

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

#### แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

- |                   |               |  |
|-------------------|---------------|--|
| 1. ดร.ธีระพันธ์   | สันติเทวกุล   | อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ แผนกวิชาฟิสิกส์<br>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี |
| 2. ผศ.นพพร        | เหรียญทอง     | อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ แผนกวิชาฟิสิกส์<br>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี |
| 3. อาจารย์สรชา    | จาระแวง       | ตำแหน่ง ครู คศ.2<br>โรงเรียนคณะราษฎร์บำรุง จังหวัดยะลา   |
| 4. อาจารย์จตุติ   | ชนะกุล        | ตำแหน่ง ครู คศ.2<br>โรงเรียนสตรีทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช  |
| 5. อาจารย์จิรภรณ์ | เทียนอนุรักษ์ | ตำแหน่ง ครู คศ.2<br>โรงเรียนสตรีทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช  |

#### แบบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

- |                  |          |   |
|------------------|----------|---|
| 1. ผศ.ดร.วิรัตน์ | ธรรมภรณ์ | อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดและประเมินผล<br>คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี |
| 2. ดร.ณัฐวิทย์   | พจนตันติ | อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน<br>คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี  |

- |                   |               |   |
|-------------------|---------------|---|
| 3. อาจารย์สรชา    | จระเว         | ตำแหน่ง ครู คศ.2<br>โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา       |
| 4. อาจารย์จตุติ   | ชนะกุล        | ตำแหน่ง ครู คศ.2<br>โรงเรียนสตรีทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช |
| 5. อาจารย์จิรภรณ์ | เทียนอนุรักษ์ | ตำแหน่ง ครู คศ.2<br>โรงเรียนสตรีทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช |

## ภาคผนวก ข

การตรวจคุณภาพเครื่องมือ

ตาราง 8 ความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนววงกลม รายวิชา ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
12	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
13	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80
14	+1	+1	+1	-1	+1	4	0.80
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
17	+1	+1	+1	+1	-1	4	0.80
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
19	+1	+1	0	+1	0	3	0.60
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
22	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
23	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
27	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
30	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80

ตาราง 9 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนววงกลม รายวิชา ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.66	0.28
2	0.76	0.32
3	0.68	0.56
4	0.32	0.48
5	0.74	0.28
6	0.60	0.40
7	0.34	0.36
8	0.45	0.52
9	0.64	0.40
10	0.38	0.36
11	0.70	0.44
12	0.24	0.32
13	0.48	0.40
14	0.70	0.32
15	0.78	0.36

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
16	0.46	0.52
17	0.48	0.48
18	0.58	0.36
19	0.72	0.32
20	0.44	0.52
21	0.40	0.48
22	0.50	0.36
23	0.62	0.44
24	0.62	0.24
25	0.70	0.36
26	0.36	0.32
27	0.44	0.24
28	0.72	0.56
29	0.32	0.32
30	0.26	0.28

ตาราง 10 ความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดความสามารถด้านการคิดวิจารณ์ญาณ

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6	0	+1	+1	0	+1	3	0.60
7	-1	+1	+1	+1	0	4	0.80
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
10	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
12	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
15	+1	0	0	+1	+1	3	0.60
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
18	+1	+1	+1	-1	+1	4	0.80
19	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00



ตาราง 11 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดความสามารถ  
ด้านการคิดวิจารณ์ญาณ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.54	0.56
2	0.66	0.36
3	0.46	0.28
4	0.52	0.44
5	0.60	0.36
6	0.40	0.28
7	0.56	0.44
8	0.68	0.56
9	0.44	0.28
10	0.64	0.48

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
11	0.60	0.32
12	0.44	0.28
13	0.58	0.36
14	0.56	0.56
15	0.66	0.36
16	0.36	0.44
17	0.68	0.52
18	0.38	0.48
19	0.52	0.48
20	0.66	0.40

## ภาคผนวก ค

### ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง**  
**รายวิชาฟิสิกส์                      ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**  
**สอนโดย                      นางสาวจุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า**

ข้อที่	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
1	บอกความหมายและหาความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในแนววงกลม เช่น แรงสู่ศูนย์กลาง คาบ ความถี่ ความเร่งสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม เป็นต้น
2	อธิบายและหาทิศทางของแรงที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่แนววงกลมในระนาบระดับ
3	อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่บนทางโค้งของรถยนต์ รถจักรยานยนต์และรถจักรยานบนถนนราบและถนนเอียง พร้อมคำนวณหามุมเอียงของถนน โค้งที่จะทำให้รถเล่นด้วยอัตราเร็วที่กำหนดให้ได้อย่างปลอดภัย
4	อธิบายและคำนวณหาแรงกระทำต่อวัตถุที่เคลื่อนที่บนรางวงกลม ณ ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งตั้งอยู่ในแนวตั้งได้
5	ใช้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนววงกลม อธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเทียมในแนววงโคจรรอบโลกและคำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

**โครงการสอน**  
**รายวิชาฟิสิกส์**                      **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**  
**เรื่อง การเคลื่อนที่แนววงกลม**                      **จำนวน 12 ชั่วโมง**

ลำดับ ที่	ผลการเรียนรู้ ที่คาดหวัง ข้อที่	มาตร ฐานช่วง ชั้นที่	สาระการเรียนรู้	จำนวน คาบ	สื่อการเรียนการ สอน	เครื่องมือวัดและ ประเมินผล
15 (17 ส.ค. 48)	1-2	4	-การเคลื่อนที่ในแนว วงกลมในระนาบ ระดับ	4	-เอกสาร ประกอบการ เรียนรู้ -ใบกิจกรรมการ เรียนรู้ -ใบงาน	-พัฒนาการเรียนรู้ -แบบทดสอบ
16 (24 ส.ค. 48)	3	4	-การเคลื่อนที่บนทาง โค้ง	2	-เอกสาร ประกอบการ เรียนรู้ -ใบงาน	-พัฒนาการเรียนรู้ -แบบทดสอบ
16 (26 ส.ค. 48)	4	4	-การเคลื่อนที่ของ วัตถุในแนววงกลม ในระนาบตั้ง	2	-เอกสาร ประกอบการ เรียนรู้ -ใบงาน	-พัฒนาการเรียนรู้ -แบบทดสอบ
17 (31 ส.ค. 48)	5	4	-การเคลื่อนที่ของ ดาวเทียม	4	-เอกสาร ประกอบการ เรียนรู้ -ใบงาน	-พัฒนาการเรียนรู้ -แบบทดสอบ

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา ฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ

จำนวน 4 ชั่วโมง

### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เมื่อเรียนจบคาบนี้ นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของปริมาณต่างๆที่เคลื่อนที่ในแนววงกลม เช่น แรงสู่ศูนย์กลาง คาบ ความถี่ เป็นต้น
2. ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ แรงดึงในเส้นเชือก และรัศมีของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม ซึ่งนำไปสู่ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงของแรงสู่ศูนย์กลาง อัตราความเร็ว
3. อธิบายความหมายของความเร่งสู่ศูนย์กลาง
4. อธิบายและหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลของวัตถุ แรงสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็วและรัศมีของวงกลมของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม
5. อธิบายและหาทิศทางของแรงที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ

### สาระการเรียนรู้

การที่วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ เพราะมีแรงลัพธ์จากภายนอกกระทำต่อวัตถุในทิศพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลางของวงกลม เรียกแรงลัพธ์ที่กระทำว่า **แรงสู่ศูนย์กลาง** และมีทิศไปทางเดียวกับความเร่งสู่ศูนย์กลางและตั้งฉากกับทิศของอัตราเร็วเชิงเส้น

การเคลื่อนที่ในแนววงกลมจะมีลักษณะเฉพาะ คือ มีการเคลื่อนที่แบบเคลื่อนที่แต่วัตถุจะกลับซ้ำรอยเดิมเมื่อเคลื่อนที่ครบรอบ

**คาบ** ใช้สัญลักษณ์ “T” หมายถึง ช่วงเวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ มีหน่วยเป็น วินาที หรือ วินาที/รอบ

**ความถี่** ใช้สัญลักษณ์ “f” หมายถึง จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 หน่วยเวลา มีหน่วยเป็น รอบ/วินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

**อัตราเร็วเชิงเส้น (v)** คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ใน 1 วินาที มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที

**ความเร่งสู่ศูนย์กลาง (a<sub>c</sub>)** คือ การเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วใน 1 หน่วยเวลา หรืออัตราการเปลี่ยนความเร็ว

## กระบวนการจัดการเรียนรู้ (การสอนตามปกติ)

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. นำวัตถุผูกด้วยเชือกให้แน่นแล้วใช้มือแกว่งให้วัตถุเคลื่อนที่ไปรอบๆมือที่จับเส้นเชือก
3. ให้นักเรียนสังเกตลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะพบว่าแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นแนวโค้ง แต่เป็นแนวโค้งวงกลม ในการทำให้วัตถุเคลื่อนที่ลักษณะดังกล่าวมีแรงกระทำต่อวัตถุหรือไม่อย่างไร
4. นำวัตถุก้อนหนึ่งผูกด้วยเชือกให้แน่นแล้วแกว่งให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบใดก็ได้ด้วยรัศมีพอประมาณ
5. นักเรียนสังเกตว่าแรงดึงในเส้นเชือกเปลี่ยนไปหรือไม่ ต่อไปแกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่ตามแนววงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วต่างกัน สังเกตแรงที่ใช้ดึงเส้นเชือก

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่ในแนววงกลม
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะการเคลื่อนที่ในแนววงกลม
3. นักเรียนจับกลุ่มๆละ 5-6 คน เพื่อศึกษาใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง คาบของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม

### ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลอง เรื่อง คาบของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม พร้อมส่งตัวแทนอภิปรายหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปถึงผลการทดลอง เรื่อง คาบของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม
3. นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความเร่งสู่ศูนย์กลาง
5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเรื่องความเร่งสู่ศูนย์กลาง

### ขั้นขยายความรู้

1. นักเรียนทำโจทย์ตัวอย่างบนกระดานพร้อมครู
2. นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง ลักษณะของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม
3. นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ

5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเรื่องการเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ
6. นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ

### ขั้นประเมิน

1. นักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียนทั้งหมด
2. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

(การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ)

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. นำวัตถุผูกด้วยเชือกให้แน่นแล้วใช้มือแกว่งให้วัตถุเคลื่อนที่ไปรอบๆมือที่จับเส้นเชือก
3. ให้นักเรียนสังเกตลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะพบว่าแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นแนวโค้ง แต่เป็นแนวโค้งวงกลม ในการทำให้วัตถุเคลื่อนที่ลักษณะดังกล่าวมีแรงกระทำต่อวัตถุหรือไม่อย่างไร
4. นำวัตถุก้อนหนึ่งผูกด้วยเชือกให้แน่นแล้วแกว่งให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบใดก็ได้ด้วยรัศมีพอประมาณ
5. นักเรียนสังเกตว่าแรงดึงในเส้นเชือกเปลี่ยนไปหรือไม่ ต่อไปแกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่ตามแนววงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วต่างกัน สังเกตแรงที่ใช้ดึงเส้นเชือก

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะของการเคลื่อนที่แนววงกลม
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะการเคลื่อนที่แนววงกลม
3. นักเรียนจับกลุ่มๆละ 5-6 คน เพื่อศึกษาใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง คาบของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม

### ขั้นสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ

1. นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงคำที่แสดงมโนคติจากเอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะของการเคลื่อนที่แนววงกลม พร้อมหาคำเชื่อมของมโนคตินั้นๆ

2. นักเรียนภายในกลุ่มเลือกคำที่เป็นมโนคติและอภิปรายว่ามีมโนคติที่สำคัญที่สุด  
สังเกตคำเชื่อมและคำแสดงมโนคติบางคำซึ่งมีความหมายสำคัญน้อยลดหลั่นลงไป
3. นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันเชื่อมมโนคติที่มีความสัมพันธ์กัน จัดมโนคติที่สำคัญแล้ว  
นำมโนคติที่สำคัญแล้วนำมาเชื่อมโยงกันโดยลากเส้น  
เชื่อมโยงกันและมีคำเชื่อมระบุความสัมพันธ์ไว้ทุกเส้น และจากใส่คำเชื่อมแล้วจะ  
สามารถอ่านได้เป็นประโยค

### ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลอง เรื่อง คาบของการเคลื่อนที่ใน  
แนววงกลม พร้อมส่งตัวแทนอภิปรายหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปถึงผลการทดลอง เรื่อง คาบของการเคลื่อนที่ในแนว  
วงกลม
3. นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเร่งสู่ศูนย์กลางและแรงสู่  
ศูนย์กลาง
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความเร่งสู่ศูนย์กลางและแรงสู่ศูนย์กลาง
5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเรื่องความเร่งสู่ศูนย์กลางและแรงสู่ศูนย์กลาง

### ขั้นขยายความรู้

1. นักเรียนทำโจทย์ตัวอย่างบนกระดานพร้อมครู
2. นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง ลักษณะของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม
3. นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววงกลมใน  
ระนาบระดับ
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ
5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเรื่องการเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ
6. นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ

### ขั้นประเมิน

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงมโนคติจากบทเรียนทั้งหมด
2. นักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียนทั้งหมด โดยเขียนในรูปของแผนผังมโนคติ
3. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน



### การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม อภิปราย สรุป ในคาบเรียน
2. สังเกตจากความถูกต้องของใบงาน

### วัสดุ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1. ชุดทดลองการเคลื่อนที่ในแนววงกลม
2. เอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม
3. เอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเร่งสู่ศูนย์กลางและแรงสู่ศูนย์กลาง
4. เอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ
5. ใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง คาบของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม
6. ใบงานที่ 1 เรื่อง ลักษณะของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม
7. ใบงานที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ
8. ห้องสมุด
9. อินเทอร์เน็ต

## บันทึกผลหลังการสอน

ผลการสอน

.....  
 .....

ปัญหา/อุปสรรค

.....  
 .....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....  
 .....

ลงชื่อ.....

(นางสาวจุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า)

คุณครูประจำวิชา

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

ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย(ตรวจสอบ/นิเทศ/เสนอแนะ/รับรอง)

.....  
 .....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

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

ข้อเสนอแนะของหัวหน้าสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย(ตรวจสอบ/นิเทศ/เสนอแนะ/รับรอง)

.....  
 .....

ลงชื่อ.....

(.....)

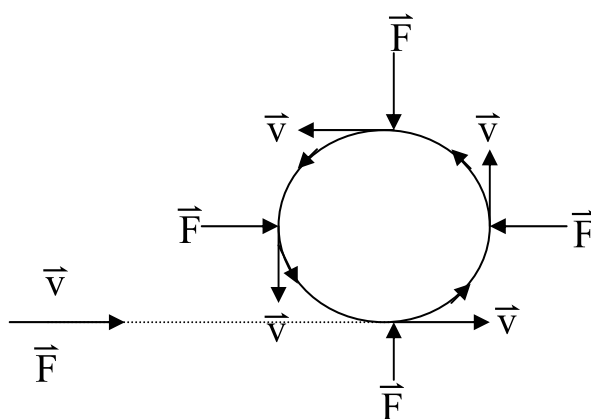
ตำแหน่ง.....

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

**เอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 1**  
**เรื่อง ลักษณะของการเคลื่อนที่แนววงกลม**

.....

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลม และทิศของแรงที่กระทำต่อวัตถุจะมีทิศพุ่งเข้าสู่จุดศูนย์กลางของวงกลม ดังรูป



แสดงแรงกระทำในทิศตั้งฉากกับการเคลื่อนที่แล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลม

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนววงกลม

1. คาบ (Period ; T) คือ ช่วงเวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ มีหน่วยเป็น วินาที หรือ วินาที/รอบ

นั่นคือ

$$\begin{aligned} \text{คาบ} &= \frac{\text{เวลา}}{\text{จำนวนรอบ}} \\ T &= \frac{t}{n} \end{aligned}$$

2. ความถี่ ( Frequency ; f) คือ จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 หน่วยเวลา มีหน่วยเป็น รอบ/วินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

นั่นคือ

$$\begin{aligned} \text{ความถี่} &= \frac{\text{จำนวนรอบ}}{\text{เวลา}} \\ T &= \frac{n}{t} \end{aligned}$$

ความสัมพันธ์ระหว่าง  $T$  กับ  $f$

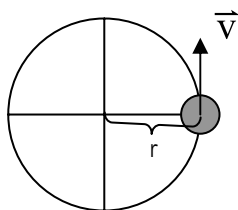
จะได้ 
$$T = \frac{1}{f} \quad \text{หรือ} \quad f = \frac{1}{T}$$

3. อัตราเร็วเชิงเส้น ( $v$ ) คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ใน 1 วินาที มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที

นั่นคือ

$$\begin{aligned} \text{อัตราเร็ว} &= \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}} \\ v &= \frac{s}{t} \end{aligned}$$

ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ จะได้

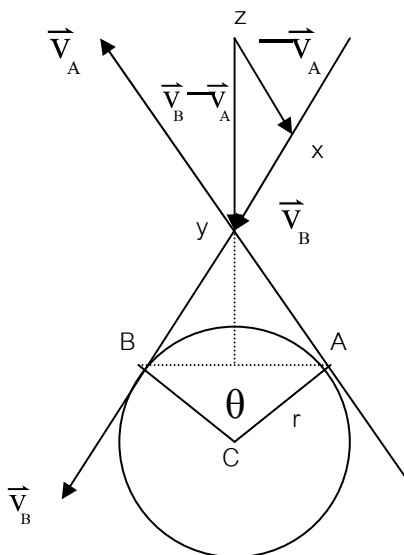


$$\begin{aligned} v &= \frac{2\pi r}{T} \\ &= \frac{2\pi r}{\frac{1}{f}} \\ v &= 2\pi r f \end{aligned}$$

## เอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 2

### เรื่อง ความเร่งสู่ศูนย์กลางและแรงสู่ศูนย์กลาง

การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลม ถึงแม้ว่าวัตถุจะมีอัตราเร็วคงตัว แต่ความเร็วของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เพราะความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทั้งขนาดและทิศทาง ดังนั้นการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลม จึงเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร่ง (ความเร่งในที่นี้หมายถึง การเคลื่อนที่ที่เปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่ด้วย)



**แสดงวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม จะมีความเร็วเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา**

จากรูปให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลม รัศมี  $r$  ด้วยอัตราเร็วคงตัว ที่จุด  $A, B$  วัตถุมีความเร็วเป็น  $\vec{v}_A$  และ  $\vec{v}_B$  ตามลำดับ ถ้าให้  $t$  เป็นเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่จาก  $A$  ไป  $B$  จะได้

$$a = \frac{v_B - v_A}{t} = \frac{\Delta v}{t}$$

ขนาดของความเร็วที่เปลี่ยนไป ( $\Delta v$ ) จะมีทิศทางตามแนว  $zy$  พุ่งเข้าสู่จุดศูนย์กลางของวงกลม ถ้า  $\theta$  มีค่าน้อยมาก เส้น  $zy$  ( $\Delta v$ ) จะตั้งฉากกับ  $xy$  และ  $xz$  นั่นคือมุมที่จุด  $C$  และ  $x$  จะมีค่าเท่ากันและ  $\vec{v}_A, \vec{v}_B$  จะมีค่าเท่ากัน เขียนแทนด้วย  $\vec{v}$

ถ้าให้  $t$  เป็นเวลาที่น้อยมากที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่จาก  $A$  ไป  $B$  (หรือ  $\theta$  มีค่าน้อยมาก) ส่วนโค้ง  $AB$  จะ = คอร์ด  $AB = vt$

จากรูป  $\Delta ABC$  คล้ายกับ  $\Delta xyz$

$$\frac{AB}{yz} = \frac{AC}{xz}$$

$$\frac{vt}{\Delta \vec{v}} = \frac{r}{v}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

นั่นคือ

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

หรือ

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

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ( $F = ma$ ) แสดงว่าแรง  $F$  ทำให้วัตถุมวล  $m$  เกิดความเร่ง  $\vec{a}$  หรือวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่เป็นวงกลม ด้วยอัตราเร็วคงตัว เกิดความเร่ง  $\vec{a}$  ที่จุดศูนย์กลางตลอดเวลา จะต้องมีความเร่งกระทำต่อวัตถุนั้น และแรงนี้จะมีทิศพุ่งสู่จุดศูนย์กลางของวงกลมเสมอ แรงนี้เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Force ;  $\vec{F}_c$ ) นั่นคือ

$$F_c = ma_c$$

แต่

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

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

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

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

แรงสู่ศูนย์กลาง คือ แรงที่พยายามผลักให้วัตถุเข้าหาจุดศูนย์กลางของการเคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวที่ลากจากวัตถุไปยังจุดศูนย์กลางของวงกลม

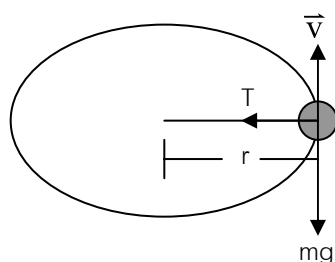
ในการแกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมนั้น แรงที่บังคับให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลม ก็คือแรงดึงในเส้นเชือกที่ดึงวัตถุให้เข้าหาจุดศูนย์กลางของวงกลม เรียกแรงนี้ว่า แรงสู่ศูนย์กลาง

**เอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 3**  
**เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ**

.....

แยกพิจารณา ได้ดังนี้

1. ผู้กวัดตุ้ด้วยเชือกแล้วแกว่งให้เคลื่อนที่เป็นวงกลม

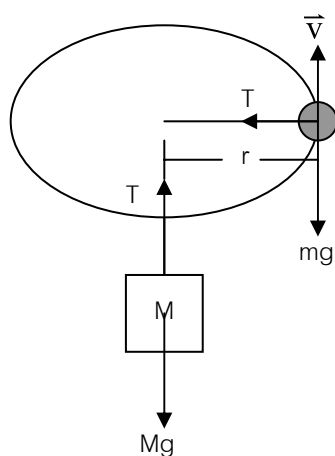


เมื่อมวล  $m$  เคลื่อนที่เป็นวงกลม

$$\text{จะได้ } \sum F_c = \frac{mv^2}{r}$$

$$\therefore T = \frac{mv^2}{r}$$

2. เมื่อแกว่งให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระดับ โดยมีวัตถุอีกอันหนึ่งแขวนไว้แนวตั้ง



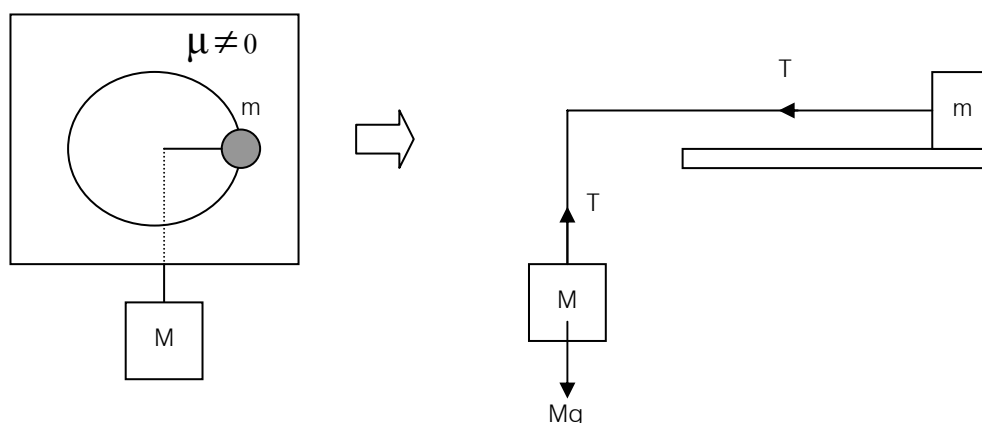
เมื่อแกว่งวัตถุมวล  $m$  ด้วยอัตราเร็วคงที่

$$\text{จะได้ } \sum F_c = \frac{mv^2}{r}$$

$$T = \frac{mv^2}{r}$$

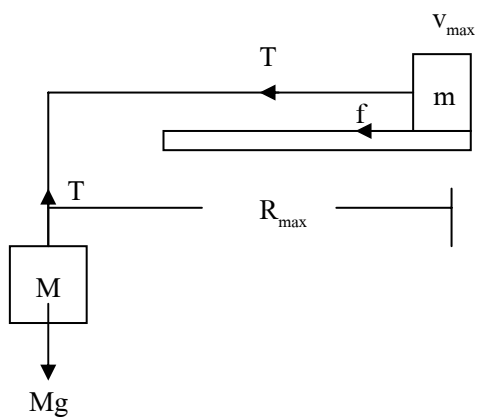
$$\text{แต่ } T = Mg$$

3. เมื่อแกว่งวัตถุเป็นวงกลมบนพื้นโต๊ะฝืด โดยมีมวลอีกก้อนหนึ่งแนวตั้ง



แยกได้ 2 กรณี คือ

(ก) เมื่อแกว่งเร็ว

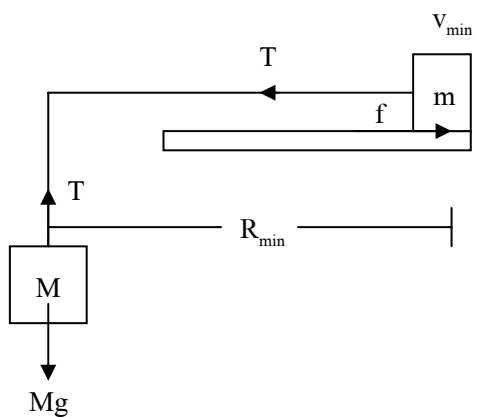


เมื่อมวล  $m$  เคลื่อนที่เป็นวงกลม

$$\text{จะได้ } \sum F_c = \frac{mv^2}{r}$$

$$T + f = \frac{mv_{\max}^2}{R_{\max}}$$

(ข) เมื่อแกว่งช้า

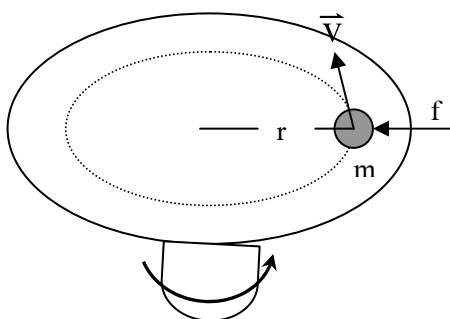


เมื่อมวล  $m$  เคลื่อนที่เป็นวงกลม

$$\text{จะได้ } \sum F_c = \frac{mv^2}{r}$$

$$T - f = \frac{mv_{\min}^2}{R_{\min}}$$

4. เมื่อวางวัตถุบนแผ่นเสียงที่กำลังหมุน



เมื่อมวล  $m$  เคลื่อนที่เป็นวงกลม

$$\text{จะได้ } \sum F_c = \frac{mv^2}{r}$$

$$f = \frac{mv_{\max}^2}{r}$$

$$\mu mg = \frac{mv_{\max}^2}{r}$$

$$v_{\max}^2 = \mu gr$$



## ใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

### เรื่อง คาบของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

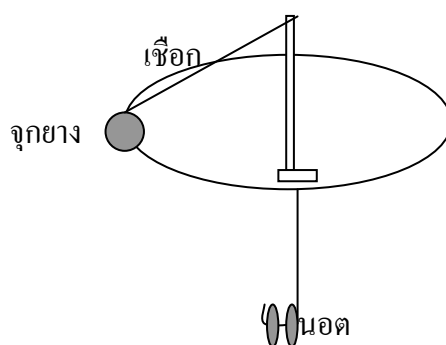
ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ แรงดึงในเส้นเชือก และรัศมีของการเคลื่อนที่ในแนววงกลม ซึ่งนำไปสู่ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงของแรงสู่ศูนย์กลาง อัตราความเร็ว

#### ตอนที่ 1

**จุดประสงค์** เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบและแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อรัศมีคงตัว

#### วิธีทำการทดลอง

ใช้ชุดทดลองการเคลื่อนที่ในแนววงกลม ให้วัดระยะจากจุดกึ่งกลางของจุกยางตามแนวเส้นเชือกออกไปถึงปลายบนของหลอดพีวีซี ยาว 60 เซนติเมตร และใช้ลวดหนีบกระดาษหนีบเส้นเชือกห่างจากปลายล่างของหลอดพีวีซีประมาณ 1 เซนติเมตร ใช้นอตแขวนที่ขอกเกี่ยวโลหะ 2 ตัว ดังรูป โดยใช้น้ำหนักของนอตประมาณเท่าๆกันและน้ำหนักของนอต 1 ตัว แทนแรงขนาด 1F จับท่อพีวีซีแกว่งให้จุกยางเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ โดยให้ลวดที่หนีบเส้นเชือกอยู่ห่างจากปลายล่างของหลอดพีวีซี 1 เซนติเมตร คงตัวตลอดเวลา จับเวลาการเคลื่อนที่ของจุกยางครบ 30 รอบ แล้วนำมาคำนวณหาคาบ T ของการเคลื่อนที่ของจุกยาง ทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มจำนวนนอตเป็น 3, 4, 5 และ 6 ตัว ซึ่งจะทำให้ขนาดของแรงดึงในเส้นเชือกเป็น 3F, 4F, 5F และ 6F ตามลำดับ บันทึกขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก F คาบของการแกว่ง T และกำลังสองของส่วนกลับของคาบของการแกว่ง  $1/T^2$  ลงในตาราง เขียนกราฟระหว่างขนาดแรงดึงในเส้นเชือก F กับกำลังสองของส่วนกลับของคาบของการแกว่ง  $1/T^2$



**คำถาม**

- เมื่อขนาดของแรงดึงในเส้นเชือกเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ที่ครบรอบของจุกยางเป็นอย่างไร
- กราฟระหว่างขนาดแรงดึงในเส้นเชือก  $F$  กับส่วนกลับของคาบกำลังสอง  $1/T^2$  มีลักษณะอย่างไร และจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองได้อย่างไร

**ตอนที่ 2**

**จุดประสงค์** ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และรัศมีของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลม ในระนาบระดับ เมื่อแรงคงตัว

**วิธีการทดลอง**

ใช้นอต 4 ตัว ใส่วัสดุเกี่ยวโลหะ แกว่งให้จุกยางเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ โดยให้รัศมีของการเคลื่อนที่เป็น 50, 60, 70 และ 80 เซนติเมตร ตามลำดับ การหารัศมีของการเคลื่อนที่ของจุกยางในแนววงกลมปฏิบัติเช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1 แต่ครั้งจับเวลาการเคลื่อนที่ของจุกยางครบ 30 รอบ คำนวณหาเวลาของการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ  $T$  และ  $T^2$  ของแต่ละครั้ง บันทึกผลลงในตาราง เขียนกราฟระหว่างรัศมี  $r$  กับคาบกำลังสอง  $T^2$

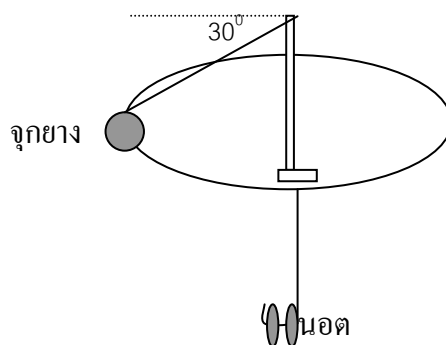
**คำถาม**

- เมื่อรัศมีการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ที่ครบรอบของจุกยางเป็นอย่างไร
- กราฟระหว่างรัศมีการเคลื่อนที่  $r$  กับคาบกำลังสอง  $T^2$  มีลักษณะอย่างไร และสรุปความสัมพันธ์ของปริมาณทั้งสองได้อย่างไร

## ใบงานที่ 1

### เรื่อง ลักษณะของการเคลื่อนที่แนววงกลม

- วัตถุก้อนหนึ่งเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยรัศมี 5 เซนติเมตร ได้ 60 รอบ ในเวลา 2 นาที จงหา
  - คาบ
  - ความถี่
  - อัตราเร็วเชิงเส้น
- ในการแกว่งชุดการเคลื่อนที่เป็นวงกลม ในแนวระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว โดยใช้ขอก็วยโลหะ และนอตมวล 0.1 กิโลกรัม ปรากฏว่าเชือกทำมุม  $30^\circ$  กับแนวระดับ ดังรูป



- แรงตึงในเส้นเชือกมีค่าเท่าไร
  - แรงสู่ศูนย์กลางมีค่าเท่าไร
- จงหาความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลมรัศมี 4 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 20 เมตรต่อวินาที

**เฉลยใบงานที่ 1**  
เรื่อง **ลักษณะของการเคลื่อนที่แนววงกลม**

.....

1. วัตถุก้อนหนึ่งเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยรัศมี 5 เซนติเมตร ได้ 60 รอบ ในเวลา 2 นาที จงหา

- ก. คาบเวลา
- ข. ความถี่
- ค. อัตราเร็วเชิงเส้น

**เฉลย**

- ก. หาคาบเวลา

$$\begin{aligned} T &= \frac{t}{n} \\ &= \frac{2 \times 60}{60} \\ &= 2 \quad \text{วินาที} \end{aligned}$$

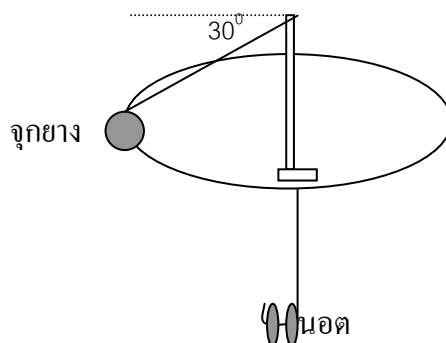
- ข. หาคความถี่

$$\begin{aligned} f &= \frac{n}{t} \\ &= \frac{60}{2 \times 60} \\ &= \frac{1}{2} \\ &= 0.5 \quad \text{เฮิรตซ์} \end{aligned}$$

- ค. ห้ออัตราเร็วเชิงเส้น

$$\begin{aligned} v &= 2\pi r f \\ &= 2 \times 3.14 \times 0.5 \times 0.5 \\ &= 1,570 \quad \text{เมตร/วินาที} \end{aligned}$$

2. ในการแกว่งชุดการเคลื่อนที่เป็นวงกลม ในแนวระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว โดยใช้ขอกเกี่ยวโลหะ และนอตมวล 0.1 กิโลกรัม ปรากฏว่าเชือกทำมุม  $30^\circ$  กับแนวระดับ ดังรูป



ก. แรงตึงในเส้นเชือกมีค่าเท่าไร

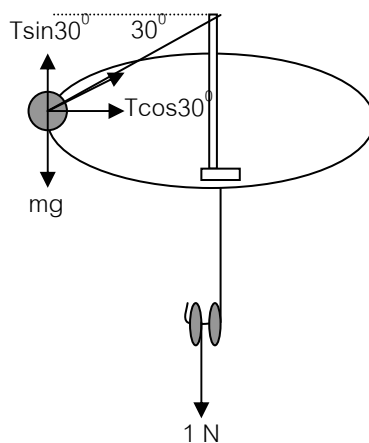
ข. แรงสู่ศูนย์กลางกลางมีค่าเท่าไร

### เฉลย

ก. หาแรงตึงในเส้นเชือก

แรงตึงในเส้นเชือก (T) มีค่าเท่ากับน้ำหนักของขอกเกี่ยวโลหะและนอต = 1 นิวตัน

ข. หาแรงสู่ศูนย์กลาง



$$\begin{aligned}
 F_c &= T \cos 30^\circ \\
 &= 1 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \\
 &= 0.87 \quad \text{นิวตัน}
 \end{aligned}$$

3. จงหาความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลมรัศมี 4 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 20 เมตรต่อวินาที

เฉลย

$$\begin{aligned} a_c &= \frac{v^2}{r} \\ &= \frac{(20)^2}{4} \\ &= 100 \text{ เมตร/วินาที}^2 \end{aligned}$$

## ใบงานที่ 2

### เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ

.....

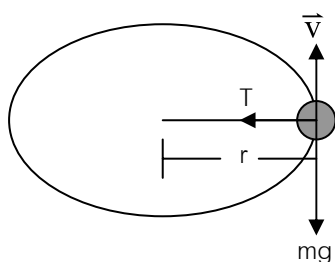
1. จุกยางมีมวล 50 กรัม ผูกติดไว้กับปลายเชือกซึ่งยาว 50 เซนติเมตร ถูกแกว่งให้เป็นวงกลมใน  
โต๊ะลื่นแนวระดับ พบว่าแรงตึงเชือกเท่ากับ 10 นิวตัน อัตราเร็วของจุกยางในแนวเส้นสัมผัส  
ของวงกลมเป็นกี่เมตรต่อวินาที
  
2. วัตถุก้อนหนึ่งวางอยู่บนแผ่นจานราบที่หมุนได้ในแนวระดับ ส.ป.ส.ระหว่างผิววัตถุกับแผ่น  
จานเท่ากับ 0.25 และวัตถุวางอยู่ที่ระยะ 0.1 เมตรจากจุดหมุน ถ้าไม่ต้องการให้วัตถุไถลขณะที่  
จานกำลังกำลังหมุน จานหมุนจะต้องหมุนอัตราเร็วเท่าใด

## เฉลยใบงานที่ 2

### เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ

1. จุกยางมีมวล 50 กรัม ผูกติดไว้กับปลายเชือกซึ่งยาว 50 เซนติเมตร ถูกแกว่งให้เป็นวงกลมในโต๊ะลื่นแนวระดับ พบว่าแรงตึงเชือกเท่ากับ 10 นิวตัน อัตราเร็วของจุกยางในแนวเส้นสัมผัสของวงกลมเป็นกี่เมตรต่อวินาที

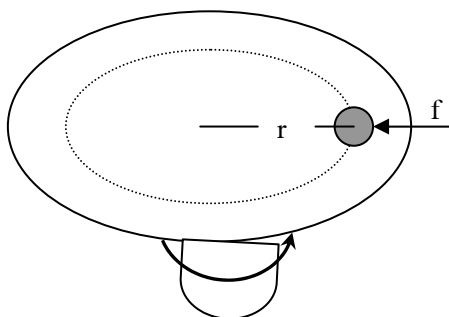
**เฉลย**



$$\begin{aligned}\sum F_c &= \frac{mv^2}{r} \\ T &= \frac{mv^2}{r} \\ 10 &= \frac{0.05v^2}{0.5} \\ v &= 10 \text{ m/s}\end{aligned}$$

2. วัตถุก้อนหนึ่งวางอยู่บนแผ่นจานราบที่หมุนได้ในแนวระดับ ส.ป.ส.ระหว่างผิววัตถุกับแผ่นจานเท่ากับ 0.25 และวัตถุวางอยู่ที่ระยะ 0.1 เมตรจากจุดหมุน ถ้าไม่ต้องการให้วัตถุไถลขณะที่จานกำลังกำลังหมุน จานหมุนจะต้องหมุนอัตราเร็วเท่าใด

**เฉลย**



$$\begin{aligned}\sum F_c &= \frac{mv^2}{r} \\ f &= \frac{mv^2}{r} \\ \mu mg &= \frac{mv^2}{r} \\ v^2 &= \mu gr \\ &= 0.25 \times 10 \times 0.1 \\ &= 0.25 \\ v &= 0.5 \text{ m/s}\end{aligned}$$



**แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน**  
**เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดและทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงใน  
กระดาษคำตอบ

1. ในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมนั้น ข้อใดถูกต้อง
 

ก. วัตถุอยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง	ข. วัตถุอยู่ในสมดุลต่อการหมุน
ค. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง	ง. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
2. คาบของการเคลื่อนที่หมายความว่าอย่างไร
 

ก. เวลาในการเคลื่อนที่ได้ใน 1 รอบ	ข. จำนวนรอบที่เคลื่อนที่ได้ใน 1 วินาที
ค. ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ใน 1 รอบ	ง. ความเร็วของวัตถุในการเคลื่อนที่
3. จากการทดลองการเคลื่อนที่ในแนววงกลมในแนวระดับปริมาณใดที่นำมาเขียนกราฟแล้วได้กราฟเส้นตรง
  1. จำนวนรอบกับรัศมีเมื่ออัตราเร็วคงที่
  2. จำนวนรอบกับเศษหนึ่งส่วนคาบกำลังสอง เมื่อรัศมีคงที่
  3. รัศมีกับอัตราเร็วกำลังสอง เมื่อจำนวนรอบคงที่
  4. รัศมีกับคาบ เมื่อจำนวนรอบคงที่

ก. ข้อ 3 เท่านั้น	ข. ข้อ 2,3 เท่านั้น
ค. ข้อ 1,3 เท่านั้น	ง. ข้อ 2,4 เท่านั้น

จากข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 4-8

วัตถุมวล 0.1 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่เป็นวงกลม มีรัศมีความโค้ง 2 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงที่  
20 เมตรต่อวินาที

4. จงหาคาบเวลา
 

ก. 0.33 วินาที	ข. 0.43 วินาที
ค. 0.53 วินาที	ง. 0.63 วินาที
5. จงหาความถี่
 

ก. 1.59 Hz	ข. 2.59 Hz
ค. 3.59 Hz	ง. 4.59 Hz

6. จงหาอัตราเร็วเชิงเส้น
- |       |             |       |             |
|-------|-------------|-------|-------------|
| ก. 0  | เมตร/วินาที | ข. 10 | เมตร/วินาที |
| ค. 20 | เมตร/วินาที | ง. 30 | เมตร/วินาที |
7. จงหาความเร่งสู่ศูนย์กลาง
- |        |                          |        |                          |
|--------|--------------------------|--------|--------------------------|
| ก. 100 | เมตร/วินาที <sup>2</sup> | ข. 200 | เมตร/วินาที <sup>2</sup> |
| ค. 300 | เมตร/วินาที <sup>2</sup> | ง. 400 | เมตร/วินาที <sup>2</sup> |
8. จงหาแรงสู่ศูนย์กลาง
- |       |        |       |        |
|-------|--------|-------|--------|
| ก. 10 | นิวตัน | ข. 20 | นิวตัน |
| ค. 30 | นิวตัน | ง. 40 | นิวตัน |
9. การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ถ้ารัศมีการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าโดยที่อัตราเร็วยังคงเท่าเดิม จะต้องใช้แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง
- |                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| ก. เท่ากับครึ่งหนึ่งของค่าเดิม | ข. เท่าเดิม             |
| ค. เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า        | ง. เพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า |
10. จงพิจารณาคำกล่าวต่อไปนี้
1. แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอนั้นไม่ได้ทำงานเพราะ
  2. แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมมีทิศตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ
- |  |
|--|
| ก. คำกล่าว 1 และ 2 ถูก และ 2 เป็นเหตุผลของ 1 |
| ข. คำกล่าว 1 และ 2 ถูก แต่ 2 ไม่เป็นผลของ 1  |
| ค. คำกล่าว 1 ถูก แต่ 2 ผิด                   |
| ง. คำกล่าว 1 ผิด แต่ 2 ถูก                   |

เฉลยแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน  
เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ

---

1. ค.
2. ก.
3. ข.
4. ง.
5. ก.
6. ค.
7. ข.
8. ข.
9. ก.
10. ก.