่อนที่ของลูกกลมพลาสติกในลูกโป่ง



ใช้เวลา 5 นาที

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สังเกต และบอกลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกกลมพลาสติกเมื่อออกแรงเหวี่ยงลูกโป่งได้
2. วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของลูกกลมพลาสติก และบอกปัจจัยที่ทำให้ลูกกลมพลาสติกเคลื่อนที่ในลูกโป่งได้

อุปกรณ์

1. โทรศัพท์สมาร์ทโฟน	จำนวน	1	เครื่อง
2. ลูกโป่งกลม	จำนวน	1	ใบ
3. เม็ดกลมพลาสติก	จำนวน	1	เม็ด



วิธีดำเนินกิจกรรม

1. นักเรียนเปิดแอปพลิเคชันไลน์ (LINE) จากนั้นเปิดตัวอ่านคิวอาร์โค้ด เพื่อสแกนคิวอาร์โค้ด และรับชมคลิปวิดีโอ เรื่อง Centripetal Force - Cool Science Experiment



ภาพที่ 2.1.2 แสดงคิวอาร์โค้ดประกอบคลิปวิดีโอ เรื่อง Centripetal Force - Cool Science Experiment

ที่มา : <https://www.the-qrcode-generator.com/>



**วิธีดำเนินการกิจกรรม**

- นักเรียนทดลองนำเม็ดกลมพลาสติกใส่ในลูกโป่งแล้วเป่าให้ลูกโป่งออก จากนั้นออกแรงเหวี่ยงลูกโป่ง สังเกตแนวการเคลื่อนที่ของเม็ดกลมพลาสติกและตอบคำถามในแบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 2.1.3

สังเกตและบอกลักษณะการเคลื่อนที่ของเม็ดกลมพลาสติกจากสถานการณ์



Centripetal Force - Cool Science Experiment

จากคลิปวิดีโอเม็ดกลมพลาสติก
มีแนวการเคลื่อนที่อย่างไร



ภาพที่ 2.1.3 แสดงการออกแรงเหวี่ยงลูกโป่งจากคลิปวิดีโอ Centripetal Force - Cool Science Experiment

ที่มา : <https://youtu.be/yyDRI6iQ9Fw>

**คำถามท้าทายกิจกรรม**

- จากกิจกรรมเมื่อออกแรงเหวี่ยงลูกโป่ง ลูกกลมพลาสติกจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
.....
- จากข้อ 1 ลูกกลมพลาสติกที่อยู่ด้านในมีแนวการเคลื่อนที่อย่างไร
.....
- ความเร็วในการเหวี่ยงลูกโป่ง มีผลต่อการเคลื่อนที่ของลูกกลมพลาสติกในลูกโป่งหรือไม่อย่างไร
.....
- ขณะลูกกลมพลาสติกเคลื่อนที่มีแรงใดบ้างกระทำต่อลูกกลมพลาสติก และแรงนั้นมีทิศทางอย่างไร (วาดภาพประกอบ)
.....
.....
- จากกิจกรรมนี้ นักเรียนคิดว่าลูกกลมพลาสติกจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ ขึ้นกับปัจจัยใดบ้าง
.....

เม็ดกลมพลาสติก





จากกิจกรรมนักเรียนคิดว่าลูกกลมพลาสติกมีแนวการเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้อย่างไร

.....

.....

.....



จากกิจกรรมที่ 2.1.2 นักเรียนคิดว่า
ถ้าขณะเหวี่ยงลูกโป่ง แล้วลูกโป่งแตก
ลูกกลมพลาสติกจะเคลื่อนที่ต่อไปอย่างไร





ใบกิจกรรมที่ 2.1.3 สรุปปลายรางโค้ง



ใช้เวลา 5 นาที

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทำกิจกรรมเพื่อบอกลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะ ขณะลูกกลมโลหะเคลื่อนที่บนรางโค้งวงกลม และขณะลูกกลมโลหะหลุดจากปลายรางโค้งวงกลมได้
2. บอกได้ว่าการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะบนรางโค้งจะต้องมีแรงสู่ศูนย์กลางกระทำในทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุตลอดเวลา

อุปกรณ์

- | | |
|---|-------------|
| 1. ชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลมตามรางโค้ง | จำนวน 1 ชุด |
| 2. ลูกกลมโลหะ | จำนวน 1 ลูก |



วิธีดำเนินการกิจกรรม

1. ให้นักเรียนออกแรงดีดลูกกลมโลหะให้เคลื่อนที่ไปตามรางโค้งวงกลมดังภาพที่ 2.1.3



ภาพที่ 2.1.3 แสดงชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลมตามรางโค้ง
ที่มา : ถ่ายโดยนางนุจรี มณีจันทร์ , เมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559

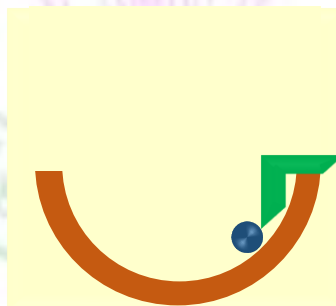
2. สังเกตแนวการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะขณะเคลื่อนที่ตามรางโค้ง และขณะลูกกลมโลหะเคลื่อนที่พ้นจากปลายรางโค้งโค้งวงกลม สังเกตผลและตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2.1.3





คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อออกแรงตีลูกกลมโลหะให้เคลื่อนที่ตามรางโค้งวงกลม ลูกกลมโลหะจะมีแนวการเคลื่อนที่อย่างไร
.....
.....
2. ขณะลูกกลมเหล็กเคลื่อนที่ตามรางโค้งวงกลม มีแรงใดบ้างกระทำต่อลูกกลมเหล็ก และแรงนั้นมีทิศทางอย่างไร (เขียนทิศของแรงกระทำลงในภาพ)
.....
.....
.....
3. จากกิจกรรม เมื่อลูกกลมโลหะเคลื่อนที่หลุดจากปลายรางโค้งวงกลม ลูกกลมโลหะจะแนวการเคลื่อนที่อย่างไร
.....
.....
.....
4. จากข้อ 3 นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดลูกกลมโลหะจะเคลื่อนที่อย่างนั้น เมื่อหลุดจากปลายรางโค้ง
.....





ใบกิจกรรมที่ 2.1.4

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ



ใช้เวลา 30 นาที

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อหาคาบและความถี่ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อรัศมีคงตัว
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และรัศมีของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อแรงคงตัว

คำชี้แจง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน (คละความสามารถเก่ง 1 คน ปานกลาง 1-2 คน และ อ่อน 1-2 คน)
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ในการดำเนินกิจกรรม และปฏิบัติกิจกรรมให้ทันตามเวลาที่กำหนด
3. นักเรียนบันทึกผลการดำเนินกิจกรรม ในแบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 2.1.4
4. เมื่อปฏิบัติทดลองเสร็จสิ้น ให้นักเรียนเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อย พร้อมทั้งเขียนรายงานการดำเนินกิจกรรมในแบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 2.1.4 และตอบคำถามท้ายกิจกรรม
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินการเขียนรายงานโดยใช้แบบประเมินการเขียนรายงาน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

วัสดุ/อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|--|-----------------|
| 1. ชุดทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม | จำนวน 1 ชุด |
| 2. นอต | จำนวน 5 ตัว |
| 3. นาฬิกาจับเวลา | จำนวน 1 เครื่อง |

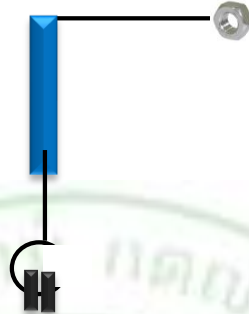




วิธีดำเนินการกิจกรรม

ขั้นเตรียมอุปกรณ์การทดลอง

1. จัดชุดอุปกรณ์การเคลื่อนที่แบบวงกลม เพื่อเตรียมทำการทดลองดังภาพที่ 2.1.4



ภาพที่ 2.1.4 แสดงชุดอุปกรณ์การเคลื่อนที่แบบวงกลม

ที่มา : ถ่ายโดยนางนุจรี มณีจันทร์ , เมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559

2. วัดระยะห่างจากจุดกึ่งกลางของจูกยางของจูกยางตามแนวเส้นเชือกออกไปถึงปลายบนของท่อพีวีซี ให้ได้ระยะ 60 เซนติเมตร
3. ใช้ลวดเสียบกระดาษเสียบที่ปลายล่างของเส้นเชือก เพื่อไม่ให้เส้นเชือกเลื่อนขณะทำการเหวี่ยงวัตถุให้เคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ
4. ใช้หลอดแขวนที่ขอกเกี่ยวโลหะ 2 ตัว โดยกำหนดให้หลอด 1 ตัว แทนแรงขนาด $1F$ กำหนดให้หลอดที่ใช้ในการทดลองมีขนาดใกล้เคียงกัน
5. จับท่อพีวีซีแหว่งให้จูกยางเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบระดับ โดยให้ลวดที่เสียบที่เส้นเชือก อยู่ ณ ตำแหน่งเดิมตลอดเวลา
6. จับเวลาในการเคลื่อนที่ของจูกยางครบ 30 รอบ
7. จากนั้นนำมาคำนวณหาคาบ (T) ของการเคลื่อนที่ของจูกยาง

ขั้นดำเนินการทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบและแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว เมื่อรัศมีคงตัว

8. ทำการทดลองซ้ำข้อ 4-7 แต่เพิ่มจำนวนหลอดเป็น 3 , 4 , 5 และ 6 ตัว
9. บันทึกขนาดของแรงดึง F (จำนวนหลอดที่ใช้แขวนที่ตะขอ) กับคาบ T และส่วนกลับของคาบยกกำลังสอง ($1/T^2$)
10. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึง F กับส่วนกลับของคาบยกกำลังสอง ($1/T^2$)





วิธีดำเนินการกิจกรรม

ตอนที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบและรัศมีของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบ

ระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว เมื่อแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่คงตัว

11. ใช้นอต 4 ตัว แขนงที่ขึงเกี่ยวโลหะ แกว่งให้จุกยางเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว โดยใช้รัศมีของการเคลื่อนที่ 40 เซนติเมตร
12. จับท่อพีวีซีแกว่งให้จุกยางเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบระดับ โดยให้หลอดที่เสียบที่เส้นเชือก อยู่ ณ ตำแหน่งเดิมตลอดเวลา
13. จับเวลาในการเคลื่อนที่ของจุกยางครบ 30 รอบ
14. จากนั้นนำมาคำนวณหาคาบ (T) ของการเคลื่อนที่ของจุกยาง
15. ทำการทดลองซ้ำข้อ 11 โดยเปลี่ยนรัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลมเป็น 50 60 70 และ 80 เซนติเมตร
16. คำนวณหาเวลาของการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ (T) และคาบยกกำลังสอง (T^2) ของแต่ละครั้งทำการทดลอง บันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลอง
17. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี (r) กับคาบยกกำลังสอง (T^2) โดยให้คาบยกกำลังสองเป็นค่าแนวแกนนอน





แบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 2.1.4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อเลขที่.....หน้าที่.....
2. ชื่อเลขที่.....หน้าที่.....
3. ชื่อเลขที่.....หน้าที่.....
4. ชื่อเลขที่.....หน้าที่.....
5. ชื่อเลขที่.....หน้าที่.....

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. จากกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนคิดว่าแรงใดทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่แบบวงกลม
.....
2. นักเรียนคิดว่าจำนวนรอบที่แขวนขอกีฬาลูกบอล มีผลต่อการเคลื่อนที่ของลูกบอลเมื่อแกว่งให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับหรือไม่ อย่างไร
.....
3. นักเรียนคิดว่าความยาวเส้นเชือก มีผลต่อการเคลื่อนที่ของลูกบอลเมื่อแกว่งให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับหรือไม่ อย่างไร
.....

สมมติฐานการทดลอง

.....
.....

สมมติฐานการทดลอง

ตอนที่ 1

ตัวแปรต้น.....
ตัวแปรตาม.....
ตัวแปรควบคุม.....

ตอนที่ 2

ตัวแปรต้น.....
ตัวแปรตาม.....
ตัวแปรควบคุม.....





ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อรัศมีคงตัว

รัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลมมีค่าเท่ากับ.....เซนติเมตร.
น้ำหนักของนอต 1 ตัว เท่ากับนิวตัน

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อรัศมีคงตัว

จำนวนนอต (ตัว)	เวลาในการเคลื่อนที่ครบ 30 รอบ			เวลาเฉลี่ย วินาที	คาบเฉลี่ย : T วินาที	$\frac{1}{T^2}$
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3			
2						
3						
4						
5						
6						

ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และรัศมีของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อแรงคงตัว

น้ำหนักของนอต 4 ตัว เท่ากับนิวตัน
กำหนดให้ นอต 1 ตัว มีขนาดเท่ากับ 1 F

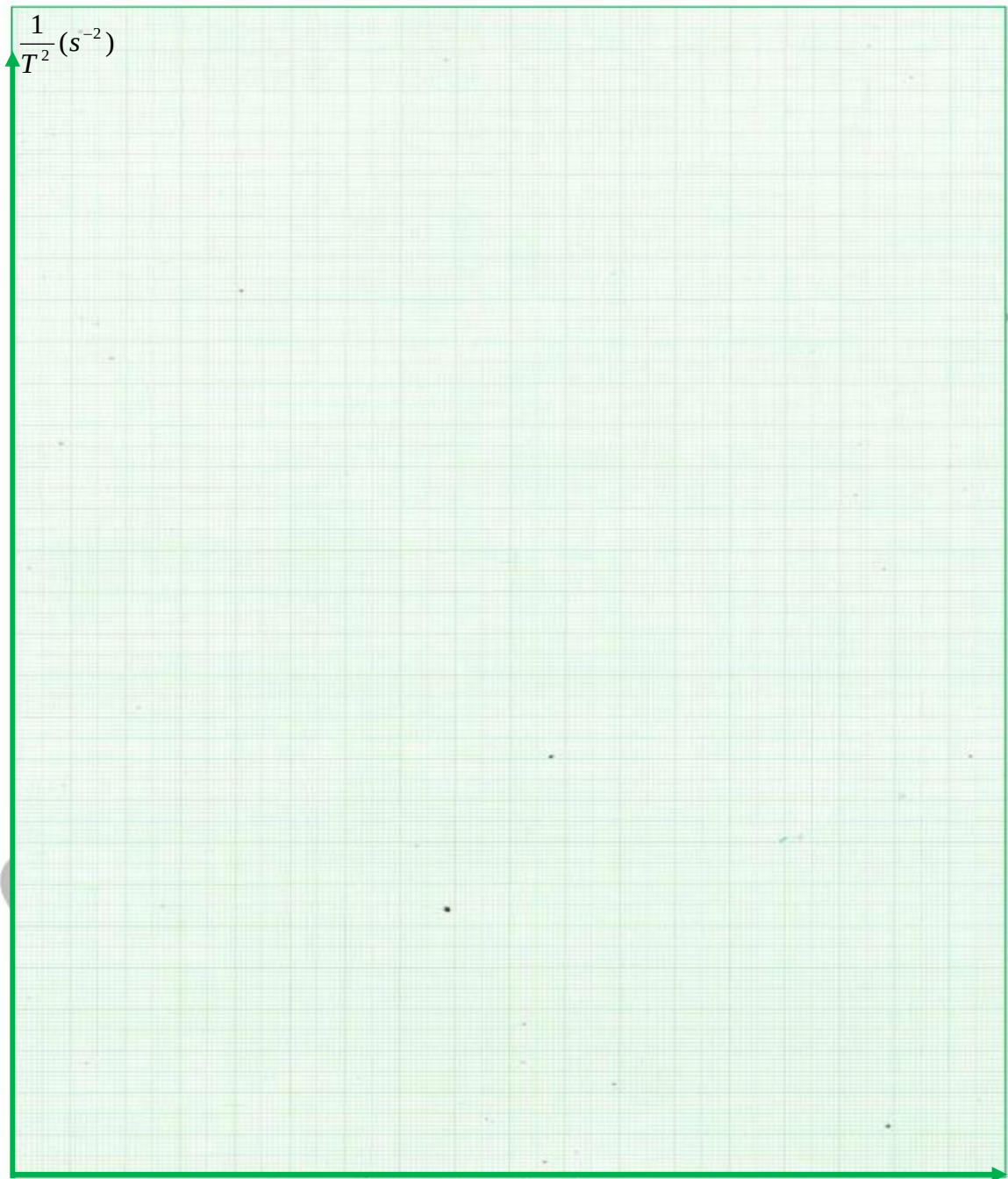
ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และรัศมีของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อแรงคงตัว

รัศมีของ การ เคลื่อนที่	เวลาในการเคลื่อนที่ครบ 30 รอบ			เวลาเฉลี่ย วินาที	คาบเฉลี่ย : T วินาที	T^2
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3			
40						
50						
60						
70						
80						





เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบกับส่วนกลับของคาบยกกำลังสอง



F (จำนวนรอบ)

จากกราฟสรุปความสัมพันธ์ได้ว่า

.....

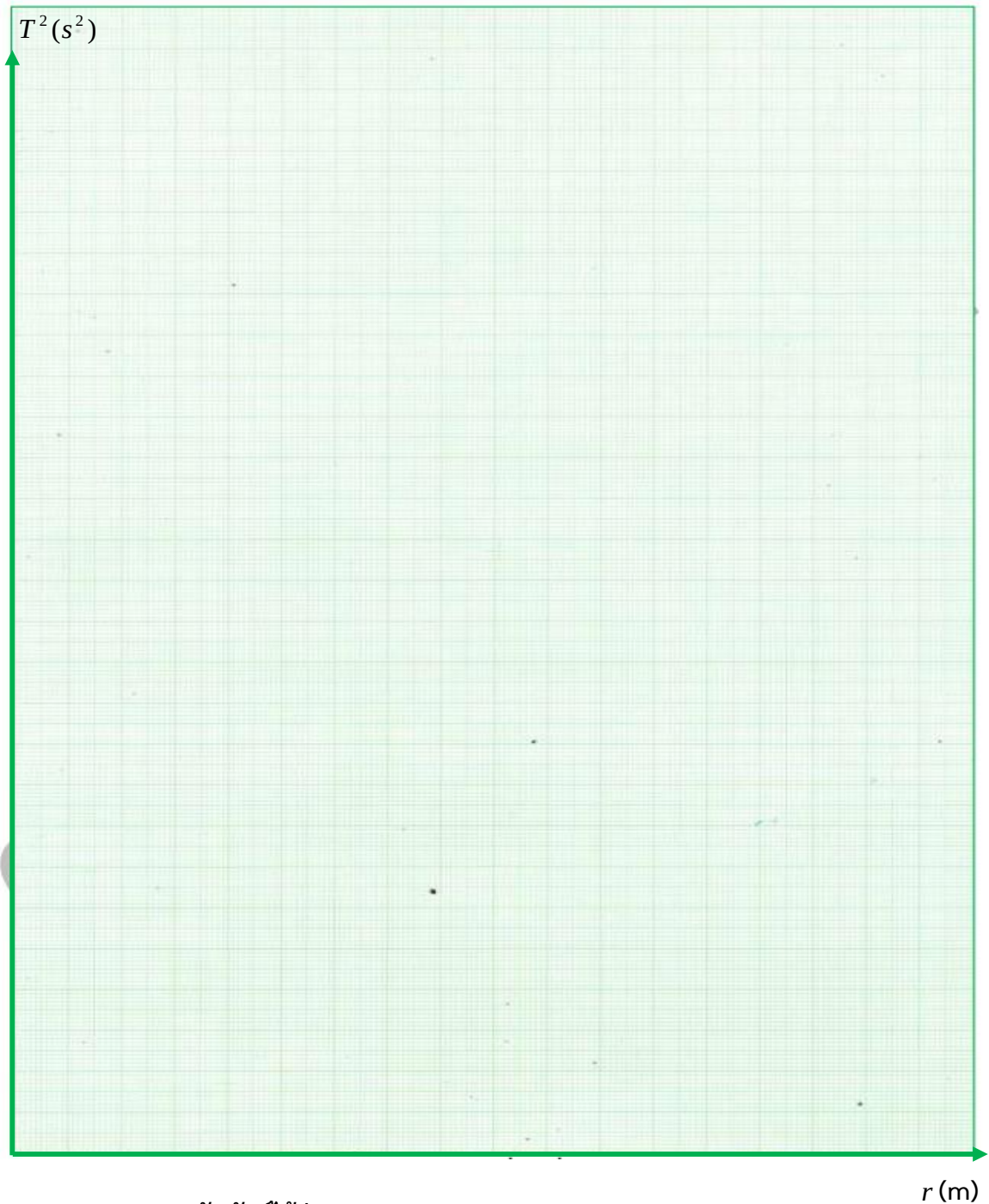
.....

.....





เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีกับคาบยกกำลังสอง



จากกราฟสรุปความสัมพันธ์ได้ว่า

.....

.....

.....

.....





อภิปรายผลและสรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อแกว่งลูกยางให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมด้วยอัตราเร็วต่างกัน ขนาดของแรงตึง F ในเส้นเชือกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. ขณะแกว่งลูกยางในระนาบระดับ เมื่อลูกยางมีอัตราเร็วต่างกัน ลูกยางจะอยู่ในระนาบเดียวกันได้หรือไม่
3. เมื่อขนาดของแรงตึงในเส้นเชือกเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ของลูกยางครบ 1 รอบ จะเป็นอย่างไร
4. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงตึง (F) กับส่วนกลับของคาบยกกำลังสอง ($\frac{1}{T^2}$) มีลักษณะใดและจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองในลักษณะใด
5. เมื่อรัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลมเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่แบบวงกลมครบ 1 รอบจะเป็นอย่างไร
6. กราฟการกระจัดกับเวลา และกราฟความเร็วกับเวลาเป็นกราฟที่ได้จากการเคลื่อนที่ของรถทดลองที่รอบ
7. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีของการเคลื่อนที่ (r) กับคาบยกกำลังสอง (T^2) มีลักษณะใด และจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองในลักษณะใด





ใบความรู้ที่ 2.1

ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม



ใช้เวลา 15 นาที

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุ และบอกได้ว่าการเคลื่อนที่แบบวงกลมจะต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางและวัตถุมีความเร่งสู่ศูนย์กลาง
2. บอกความหมายของคาบและความถี่
3. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของวงกลม อัตราเร็วและมวลของวัตถุ ซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลม



การเคลื่อนที่แบบวงกลม เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นรูปวงกลมหรือเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของวงกลม เช่น การเคลื่อนที่ของมอเตอร์ไซด์ไต่ถัง รถไฟเหาะตีลังกา การโคจรของดาวเทียมรอบโลก หรือกีฬาขว้างก้อนเป็นต้น



ภาพที่ 2.1.5 ก แสดงมอเตอร์ไซด์ไต่ถัง



ภาพที่ 2.1.5 ข แสดงรถไฟเหาะตีลังกา



ภาพที่ 2.1.5 ค แสดงการโคจรของดาวเทียมรอบโลก

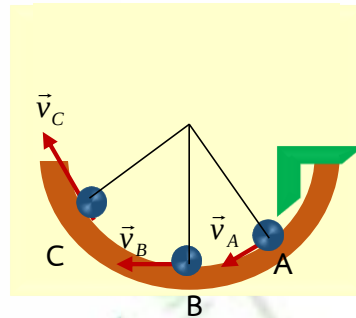
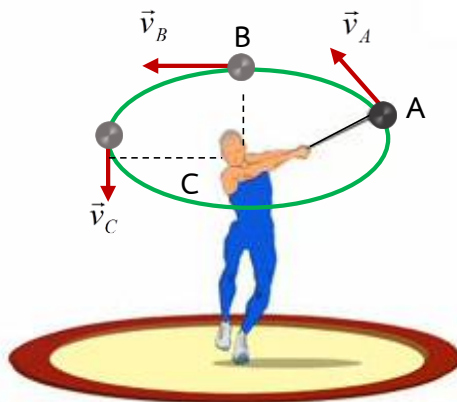


ภาพที่ 2.1.5 ง แสดงกีฬาขว้างก้อน





เมื่อวัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลม จะพบว่าทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจะไปทางเดียวกับความเร็ว ซึ่งอยู่ในแนวเส้นสัมผัสเส้นโค้ง ณ ตำแหน่งนั้นๆ ดังภาพที่ 2.1.6



ภาพที่ 2.1.6 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่และทิศของความเร็วของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่แบบวงกลม
ที่มา : วาดโดยนางนุจรี มณีจันทร์ , เมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559

จากภาพที่ 2.1.6 ขณะวัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลม ต้องมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุในทิศพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลางตลอดเวลา ซึ่งเรียกแรงลัพธ์นี้ว่า **แรงสู่ศูนย์กลาง** ($\vec{F}_c$) และมีทิศตั้งฉากกับความเร็วของวัตถุตลอดเวลา



แรงสู่ศูนย์กลางมีทิศตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุตลอดเส้นทางการเคลื่อนที่

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่ พบว่ามีแรงกระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง (**แรงสู่ศูนย์กลาง : $\vec{F}_c$**) และมีทิศตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุตลอดเวลา ดังนั้นแสดงว่าความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไปตลอดเวลาเช่นกัน เป็นผลให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งตามกฎข้อที่สองของนิวตัน

การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงที่ วัตถุมีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ตลอดเวลา แสดงว่าความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไปตลอดเวลาเป็นผลให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง





ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่

1. คาบ (Period : T) คือ เวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ หน่วยเป็น วินาที/รอบ
2. ความถี่ (Frequency : f) คือ จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ภายในเวลา 1 วินาที หน่วยเป็น รอบ/วินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

เมื่อวัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่ คาบ และความถี่จะมีค่าคงที่ โดยคาบและความถี่สัมพันธ์กันโดย

$$T = \frac{1}{f} \quad \longrightarrow (1)$$

3. อัตราเร็วเชิงเส้น (velocity : v) เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 1 รอบ ซึ่งเท่ากับความยาวของเส้นรอบวง จะใช้เวลาเท่ากับ 1 คาบ

ดังนั้นเราสามารถหาอัตราเร็วได้จาก $v = \frac{S}{t}$

ครบ 1 รอบ

$$S = 2\pi r, t = T \quad (\text{คาบ})$$

ดังนั้น

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

หรือ

$$v = 2\pi r f \quad \longrightarrow (2)$$

4. อัตราเร็วเชิงมุม (Angular speed)

อัตราเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม ที่กล่าวมาแล้วนั้นคือ ความยาวของส่วนโค้งที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 วินาที ซึ่งเราอาจเรียกว่า อัตราเร็วเชิงเส้น (v)

แต่ในที่นี้ยังมีอัตราเร็วอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นการบอกอัตราการเปลี่ยนแปลงของมุมที่จุดศูนย์กลางเนื่องจากการกวาดไปของรัศมีใน 1 วินาที เรียกว่า อัตราเร็วเชิงมุม (ω)

นิยาม

อัตราเร็วเชิงมุม (ω) คือ มุมที่รัศมีกวาดไปได้ในเวลาหนึ่งหน่วย มีหน่วยเป็น เรเดียน/วินาที

และจากนิยามอัตราเร็วเชิงมุม จะได้ว่า

$$\omega = \frac{\theta}{t} \quad \longrightarrow (3)$$

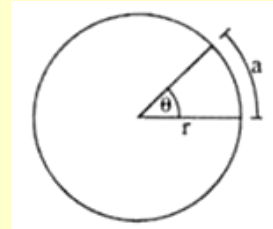




ความสัมพันธ์ระหว่างมุมในหน่วยองศากับเรเดียน

เมื่อพิจารณาวงกลม พบว่ามุมรอบจุดศูนย์กลางของวงกลมเท่ากับ 360 องศา โดยส่วนเส้นโค้งที่รองรับมุมก็คือ เส้นรอบวง

$$\begin{aligned}\text{จาก} \quad \theta &= \frac{a}{r} \\ \text{เมื่อ } a &= 2\pi \text{ จะได้ว่า} \quad \theta = \frac{2\pi}{r} \\ \theta &= 2\pi \text{ เรเดียน}\end{aligned}$$



สรุปได้ว่า มุม 360° เทียบได้กับมุม 2π เรเดียน

เมื่อพิจารณาวัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่ครบ 1 รอบพอดี

$$\begin{aligned}\text{จาก} \quad \omega &= \frac{\theta}{t} \\ \text{พบว่า } \theta &= 2\pi \text{ เรเดียน, } t = T \text{ วินาที (คาบ)}\end{aligned}$$

นิยาม มุม 1 เรเดียน มีค่าเท่ากับมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม ซึ่งมีส่วนโค้งรองรับมูยาวเท่ากับรัศมี หรือกล่าวได้ว่า มุมในหน่วยเรเดียน คือ อัตราส่วนระหว่างส่วนเส้นโค้งที่รองรับมุมที่รัศมีของวงกลม

$$\text{จะได้ว่า} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{หรือ} \quad \omega = 2\pi f$$

ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเชิงเส้น (v) และอัตราเร็วเชิงมุม (ω)

ถ้า a คือ ความยาวของส่วนโค้งที่รองรับมุม

r คือ รัศมีของส่วนโค้ง

θ คือ มุมที่จุดศูนย์กลางเป็นเรเดียน

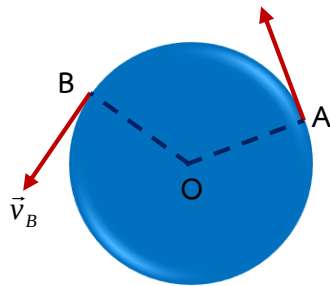
$$\text{จะได้ว่า} \quad \theta = \frac{a}{r}$$

5. ความเร่งสู่ศูนย์กลาง (a_c)

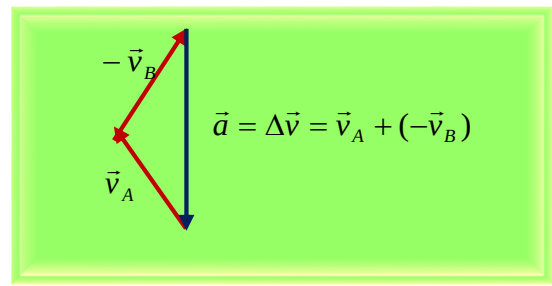
วัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลม ด้วยอัตราเร็วคงที่ โดยมีแรงกระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางทำให้ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไปตลอดเวลา โดยมีความเร่งตามกฎข้อสองของนิวตัน ถ้าพิจารณาวัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป B ในช่วงเวลาสั้นๆ Δt ดังภาพที่ 2.1.7 ต้องการหาความเร่งที่เกิดขึ้น

ถ้าพิจารณาวัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป B ในช่วงเวลาสั้นๆ Δt ดังรูป ต้องการหาความเร่งที่เกิดขึ้น





ภาพที่ 2.1.7 ก



ภาพที่ 2.1.7 ข

ภาพที่ 2.1.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลมทำให้เกิดความเร่ง
ที่มา : วาดโดยนางนุจรี มณีจันทร์ , เมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559

จากภาพที่ 2.1.7 ข จะเห็นว่าเมื่อความเร็วเปลี่ยนเนื่องจากทิศการเคลื่อนที่แบบวงกลมเปลี่ยน จะมีความเร่งเกิดขึ้นโดยความเร่งจะมีทิศพุ่งเข้าหาศูนย์กลางของวงกลม เรียกว่า **ความเร่งสู่ศูนย์กลาง**

เนื่องจากวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ v ความเร็วขณะใดขณะหนึ่งจึงมีขนาดเท่ากันที่ $v_A = v_B = v$ ถ้าวัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป B ใช้เวลา Δt สั้นๆ A และ B จะอยู่ใกล้กันมาก อาจถือได้ว่า ความยาวเส้นตรง AB มีค่าเท่ากับความยาวของส่วนโค้ง AB ซึ่งมีค่าเท่ากับ $v\Delta t$ (จาก $S = v \times t$ จึงเขียนได้ว่า)

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

$$\frac{\Delta t}{\Delta v} = \frac{r}{v^2}$$

หรือ

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2}{r}$$

นั่นคือ

$$a = \frac{v^2}{r}$$

(4)

และ a มีทิศพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลาง

กำหนดให้

a_c = ความเร่งสู่ศูนย์กลาง หน่วย m/s^2

v = อัตราเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม หน่วย m/s

r = รัศมีของวงกลม หน่วย m

6. แรงสู่ศูนย์กลาง





จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน และการเคลื่อนที่แบบวงกลม แรงลัพธ์ที่มากกระทำต่อวัตถุกับความเร่งของวัตถุจะมีทิศทางเดียวกัน คือทิศเข้าหาจุดศูนย์กลาง ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\Sigma F = ma \quad (\Sigma F \text{ คือ } F_c)$$

ได้ว่า $F_c = ma_c \quad (a_c = \frac{v^2}{r})$

หรือ

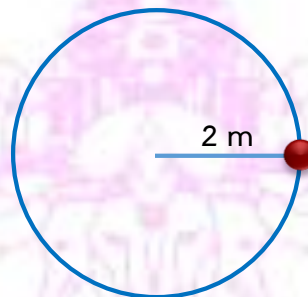
$$F_c = \frac{mv^2}{r} \quad \text{-----} \rightarrow (5)$$

ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 1 วัตถุมวล 0.1 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่เป็นวงกลม มีรัศมีความโค้ง 2 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงที่ 20 เมตรต่อวินาที จงหา

- | | | |
|---------------------|-------------------------|----------------------|
| 1) คาบ | 2) ความถี่ | 3) อัตราเร็วเชิงเส้น |
| 4) อัตราเร็วเชิงมุม | 5) ความเร่งสู่ศูนย์กลาง | 6) แรงสู่ศูนย์กลาง |

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

เปลี่ยนโจทย์เป็นภาพ



โจทย์บอกอะไร

- 1) มวล $m = 0.1$ กิโลกรัม
- 2) รัศมี $r = 2$ เมตร

โจทย์ต้องการอะไร

- 1) คาบ : T
- 2) ความถี่ : $f = \frac{1}{T}$
- 3) อัตราเร็วเชิงเส้น : $v = \frac{2\pi r}{T}$
- 4) อัตราเร็วเชิงมุม : $\omega = \frac{2\pi}{T}$
- 5) ความเร่งสู่ศูนย์กลาง : $a_c = \frac{v^2}{r}$
- 6) แรงสู่ศูนย์กลาง : $F_c = \frac{mv^2}{r}$

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา





1) $v = \frac{2\pi r}{T}$

2) $f = \frac{1}{T}$

3) $v = \frac{2\pi r}{T} = 20 \text{ m/s}$

4) $\omega = \frac{2\pi}{T}$

5) $a_c = \frac{v^2}{r}$

6) $F_c = \frac{mv^2}{r}$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผน

1) $v = \frac{2\pi r}{T}$

$$20 = \frac{2\left(\frac{22}{7}\right)2}{T}$$

$$T = 0.63 \text{ s}$$

2) $f = \frac{1}{T}$

$$f = \frac{1}{0.63}$$

$$f = 1.59 \text{ Hz}$$

3) $v = 20 \text{ m/s}$

4) $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$$\omega = \frac{2\left(\frac{22}{7}\right)}{0.63}$$

$$\omega = 48.51 \text{ rad/s}$$

5) $a_c = \frac{v^2}{r}$

$$a_c = 200 \text{ m/s}^2$$

6) $F_c = 0.1 \times 200$

$$F_c = 20 \text{ N}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน

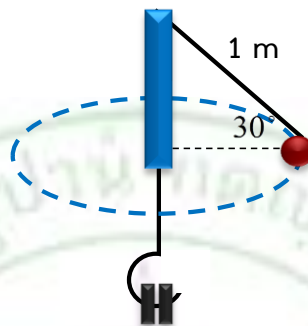
- 1) คาบของการเคลื่อนที่เท่ากับ 0.63 วินาที
- 2) ความถี่ของการเคลื่อนที่ 1.59 เฮิรตซ์
- 3) อัตราเร็วเชิงเส้น 20 เมตร/วินาที
- 4) อัตราเร็วเชิงมุม 48.51 เรเดียน/วินาที
- 5) ความเร่งสู่ศูนย์กลางมีค่า 200 เมตร/วินาที²
- 6) แรงสู่ศูนย์กลางมีค่า 40 นิวตัน





ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 2 ในการทดลองการแกว่งของชุดการเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวระดับ ด้วยอัตราเร็วคงตัว และเชือกยาว 1 เมตร ทำมุม 30 องศา แนวระดับตลอดเวลา ดังแสดงในรูป ถ้า น้ำหนักของขอกีฬาและนอตที่ใช้มีค่า 2 นิวตัน จงหาขนาดของแรงสู่ศูนย์กลาง ความเร่ง และความเร็ว ของวัตถุ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

โจทย์บอกอะไร

- 1) $L = 1$ เมตร
- 3) $mg = 2$ นิวตัน

โจทย์ต้องการอะไร

- 1) แรงสู่ศูนย์กลาง : F_C
- 2) ความเร่งสู่ศูนย์กลาง : a_C
- 3) ความเร็ว : v

ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา

$$1) F_C = ma_c = \frac{mv^2}{r}$$

$$F_C = T \cos 30^\circ$$

$$2) a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$F_C = ma_c$$

$$\text{หา } m \text{ จาก } T \sin \theta = mg$$

$$a_c = \frac{F_c}{m}$$

$$3) a_c = \frac{v^2}{r}$$





$$1) F_c = T \cos 30^\circ$$

$$F_c = 2 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right) = \sqrt{3} N$$

$$2) F_c = ma_c$$

$$\text{หา } m \text{ จาก } T \sin \theta = mg$$

$$2 \sin 30^\circ = m(10)$$

$$m = \frac{2}{2 \times 10} = 0.1 \text{ kg}$$

$$\sqrt{3} = 0.1 a_c$$

$$a_c = 10\sqrt{3} \text{ m/s}^2$$

$$3) a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$10\sqrt{3} = \frac{v^2}{r}; r = l \cos \theta = l \cos 30^\circ$$

$$10\sqrt{3} = \frac{v^2}{l \cos 30^\circ} = \frac{v^2}{1 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right)}$$

$$v = \sqrt{15} \text{ m/s} = 3.87 \text{ m/s}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน

- 1) แรงสู่ศูนย์กลางมีขนาดเท่ากับ $\sqrt{3}$ นิวตัน
- 2) ความเร่งสู่ศูนย์กลางมีขนาดเท่ากับ $10\sqrt{3}$ เมตร/วินาที²
- 3) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ $\sqrt{15}$ เมตร/วินาที





ใบกิจกรรมที่ 2.1.5 : แบบฝึกทักษะ

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมแรงสู่ศูนย์กลาง



ใช้เวลา 5 นาที

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. บอกความแตกต่างระหว่างการเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบหมุนได้
2. บอกได้ว่าวัตถุที่มีแนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม เนื่องจากมีแรงกระทำในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลมและตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุตลอดเวลา

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม หรือ การเคลื่อนที่แบบหมุน โดยให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้อง
2. และหากภาพนั้นมีแนวการเคลื่อนที่แบบวงกลมให้นักเรียน ระบุแรงที่ทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลางในการเคลื่อนที่แบบวงกลม

1.

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบหมุน☐ แนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แรงสู่ศูนย์กลางคือ

ภาพที่ 2.1.8 แสดงม้าหมุน

2.

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบหมุน☐ แนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แรงสู่ศูนย์กลางคือ

ภาพที่ 2.1.9 แสดงรถยนต์ไต่ถัง





3.



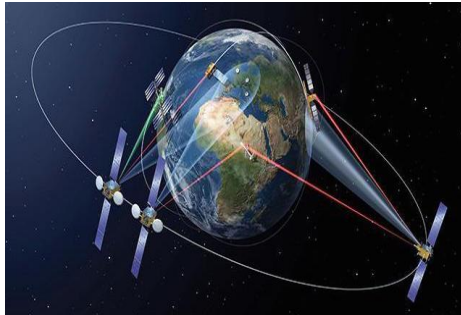
ภาพที่ 2.1.10 แสดงรถยนต์ไต่ถัง

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบหมุน

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แรงสู่ศูนย์กลางคือ

4.



ภาพที่ 2.1.11 แสดงการโคจรของดาวเทียม

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบหมุน

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แรงสู่ศูนย์กลางคือ

5.



ภาพที่ 2.1.12 แสดงการเคลื่อนที่ของรถไฟเหาะตีลังกา

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบหมุน

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แรงสู่ศูนย์กลางคือ

6.



ภาพที่ 2.1.13 แสดงการหมุนของเข็มนาฬิกา

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบหมุน

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แรงสู่ศูนย์กลางคือ





ใบกิจกรรมที่ 2.1.6 : แบบฝึกทักษะ
เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม



ใช้เวลา 10 นาที

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. บอกได้ว่าการเคลื่อนที่แบบวงกลมจะต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลาง และวัตถุมีความเร่งสู่ศูนย์กลาง
2. คำนวณหาคาบ ความถี่ แรงสู่ศูนย์กลาง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็วเชิงเส้น และ อัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลม

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ พร้อมทั้งดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามเทคนิคของโพลยา
2. เมื่อดำเนินการตามขั้นตอนทั้ง 4 เสร็จเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนตรวจสอบกับเฉลยท้ายเล่ม
3. นักเรียนช่วยตรวจสอบคำตอบของเพื่อน ๆ ในกลุ่ม
4. หากมีข้อสงสัย หรือประเด็นเพิ่มเติมให้สอบถามครูผู้สอน





ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ตามเทคนิคของโพลยา 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. อ่านโจทย์
2. เปลี่ยนโจทย์เป็นภาพ (วาดภาพ)
3. ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และกำหนดเป็นสัญลักษณ์
4. วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร แทนค่าสิ่งที่โจทย์ต้องการด้วยตัวแปร

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญา

5. เลือกสมการเพื่อแก้โจทย์ปัญหา โดยพิจารณาความเป็นไปได้จากข้อมูลที่มี

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญา

6. ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญา

7. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ และทวนคำถามของโจทย์



หมั่นฝึกทำตามขั้นตอนของโพลยา
รับรองฟิสิกส์ไม่ใช่เรื่องยากอีกต่อไป





ตอนที่ 1 เป็นแบบฝึกทักษะประเภทถูกผิด ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าหัวข้อที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อที่ผิด (ข้อละ 1 คะแนน)

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้องและข้อใดกล่าวผิด เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม ในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว
 -1. การขับรถยนต์บนถนนโค้งเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม
 -2. การหมุนของล้อรถเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม
 -3. การโคจรของดาวเทียมสื่อสารไม่เป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม
 -4. การเคลื่อนที่แบบวงกลม แรงที่กระทำต่อวัตถุมีทิศเดียวกับทิศของความเร็ว
 -5. การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว ความเร่งมีค่าเป็นศูนย์
 -6. แรงสู่ศูนย์กลางแปรผันตรงกับกำลังสองของความเร็วและแปรผันแบบผกผันกับรัศมี
 -7. ความเร่งของการเคลื่อนที่แบบวงกลมมีทิศตามเส้นสัมผัสเส้นโค้งที่จุดนั้น
 -8. ความเร่งมีทิศตั้งฉากกับทิศของแรงสู่ศูนย์กลาง เมื่อวัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ
 -9. จากการทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว แรงสู่ศูนย์กลางแปรผันกับคาบยกกำลังสอง
 -10. จากการทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว คาบแปรผันตรงรัศมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม เมื่อแรงคงตัว

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนแสดงการแก้ปัญหาตามขั้นตอน 5 ขั้นตอนเพื่อหาคำตอบให้ถูกต้อง (ข้อละ 10 คะแนน)

2. วัตถุเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนววงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว 20 รอบในเวลา 4 วินาที จงหา
 - 2.1) คาบของการเคลื่อนที่
 - 2.2) ความถี่ของการเคลื่อนที่
 - 2.3) ถ้ารัศมีของการเคลื่อนที่เท่ากับ 2 เมตร จงหาอัตราเร็วของการเคลื่อนที่

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

.....

.....

ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหา





ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน

.....

.....

.....

3. ลูกยางกลมลูกหนึ่งผูกไว้กับเชือกแล้วแกว่งให้เคลื่อนที่ตามแนววงกลมรัศมี 1.30 เมตร ด้วยความถี่ 5.0 รอบ/วินาที จงหาความเร่งสู่ศูนย์กลางของลูกยางกลม

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....





ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน

.....

.....

.....

4. จงหาความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมรัศมี 16.0 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 40.0 เมตร/วินาที

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....





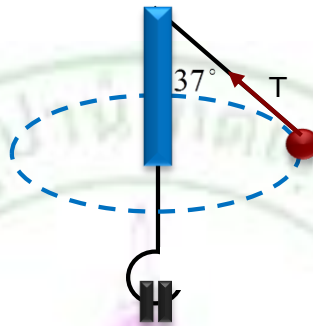
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน

.....

.....

5. จากรูปจงหาอัตราเร็วเชิงเส้นและอัตราเร็วเชิงมุม ถ้าวัตถุถูกแกว่งเป็นวงกลมสม่ำเสมอในแนวระดับโดยเชือกทำมุม 37° องศากับแนวดิ่งตลอดเวลา

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน

.....

.....





ใบกิจกรรมที่ 2.1.7 แผนผังโน้ตค้น Concept Mapping

⌚ ใช้เวลา 10 นาที

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เขียนสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และจากการศึกษาใบความรู้ มาสรุปเป็นแผนผังความคิด โดยให้ครอบคลุมตามประเด็นที่กำหนดไว้ในกรอบสี่เหลี่ยมด้านล่างนี้ **(คะแนนเต็ม 10 คะแนน)**

1. ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม
2. ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุในชีวิตประจำวัน
3. ปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม ได้แก่ คาบ ความถี่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม แรงสู่ศูนย์กลาง และความเร่งสู่ศูนย์กลาง





ผังโน้ตสนั้





นำความรู้ไปประยุกต์ใช้

Did you know?

รู้หรือไม่กีฬาขว้างขว้อนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม



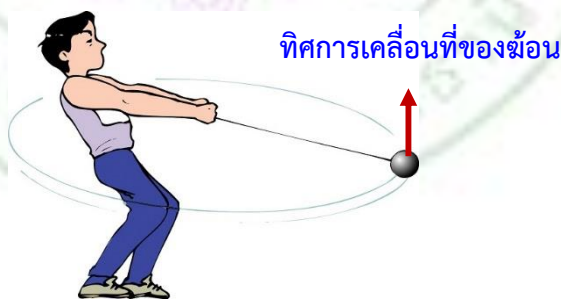
ภาพที่ 2.1.14 แสดงการเหวี่ยงขว้อนในกีฬาขว้างขว้อน

ที่มา : <http://riduwan002.blogspot.com/2017/03/blog->

รับชมคลิปวิดีโอได้ที่นี้คะ

การแข่งขันกีฬาขว้างขว้อน

เป็นการเหวี่ยงขว้อนให้มีแนวการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ โดยไม่ให้ค้อนสัมผัสกับพื้นดิน และตัวค้อนต้องอยู่ภายในรัศมีของลานวงกลม ก่อนทำการขว้างค้อนนักกีฬาจะเหวี่ยงขว้อนให้มีแนวการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบเฉียง ๆ โดยทำมุม 45 องศากับแนวระดับ เมื่อนักกีฬาขว้างขว้อนออกไปขว้อนจะเคลื่อนที่ออกไปในแนวเส้นตรงตามเส้นสัมผัสของวงกลม ณ ขณะนั้นซึ่งทำมุม 45 องศากับแนวระดับ เพื่อให้ค้อนเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุดในแนวระดับตามหลักของการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์



ภาพที่ 2.1.15 แสดงทิศการเคลื่อนที่ของค้อน ตามแนวเส้นสัมผัสของการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ที่มา : วาดโดยนางนุจรี มณีจันทร์ , เมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559





ตารางบันทึกผลการประเมินคะแนนระหว่างเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม
เล่มที่ 2.1 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

การวัดและ ประเมินผล	ที่มาของคะแนน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	เกณฑ์การผ่าน	สรุปผล	
					ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์
ด้านความรู้	แบบทดสอบก่อนเรียน	20		16		
	คำถามหลังกิจกรรมที่ 2.1.2	5		4		
	คำถามหลังกิจกรรมที่ 2.1.3	4		3		
	ตอบคำถามหลังกิจกรรมที่ 2.1.5	6		5		
	เขียนผังมโนทัศน์ในใบกิจกรรมที่ 2.1.7	10		8		
รวม						
ด้านทักษะ กระบวนการ	สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ที่ 2.1.4	10		8		
	การเขียนรายงานการทดลองที่ 2.1.4	10		8		
	แสดงการคำนวณอย่างเป็นลำดับ ขั้นตอนในใบกิจกรรมที่ 2.1.6	30		24		
รวม						
ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์	10		8		
รวม						
ด้านสมรรถนะ	แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของ ผู้เรียน	10		8		
รวม						
รวมทั้งหมด						





บรรณานุกรม

- จรรย์ บุระตะ. (2555). **คู่มือ เรียนรู้ด้วยตนเอง(Self Study) ฟิสิกส์ ม.4-6 เล่ม 1.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์นิพนธ์.
- จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง. (2551). **คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 1.** (มปป). รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์.
- ชลิต เลาหุดมพันธ์. **ฟิสิกส์ขนมหวาน หนังสือฟิสิกส์สำหรับเด็ก ม.ปลาย เล่มที่ 1.** (2558). พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ.
- รันปรี ชิงห์. (มปป). **หนังสือเสริมสร้างศักยภาพและทักษะ รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 .** พิมพ์ครั้งที่ 2. อักษรเจริญทัศน์ อจท.จำกัด
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน. (2559). **หนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 .** (พิมพ์ครั้งที่ 4 (พิมพ์เพิ่มเติมครั้งที่ 1)). กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน. (2559). **คู่มือครู รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 .** (พิมพ์ครั้งที่ 4 (พิมพ์เพิ่มเติมครั้งที่ 1)). กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.
- ม้าหมุน. (2556). สืบค้นเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2559, จาก <https://pixabay.com/en/carousel-year-market-exit-joy-94267/>.
- ชิงช้า.(2560). สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มกราคม 2560, จาก <https://pixabay.com/en/ferris-wheel-amusement-park-colorful-> .
- รถไถ่ถึง. (2554). สืบค้นเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2559, จาก http://taloombon.blogspot.com/2011/05/blog-post_03.html.
- ลูกข่าง. (2557). สืบค้นเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2559, จาก <https://imgur.com/gallery/VIQje>.
- การโคจรของดาวเทียม. (2558). สืบค้นเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2559, จาก <https://www.techtalkthai.com/lasers-allows-real-time-satellite-communications/>
- ล้อจักรยานหมุน. (2559). สืบค้นเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2559, จาก <https://www.blognone.com /node/80580>.
- คิวอาร์โค้ดประกอบคลิปวิดีโอ เรื่อง Centripetal Force - Cool Science Experiment. (2559). สืบค้นเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559 จาก <https://www.the-qrcode-generator.com/>.



**บรรณานุกรม (ต่อ)**

คิวอาร์โค้ดประกอบคลิปวิดีโอ เรื่อง Centripetal Force - Cool Science Experiment.

(2559). สืบค้นเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559 จาก <https://www.the-qrcode-generator.com/>.

ภาพประกอบคลิปวิดีโอ Centripetal Force - Cool Science Experiment. (2559).

สืบค้นเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559 จาก <https://youtu.be/yyDRI6iQ9Fw>.

ภาพถ่ายชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลมตามรางโค้งวงกลม. (2559). ถ่ายเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559 โดยนางนุจรี มณีจันทร์.

ภาพวาดชุดอุปกรณ์การเคลื่อนที่แบบวงกลม. (2559). วาดเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559 โดยนางนุจรี มณีจันทร์.

มอเตอร์ไซด์ไถ่ถึง. (2560). สืบค้นเมื่อวันที่ 3 พฤษภาคม 2559 จาก <https://www.the-qrcode-generator.com/>.

มอเตอร์ไซด์ไถ่ถึง. (2558). สืบค้นเมื่อวันที่ 3 พฤษภาคม 2559 จาก <http://motorcycle.boxzaracing.com/news/7790>

รถไฟเหาะตีลังกา. (2554). สืบค้นเมื่อวันที่ 3 พฤษภาคม 2559 จาก <http://boontharik52.blogspot.com/2011/09/blog-post.html>

การเหวี่ยงก้อนในกีฬาขว้างก้อน. (2560). สืบค้นเมื่อวันที่ 3 พฤษภาคม 2559 จาก <http://riduwan002.blogspot.com/2017/03/blog->

ทิศการเคลื่อนที่และทิศของความเร็วของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่แบบวงกลม. (2559). วาดเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559 โดยนางนุจรี มณีจันทร์.

การเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลมทำให้เกิดความเร่ง. (2559). วาดเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559 โดยนางนุจรี มณีจันทร์.

คิวอาร์โค้ดประกอบคลิปวิดีโอ Athletics - Men's Hammer Throw Final - Beijing 2008 Summer Olympic Games. (2550). สืบค้นเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559 จาก <https://www.the-qrcode-generator.com/>.

รุจิวัน ยูโซ๊ะ. (2560). ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกรีฑา. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2560 จาก <http://riduwan002.blogspot.com/>

ภาพทิศการเคลื่อนที่ของก้อน ตามแนวเส้นสัมผัสของการเคลื่อนที่แบบวงกลม. (2559). วาดเมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม 2559 โดยนางนุจรี มณีจันทร์.





ภาคผนวก





เฉลยคำตอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม

ชื่อ-สกุลเลขที่.....ชั้น

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				×	11			×	
2		×			12			×	
3				×	13		×		
4	×				14		×		
5	×				15				×
6	×				16			×	
7	×				17				×
8	×				18			×	
9			×		19			×	
10		×			20		×		

คะแนนเต็ม

20

คะแนนที่ได้

คิดเป็นร้อยละ





ใบเฉลยใบกิจกรรมที่ 2.1.2

การเคลื่อนที่ของลูกกลมพลาสติกในลูกโป่ง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สังเกต และบอกลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกกลมพลาสติกเมื่อออกแรงเหวี่ยงลูกโป่งได้
2. วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของลูกกลมพลาสติก และบอกปัจจัยที่ทำให้ลูกกลมพลาสติกเคลื่อนที่ในลูกโป่งได้

อุปกรณ์

1. โทรศัพท์สมาร์ทโฟน	จำนวน	1	เครื่อง
2. ลูกโป่งกลม	จำนวน	1	ใบ
3. เม็ดกลมพลาสติก	จำนวน	1	เม็ด



วิธีดำเนินกิจกรรม

1. นักเรียนเปิดแอปพลิเคชันไลน์ (LINE) จากนั้นเปิดตัวอ่านคิวอาร์โค้ด เพื่อสแกนคิวอาร์โค้ด และรับชมคลิปวิดีโอ เรื่อง Centripetal Force - Cool Science Experiment



ภาพที่ 2.1.2 แสดงคิวอาร์โค้ดประกอบคลิปวิดีโอ เรื่อง Centripetal Force - Cool Science Experiment

ที่มา : <https://www.the-qrcode-generator.com/>





วิธีดำเนินการกิจกรรม

- นักเรียนทดลองนำเม็ดกลมพลาสติกใส่ในลูกโป่งแล้วเป่าให้ลูกโป่งออก จากนั้นออกแรงเหวี่ยงลูกโป่ง สังเกตแนวการเคลื่อนที่ของเม็ดกลมพลาสติกและตอบคำถามในแบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 2.1.3

สังเกตและบอกลักษณะการเคลื่อนที่ของเม็ดกลมพลาสติกจากสถานการณ์



Centripetal Force - Cool Science Experiment

จากคลิปวิดีโอเม็ดกลมพลาสติก
มีแนวการเคลื่อนที่อย่างไร



ภาพที่ 2.1.3 แสดงการออกแรงเหวี่ยงลูกโป่งจากคลิปวิดีโอ Centripetal Force - Cool Science Experiment

ที่มา : <https://youtu.be/yyDRI6iQ9Fw>



คำถามท้าทายกิจกรรม

- จากกิจกรรมเมื่อออกแรงเหวี่ยงลูกโป่ง ลูกกลมพลาสติกจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร **มีการเคลื่อนที่ตามผนังของลูกโป่ง**
- จากข้อ 1 ลูกกลมพลาสติกที่อยู่ด้านในมีแนวการเคลื่อนที่อย่างไร **มีแนวการเคลื่อนที่เป็นรูปวงกลม**
- ความเร็วในการเหวี่ยงลูกโป่ง มีผลต่อการเคลื่อนที่ของลูกกลมพลาสติกในลูกโป่งหรือไม่อย่างไร **มีผล คือความเร็วในการเหวี่ยงลูกโป่งที่เหมาะสมจะทำให้ลูกกลมพลาสติกมีแนวการเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ หากความเร็วที่เหวี่ยงน้อยกว่านี้ลูกกลมพลาสติกก็ไม่สามารถเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้**
- ขณะลูกกลมพลาสติกเคลื่อนที่มีแรงใดบ้างกระทำต่อลูกกลมพลาสติก และแรงนั้นมีทิศทางอย่างไร (วาดภาพประกอบ) **แรงปฏิบัติในแนวตั้งฉาก มีทิศพุ่งเข้าจุดศูนย์กลางของลูกโป่ง**
น้ำหนักของลูกโป่ง มีทิศลงล่าง
- จากกิจกรรมนี้ นักเรียนคิดว่าลูกกลมพลาสติกจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ ขึ้นกับปัจจัยใดบ้าง **ความเร็วในการเหวี่ยงลูกโป่ง**

เม็ดกลมพลาสติก





| 48



ใบเฉลยใบกิจกรรมที่ 2.1.3

สรุปปลายรังโค้ง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทำกิจกรรมเพื่อบอกลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะ ขณะลูกกลมโลหะเคลื่อนที่บนรางโค้งวงกลม และขณะลูกกลมโลหะหลุดจากปลายรางโค้งวงกลมได้
2. บอกได้ว่าการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะบนรางโค้งจะต้องมีแรงสู่ศูนย์กลางกระทำในทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุตลอดเวลา

อุปกรณ์

- | | |
|---|-------------|
| 1. ชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลมตามรางโค้ง | จำนวน 1 ชุด |
| 2. ลูกกลมโลหะ | จำนวน 1 ลูก |



วิธีดำเนินการกิจกรรม

1. ให้นักเรียนออกแรงดีดลูกกลมโลหะให้เคลื่อนที่ไปตามรางโค้งวงกลมดังภาพที่ 2.1.3



ภาพที่ 2.1.3 แสดงชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลมตามรางโค้ง
ที่มา : ถ่ายโดยนางนุจรี มณีจันทร์ , เมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2559

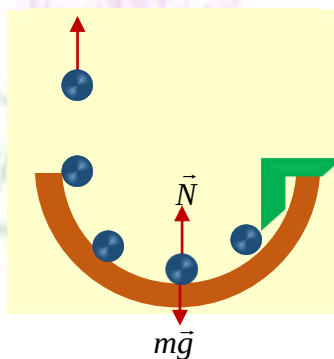
2. สังเกตแนวการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะขณะเคลื่อนที่ตามรางโค้ง และขณะลูกกลมโลหะเคลื่อนที่พ้นจากปลายรางโค้งโค้งวงกลม สังเกตผลและตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2.1.3





คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อออกแรงดีดลูกกลมโลหะให้เคลื่อนที่ตามรางโค้งวงกลม ลูกกลมโลหะจะมีแนวการเคลื่อนที่อย่างไร
มีแนวการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งวงกลม ตามลักษณะของรางโค้ง
2. ขณะลูกกลมเหล็กเคลื่อนที่ตามรางโค้งวงกลม มีแรงใดบ้างกระทำต่อลูกกลมเหล็ก และแรงนั้นมีทิศทางอย่างไร (เขียนทิศของแรงกระทำลงในภาพ)
 - 1) น้ำหนักของลูกกลมโลหะ ($m\vec{g}$)
 - 2) แรงปฏิกิริยาที่รางโค้งกระทำต่อลูกกลมเหล็ก มีทิศพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลางความโค้งของรางโค้งวงกลม
3. จากกิจกรรม เมื่อลูกกลมโลหะเคลื่อนที่หลุดจากปลายรางโค้งวงกลม ลูกกลมโลหะจะมีแนวการเคลื่อนที่อย่างไร
เคลื่อนที่ต่อไปเป็นเส้นตรง
4. จากข้อ 3 นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดลูกกลมโลหะจะเคลื่อนที่อย่างนั้น เมื่อหลุดจากปลายรางโค้ง
เพราะไม่มีแรงปฏิกิริยาที่รางโค้งกระทำต่อลูกกลมโลหะ ทำให้ลูกกลมโลหะเคลื่อนที่ต่อไปตามทิศของความเร็ว ซึ่งมีทิศตามเส้นสัมผัสของวงกลม ณ ตำแหน่งที่หลุดจากปลายรางโค้งวงกลม



ภาพวาดประกอบการตอบคำถามข้อที่ 2 และ ข้อที่ 4





ใบเฉลยแบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 2.1.4

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

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

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. จากกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนคิดว่าแรงใดทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่แบบวงกลม
แรงตึงในเส้นเชือก
2. นักเรียนคิดว่าจำนวนรอบที่แขวนขอเกี่ยวโลหะ มีผลต่อการเคลื่อนที่ของจูกยวงเมื่อแกว่งให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับหรือไม่ อย่างไร
มีผล ถ้าจำนวนรอบที่แขวนที่ตะขอเกี่ยวโลหะมาก จูกยวงจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมใช้เวลา น้อยกว่าจำนวนรอบที่ตะขอเกี่ยวโลหะน้อย
3. นักเรียนคิดว่าความยาวเส้นเชือก มีผลต่อการเคลื่อนที่ของจูกยวงเมื่อแกว่งให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับหรือไม่ อย่างไร
มีผล โดยถ้าเชือกยาวจูกยวงจะต้องใช้เวลาในการเคลื่อนที่แบบวงกลมครบ 1 รอบมากกว่า ใช้เชือกสั้น

สมมติฐานการทดลอง

1. ถ้าเพิ่มจำนวนรอบที่ตะขอเกี่ยวมากขึ้นแรงสู่ศูนย์กลางจะมีขนาดเพิ่มขึ้น
เวลาที่จูกยวงใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ (คาบ) จะลดลง
2. ถ้าเชือกยาวรัศมีในการเคลื่อนที่แบบวงกลมจะมีค่ามาก เวลาที่จูกยวงเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ
(คาบ) จะเพิ่มมากขึ้น





ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อรัศมีคงตัว

ตัวแปรต้น.....จำนวนรอบ (แรงสู่ศูนย์กลาง).....

ตัวแปรตาม.....คาบ.....

ตัวแปรควบคุม.....ความยาวเชือกหรือรัศมีในการเคลื่อนที่แบบวงกลม อัตราเร็วในการเคลื่อนที่.....
.....ของลูกยาง.....

ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และรัศมีของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อแรงคงตัว

ตัวแปรต้น.....รัศมีในการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลม (ความยาวเชือก).....

ตัวแปรตาม.....คาบ.....

ตัวแปรควบคุม.....จำนวนรอบที่แขวนที่ตะขอกี่วง (ขนาดของแรงสู่ศูนย์กลาง).....

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อรัศมีคงตัว

รัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลมมีค่าเท่ากับ.....60.....เซนติเมตร.

น้ำหนักของนอต 1 ตัว เท่ากับ1F.....นิวตัน

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อรัศมีคงตัว

จำนวน รอบ (ตัว)	เวลาในการเคลื่อนที่ ครบ 30 รอบ			เวลาเฉลี่ย (s)	คาบ : T (s)	T^2 (s ²)	$\frac{1}{T^2}$ (s ⁻²)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3				
2	17.18	16.85	16.98	17.00	0.57	0.32	3.11
3	14.68	15.02	15.30	15.00	0.50	0.25	4.00
4	13.08	12.93	12.98	13.00	0.43	0.19	5.33
5	11.88	12.10	12.02	12.00	0.40	0.16	6.25
6	10.98	11.00	11.02	11.00	0.37	0.13	7.44





ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และรัศมีของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อแรงคงตัว

น้ำหนักของนอต 4 ตัว เท่ากับ $4F$นิวตัน

กำหนดให้ นอต 1 ตัว มีขนาดเท่ากับ 1 F

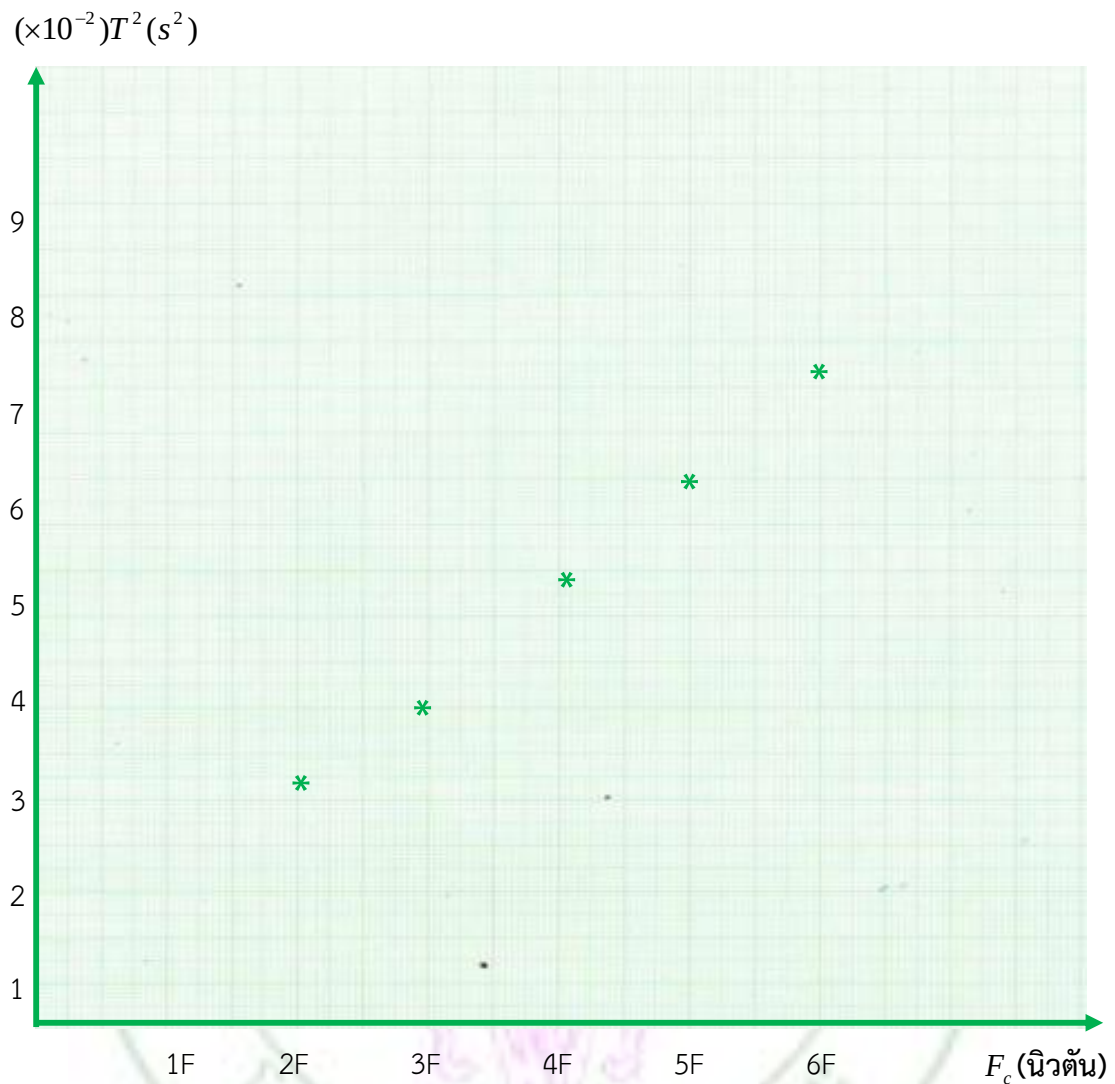
ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และรัศมีของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อแรงคงตัว

รัศมีของการเคลื่อนที่	เวลาในการเคลื่อนที่ครบ 30 รอบ			เวลาเฉลี่ย (s)	คาบ : T (s)	T^2 (s ²)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3			
40	6.07	5.92	6.00	6.00	0.20	0.04
50	7.50	7.51	7.49	7.50	0.25	0.06
60	8.98	9.00	9.02	9.00	0.30	0.09
70	10.51	10.50	10.50	10.50	0.35	0.12
80	11.99	12.00	12.01	12.00	0.40	0.16





เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบกับส่วนกลับของคาบยกกำลังสอง



จากกราฟสรุปความสัมพันธ์ได้ว่า

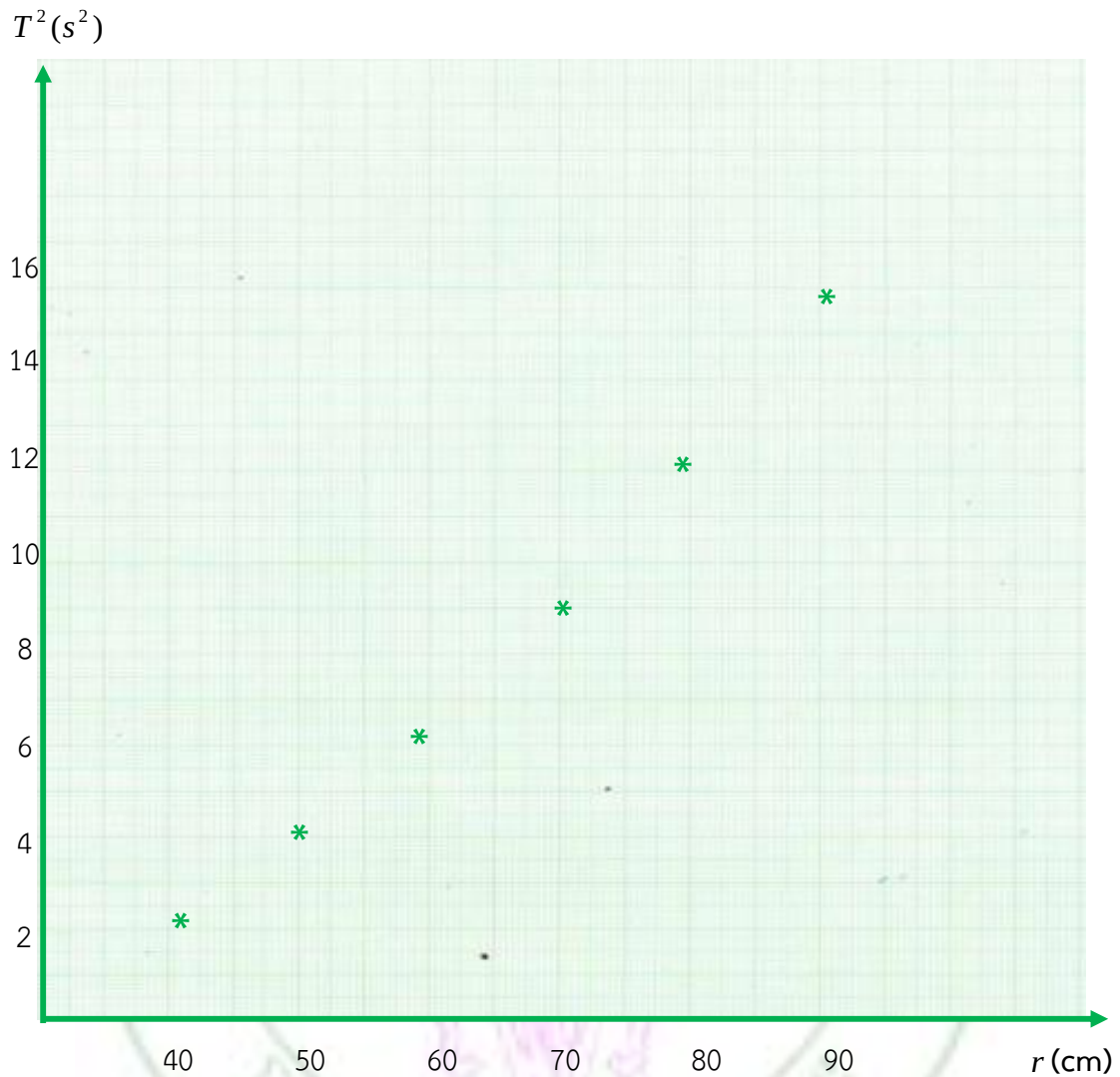
จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง ซึ่งมาจากน้ำหนักของนอตที่แขวนที่ตะขอเกี่ยว

กับส่วนกลับของคาบยกกำลังสอง จากกราฟพบว่า $F_c \propto \frac{1}{T^2}$





เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีกับคาบยกกำลังสอง



จากกราฟสรุปความสัมพันธ์ได้ว่า

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวงกลมในระนาบระดับ (r) กับ

คาบยกกำลังสอง จากกราฟพบว่า $r \propto T^2$



**อภิปรายผลและสรุปผล**

1) เมื่อขนาดของรัศมีคงตัว เมื่อแรงสู่ศูนย์กลางมีขนาดเพิ่มมากขึ้นคาบของการเคลื่อนที่

แบบวงกลมจะลดลง ได้จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลางกับ

ส่วนกลับของคาบยกกำลังสองเป็นเส้นตรง แสดงว่า $F_c \propto \frac{1}{T^2}$

2) เมื่อขนาดของแรงสู่ศูนย์กลางคงตัว เมื่อรัศมีการเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้นคาบของการเคลื่อนที่

จะเพิ่มขึ้นด้วย ได้จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีการเคลื่อนที่ของวัตถุกับ

ส่วนคาบยกกำลังสองเป็นเส้นตรง แสดงว่า $r \propto T^2$

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อแกว่งลูกยางให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมด้วยอัตราเร็วต่างกัน ขนาดของแรงดึง F ในเส้นเชือกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ต่างกันโดยหากเหวี่ยงลูกยางด้วยอัตราเร็วมากขึ้น ขนาดของแรงดึงในเส้นเชือกจะมากขึ้นด้วย

2. เมื่อขนาดของแรงดึงในเส้นเชือกเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ของลูกยางครบ 1 รอบ (คาบ) จะเป็นอย่างไร

คาบจะมีขนาดลดลง

3. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึง (F) กับส่วนกลับของคาบยกกำลังสอง ($\frac{1}{T^2}$) มี

ลักษณะใดและจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองในลักษณะใด

$F_c \propto \frac{1}{T^2}$ ได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองเป็นกราฟเส้นตรง

4. เมื่อรัศมีการเคลื่อนที่แบบวงกลมเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่แบบวงกลมครบ 1 รอบ (คาบ) จะเป็นอย่างไร

คาบมีขนาดเพิ่มขึ้น

5. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีการเคลื่อนที่ (r) กับคาบยกกำลังสอง (T^2) มีลักษณะใด และจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองในลักษณะใด

$r \propto T^2$ ได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองเป็นกราฟเส้นตรง



**ใบเฉลยใบกิจกรรมที่ 2.1.5 : แบบฝึกทักษะ**
เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม**ใช้เวลา 5 นาที****จุดประสงค์ของกิจกรรม**

3. บอกความแตกต่างระหว่างการเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบหมุนได้
4. บอกได้ว่าวัตถุที่มีแนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม เนื่องจากมีแรงกระทำในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลมและตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุตลอดเวลา

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม หรือ การเคลื่อนที่แบบหมุน โดยให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้อง
2. และหากภาพนั้นมีแนวการเคลื่อนที่แบบวงกลมให้นักเรียน ระบุแรงที่ทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลางในการเคลื่อนที่แบบวงกลม



ภาพที่ 2.1.8 แสดงม้าหมุน



แนวการเคลื่อนที่แบบหมุน



แนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แรงสู่ศูนย์กลางคือ ...-.....

2.



ภาพที่ 2.1.9 แสดงรถยนต์ไต่ถัง



แนวการเคลื่อนที่แบบหมุน



แนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แรงสู่ศูนย์กลางคือ

แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉาก ($\vec{N}$)



3.



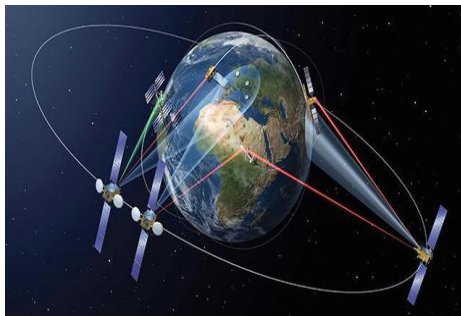
ภาพที่ 2.1.10 แสดงรถยนต์ไต่ถัง

☒ แนวการเคลื่อนที่แบบหมุน

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แรงสู่ศูนย์กลางคือ

4.



ภาพที่ 2.1.11 แสดงการโคจรของดาวเทียม

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบหมุน

☒ แนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แรงสู่ศูนย์กลางคือ

แรงดึงดูดระหว่างมวล ($m\vec{g}$)

5.



ภาพที่ 2.1.12 แสดงการเคลื่อนที่ของรถไฟเหาะตีลังกา

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบหมุน

☒ แนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แรงสู่ศูนย์กลางคือ

น้ำหนัก ($m\vec{g}$) ของวัตถุและแรง
ปฏิกิริยาใจแนวตั้งฉาก ($\vec{N}$)

6.



ภาพที่ 2.1.13 แสดงการหมุนของเข็มนาฬิกา

☒ แนวการเคลื่อนที่แบบหมุน

☐ แนวการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แรงสู่ศูนย์กลางคือ





ใบเฉลยใบกิจกรรมที่ 2.1.6 : แบบฝึกทักษะ
เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. บอกได้ว่าการเคลื่อนที่แบบวงกลมจะต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางและวัตถุมีความเร่งสู่ศูนย์กลาง
2. คำนวณหาคาบ ความถี่ แรงสู่ศูนย์กลาง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็วเชิงเส้น และอัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลม

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนตรวจคำตอบโดยใช้ใบเฉลยกิจกรรมที่ 2.1.6
2. นักเรียนช่วยตรวจสอบคำตอบของเพื่อน ๆ ในกลุ่ม
3. หากมีข้อสงสัย หรือประเด็นเพิ่มเติมให้สอบถามครูผู้สอน





ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ตามเทคนิคของโพลยา 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. อ่านโจทย์
2. เปลี่ยนโจทย์เป็นภาพ (วาดภาพ)
3. ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และกำหนดเป็นสัญลักษณ์
4. วิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการอะไร แทนค่าสิ่งที่โจทย์ต้องการด้วยตัวแปร

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญา

5. เลือกสมการเพื่อแก้โจทย์ปัญหา โดยพิจารณาความเป็นไปได้จากข้อมูลที่มี

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญา

6. ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญา

7. ตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ และทวนคำถามของโจทย์



หมั่นฝึกทำตามขั้นตอนของโพลยา
รับรองฟิสิกส์ไม่ใช่เรื่องยากอีกต่อไป





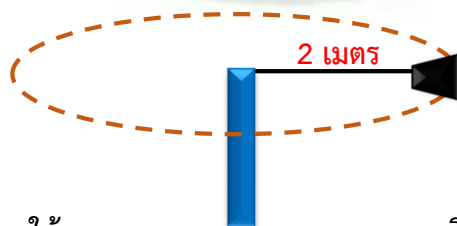
ตอนที่ 1 เป็นแบบฝึกทักษะประเภทถูกผิด ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าหัวข้อที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อที่ผิด (ข้อละ 1 คะแนน)

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้องและข้อใดกล่าวผิด เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว
 -✕ 1. การหมุนของล้อรถเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม
 -✓ 2. การขับรถยนต์บนถนนโค้งเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม
 -✓ 3. การโคจรของดาวเทียมสื่อสารไม่เป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม
 -✕ 4. การเคลื่อนที่แบบวงกลม แรงที่กระทำต่อวัตถุมีทิศเดียวกับทิศของความเร็ว
 -✓ 5. การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว ความเร่งมีค่าเป็นศูนย์
 -✓ 6. แรงสู่ศูนย์กลางแปรผันตรงกับกำลังสองของความเร็วและแปรผันแบบผกผันกับรัศมี
 -✕ 7. ความเร่งของการเคลื่อนที่แบบวงกลมมีทิศตามเส้นสัมผัสเส้นโค้งที่จุดนั้น
 -✕ 8. ความเร่งมีทิศตั้งฉากกับทิศของแรงสู่ศูนย์กลาง เมื่อวัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ
 -✕ 9. จากการทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว แรงสู่ศูนย์กลางแปรผันกับคาบยกกำลังสอง
 -✓ 10. จากการทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว คาบแปรผันตรงรัศมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม เมื่อแรงคงตัว

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนแสดงการแก้ปัญหาตามขั้นตอน 5 ขั้นตอนเพื่อหาคำตอบให้ถูกต้อง (ข้อละ 5 คะแนน)

2. วัตถุเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนววงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว 20 รอบในเวลา 4 วินาที จงหา
 - 2.1) คาบของการเคลื่อนที่
 - 2.2) ความถี่ของการเคลื่อนที่
 - 2.3) ถ้ารัศมีการเคลื่อนที่เท่ากับ 2 เมตร จงหาอัตราเร็วของการเคลื่อนที่

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

วัตถุเคลื่อนที่ได้ 20 รอบ/4วินาที

ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

1) $T = ?$

2) $f = ?$

3) $v = ?$





ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

$$1) T = \text{เวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่/รอบ}$$

$$2) f = \text{จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้/เวลา}$$

$$3) v = \frac{2\pi r}{T}$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

$$1) T = 4/20 = 0.2 \text{ วินาที/รอบ}$$

$$2) f = 20/4 = 5 \text{ รอบ/วินาที}$$

$$3) v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times \left(\frac{22}{7}\right) \times 2}{0.2} = 62.86 \text{ เมตร/วินาที}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน

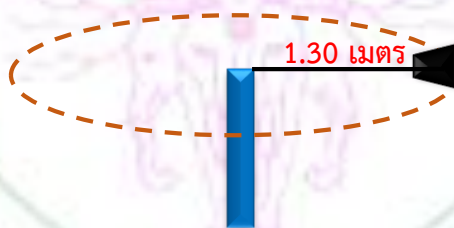
$$1) \text{ คาบของการเคลื่อนที่เท่ากับ } 0.2 \text{ วินาที}$$

$$2) \text{ ความถี่ของการเคลื่อนที่เท่ากับ } 5 \text{ รอบ/วินาที}$$

$$3) \text{ อัตราเร็วเชิงเส้นในการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุเท่ากับ } 62.86 \text{ เมตร/วินาที}$$

3. ลูกยางกลมลูกหนึ่งผูกไว้กับเชือกแล้วแกว่งให้เคลื่อนที่ตามแนววงกลมรัศมี 1.30 เมตร ด้วยความถี่ 5.0 รอบ/วินาที จงหาความเร่งสู่ศูนย์กลางของลูกยางกลม

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

$$1) r = 1.30 \text{ เมตร}$$

$$2) f = 5.0 \text{ รอบ/วินาที}$$

ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

$$1) a_c = ?$$

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

$$\text{หา } a_c \text{ จาก } a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(2\pi f r)^2}{r} = 4\pi^2 r f^2$$





ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

$$a_c = 4 \times \left(\frac{22}{7}\right)^2 \times 1.30 \times 5^2$$

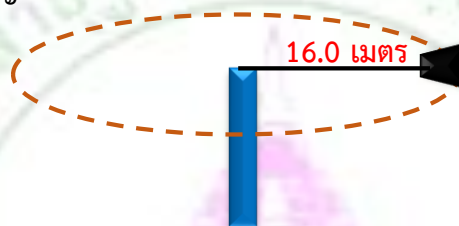
$$a_c = 1284.08 \text{ เมตร/วินาที}^2$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน

ความเร่งสู่ศูนย์กลางของลูกยางกลมมีขนาดเท่ากับ 1284.08 เมตร/วินาที²

4. จงหาความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมรัศมี 16.0 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 40.0 เมตร/วินาที

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

$$1) r = 16.0 \text{ เมตร}$$

$$2) v = 40.0 \text{ เมตร/วินาที}$$

ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

$$1) a_c = ?$$

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

หา a_c จาก

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$a_c = \frac{(40.0)^2}{16.0} = 100 \text{ เมตร/วินาที}^2$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน

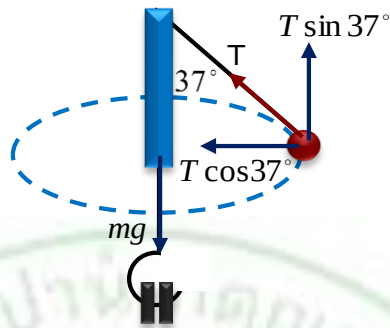
ความเร่งสู่ศูนย์กลางของลูกยางกลมมีขนาดเท่ากับ 100 เมตร/วินาที²





5. จากรูปจงหาอัตราเร็วเชิงเส้นและอัตราเร็วเชิงมุม ถ้าวัตถุถูกแกว่งเป็นวงกลมสม่ำเสมอในแนวระดับโดยเชือกทำมุม 37° องศากับแนวดิ่งตลอดเวลา กำหนดให้เชือกยาว 1 เมตร

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

1) $L = 1$ เมตร

2) $F_c = T \cos 37^\circ = mv^2/r$

ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

1) $v = ?$

2) $\omega = ?$

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

จาก

$$T \sin 37^\circ = \frac{mv^2}{r} \dots\dots\dots (1)$$

$$T \cos 37^\circ = mg \dots\dots\dots (2)$$

นำ (1)/(2)

$$\tan 37^\circ = \frac{v^2}{rg}$$

หา v จากสมการนี้

หา ω จากสมการ

$$v = \omega r$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

หา v จาก

$$\tan 37^\circ = \frac{v^2}{rg}$$

$$\frac{3}{4} = \frac{v^2}{(1 \sin 37^\circ) 10}$$

$$v^2 = \frac{3}{4} \times \frac{3}{5} \times 10 = \frac{18}{4}$$

$$v = \frac{3\sqrt{2}}{2} \text{ เมตร/วินาที}$$

หา ω จากสมการ

$$v = \omega r$$

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{3\sqrt{2}}{2 \times (1 \sin 37^\circ)} = \frac{5\sqrt{2}}{2} \text{ เรเดียน/วินาที}$$





ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน

วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเชิงเส้นเท่ากับ $\frac{3\sqrt{2}}{2}$ เมตร/วินาที²

วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับ $\frac{5\sqrt{2}}{2}$ เรเดียน/วินาที²





ใบเฉลยใบกิจกรรมที่ 2.1.7 แผนผังมโนทัศน์ Concept Mapping

จุดประสงค์ของกิจกรรม

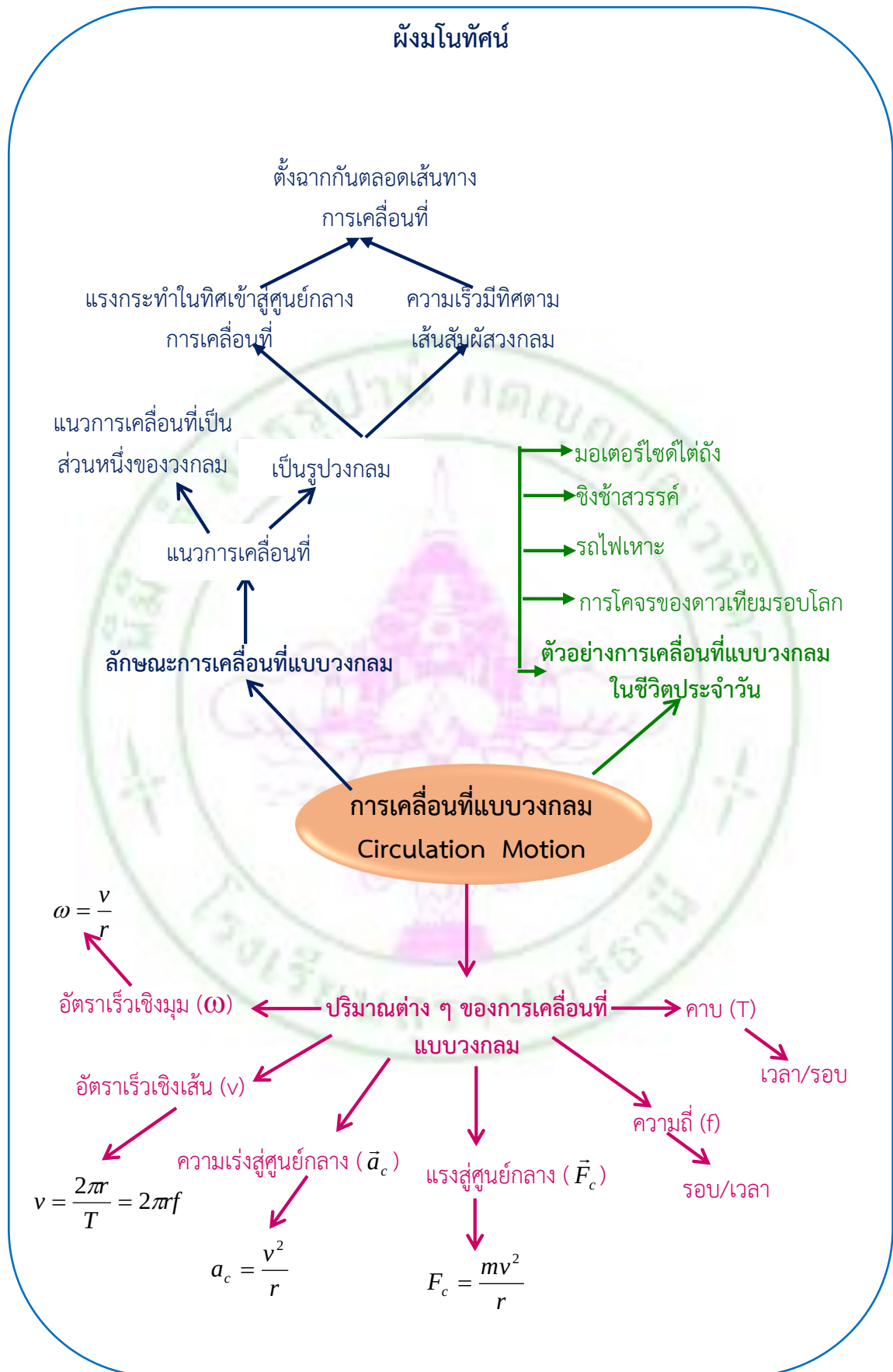
เขียนสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม และจากการศึกษาใบความรู้ มาสรุปเป็นแผนผังความคิด โดยให้ครอบคลุมตามประเด็นที่กำหนดไว้ในกรอบสี่เหลี่ยมด้านล่างนี้ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

1. ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม
2. ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุในชีวิตประจำวัน
3. ปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม ได้แก่ คาบ ความถี่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม แรงสู่ศูนย์กลาง และความเร่งสู่ศูนย์กลาง







เกณฑ์การให้คะแนนและแบบประเมิน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) โดยเสริมการแก้
โจทย์ฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดที่ 2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม

เล่มที่ 2.1 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม





แบบประเมินการทำกิจกรรมการทดลอง

รหัสวิชา ว 30201 รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทดลองเรื่อง.....

กลุ่มที่.....

สมาชิกในกลุ่ม

1.
2.
3.
4.

รายการที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. วิธีดำเนินการทดลอง				
2. การปฏิบัติการทดลอง				
3. ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ				
4. การนำเสนอ				
รวมคะแนน				
รวมคะแนนทั้งหมด				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางนุจรี มณีจันทร์)

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





เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14 – 16	ดีมาก
12 – 13	ดี
8 – 11	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

สรุปผลการประเมิน	
☐ ผ่าน	☐ ดีมาก (14 – 16 คะแนน)
	☐ ดี (12 – 13 คะแนน)
☐ ไม่ผ่าน	☐ พอใช้ (8 – 11 คะแนน)
	☐ ปรับปรุง (ต่ำกว่า 8 คะแนน)





เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนการทำกิจกรรมการทดลอง

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับ คะแนน
1. วิธีดำเนินการทดลอง - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการกำหนดวิธีการ ขั้นตอน และการใช้เครื่องมือ - กำหนดวิธีการและขั้นตอนไม่ถูก ต้องให้ความช่วยเหลือ - กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง การใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสม - กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง เลือกใช้เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองเหมาะสม	1 2 3 4
2. การปฏิบัติการทดลอง - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ - ต้องให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ - ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องถ้าให้คำแนะนำ - ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง	1 2 3 4
3. ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ - ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์เครื่องใช้แตกหักเสียหาย - ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด เนื่องจากขาดความคล่องแคล่วในการใช้อุปกรณ์และการดำเนินการทดลอง - มีความคล่องแคล่วในการทำการทดลองและการใช้อุปกรณ์ แต่ต้องชี้แนะเรื่องการใช้อุปกรณ์อย่างปลอดภัย - มีความคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง และการใช้อุปกรณ์ดำเนินการทดลองได้อย่างปลอดภัย เสร็จทันเวลา	1 2 3 4
4. การนำเสนอ - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผล และการนำเสนอ - ต้องให้คำชี้แนะในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลองและการนำเสนอ จึงจะปฏิบัติได้ - บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้องแต่การนำเสนอยังไม่เป็นขั้นตอน - บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง รัดกุม บันทึกการนำเสนอเป็นขั้นตอนชัดเจน	1 2 3 4





แบบประเมินการเขียนรายงานการทดลอง

รหัสวิชา ว 30201 รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทดลองเรื่อง.....

กลุ่มที่.....

สมาชิกในกลุ่ม

1.
2.
3.
4.

รายการที่ประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. สมมติฐานการทดลอง			
2. จุดประสงค์การทดลอง			
3. การบันทึกผลทดลอง			
4. การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง			
รวมคะแนน			
รวมคะแนนทั้งหมด			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางนุจรี มณีจันทร์)

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





เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11 – 12	ดีมาก
9 – 10	ดี
6 – 8	พอใช้
ต่ำกว่า 6	ปรับปรุง

สรุปผลการประเมิน	
☐ ผ่าน	☐ ดีมาก (11 – 12 คะแนน)
	☐ ดี (9 – 10 คะแนน)
☐ ไม่ผ่าน	☐ พอใช้ (6 – 8 คะแนน)
	☐ ปรับปรุง (ต่ำกว่า 6 คะแนน)





เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนการเขียนรายงานการทดลอง

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับ คะแนน
1. สมมติฐานการทดลอง - ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาการทดลองที่ต้องการศึกษาแต่ไม่ถูกต้อง - ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาการทดลองที่ต้องการศึกษา และถูกต้อง	1 2 3
2. จุดประสงค์การทดลอง - กำหนดจุดประสงค์การทดลองสอดคล้องกับการทดลองที่ต้องการศึกษา - กำหนดจุดประสงค์การทดลองสอดคล้องกับการทดลองที่ต้องการศึกษา และ - กำหนดจุดประสงค์การทดลองสอดคล้องกับการทดลองที่ต้องการศึกษา และถูกต้องสมบูรณ์	1 2 3
3. การบันทึกผลทดลอง - ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองและส่วนใหญ่บันทึกผลการทดลองไม่ถูกต้อง - ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองและส่วนใหญ่บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน - ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองและส่วนใหญ่บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องหรือไม่ออกแบบตารางแต่บันทึกผลโดยการเขียนบรรยายได้ถูกต้องครบถ้วน - ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองและบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน	1 2 3
4. การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง - วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองถูกต้องตามผลการทดลองแต่ไม่ครบ และสรุปผลการทดลองได้ถูกต้องบางส่วน - วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองถูกต้องตามผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองส่วนมากได้ถูกต้อง - วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองถูกต้องตามผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน	1 2 3





แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ชื่อ - สกุล เลขที่..... ชั้น ม. /

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
ใฝ่เรียนรู้	1. ตั้งใจเพียรพยายามในการเรียน และเข้าร่วมกิจกรรม				
	2. แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม				
	3. บันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ				
	4. วิเคราะห์ สรุปองค์ความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้				
มุ่งมั่นในการทำงาน	1. เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย				
	2. ตั้งใจและรับผิดชอบในการทำงานให้สำเร็จ				
	3. ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานอย่างรอบคอบ				
	4. ทุ่มเท ทำงาน อดทน ไม่ทอดทิ้งปัญหาและอุปสรรค				
	5. พยายามแก้ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานให้สำเร็จ				
	6. ชื่นชมผลงานความสำเร็จด้วยความภาคภูมิใจ				
มีจิตสาธารณะ	1. อาสาทำงาน ช่วยคิด ช่วยทำ และแบ่งปันสิ่งของให้ผู้อื่น				
	2. รู้จักการดูแล รักษาทรัพย์สินบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียน โรงเรียน และชุมชน				
	3. เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ของโรงเรียน				
	4. ตระหนักถึงการมีจิตสำนึกช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจและพึงพอใจ				
มีวินัย	1. ปฏิบัติตนตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับ ที่ได้ตกลงในชั้นเรียนไว้ในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง				
	2. ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง				
รวมคะแนน					
รวมคะแนนทั้งหมด					
ระดับคุณภาพ					





ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(นางนุจรี มณีจันทร์)
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	4	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
58 – 64	ดีมาก
52 – 57	ดี
32 – 51	พอใช้
ต่ำกว่า 32	ปรับปรุง

สรุปผลการประเมิน	
☐ ผ่าน	☐ ดีมาก (58 – 64 คะแนน)
	☐ ดี (52 – 57 คะแนน)
☐ ไม่ผ่าน	☐ พอใช้ (32 – 51 คะแนน)
	☐ ปรับปรุง (ต่ำกว่า 32 คะแนน)





แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ชื่อ - สกุล เลขที่..... ชั้น ม. /

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
ความสามารถในการคิด	1. มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพื่อสร้างองค์ความรู้				
	2. มีความสามารถในการคิดเป็นระบบเพื่อสร้างข้อมูลสารสนเทศ				
	3. มีทักษะในการคิดอย่างสร้างสรรค์				
ความสามารถในการสื่อสาร	1. มีความสามารถในการใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ				
	2. มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม				
	3. เลือกรับและไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยเหตุผลและถูกต้อง				
รวมคะแนน					
รวมคะแนนทั้งหมด					
ระดับคุณภาพ					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางนุจรี มณีจันทร์)

..... / /





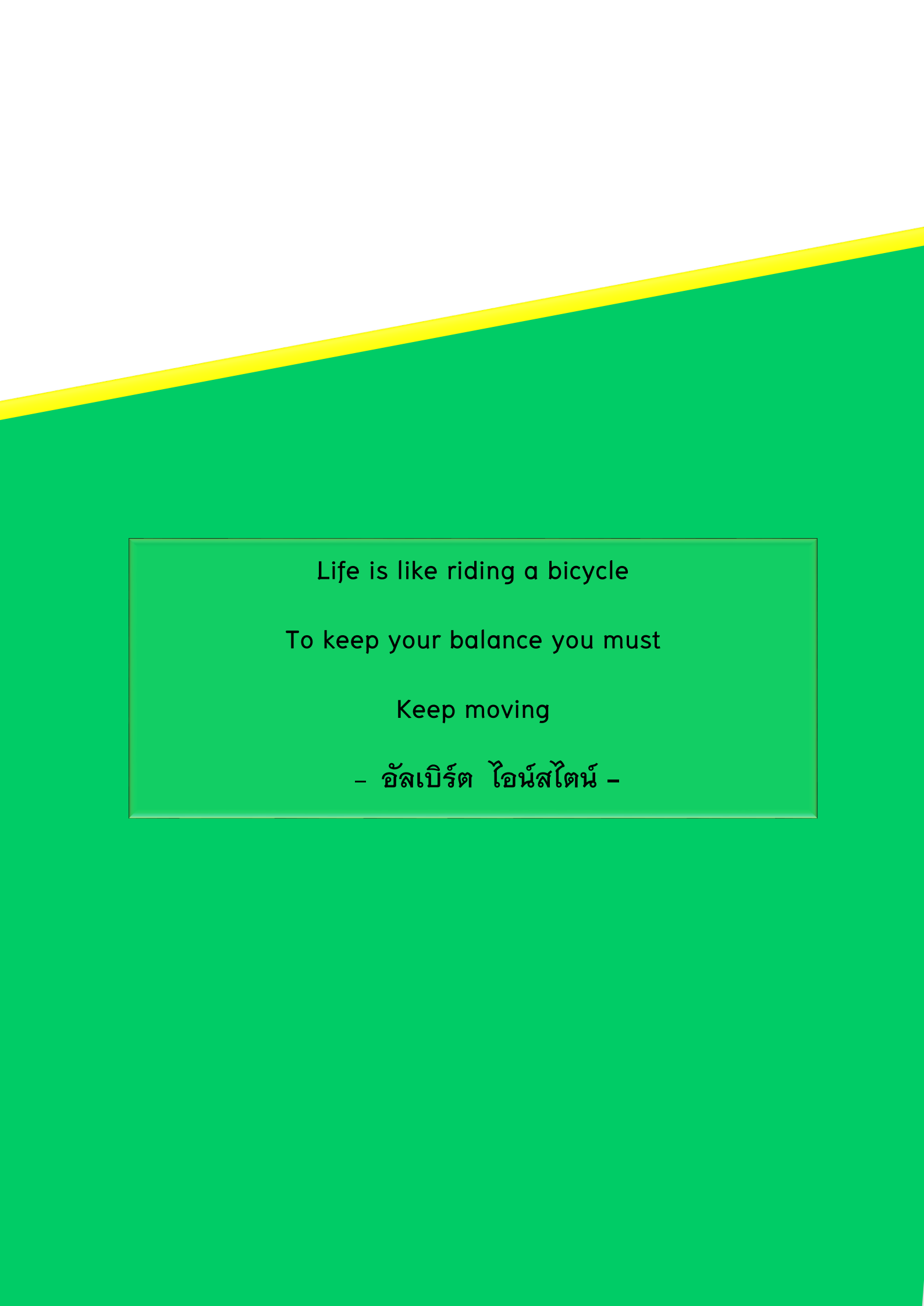
เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	4	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
22 – 24	ดีมาก
19 – 21	ดี
12 – 18	พอใช้
ต่ำกว่า 12	ปรับปรุง

สรุปผลการประเมิน	
☐ ผ่าน	☐ ดีมาก (22 – 24 คะแนน)
	☐ ดี (19 – 21 คะแนน)
☐ ไม่ผ่าน	☐ พอใช้ (12 – 18 คะแนน)
	☐ ปรับปรุง (ต่ำกว่า 12 คะแนน)





Life is like riding a bicycle

To keep your balance you must

Keep moving

- อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ -