

### ภาคผนวก ก

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาค่า IOC และพิจารณาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม
3. ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณา IOC

1. อาจารย์นิพัทธ์ ระเด่นอหัมมัด  
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
2. รองศาสตราจารย์พันธ์ ทองชุมนุม  
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
3. อาจารย์ประจวบ เรืองยังมี  
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
4. อาจารย์สกว สันติเทวกุล  
โรงเรียนเคหะปัตตานานุกูล จ.ปัตตานี
5. อาจารย์สัจจา เจริญทอง  
โรงเรียนเคหะปัตตานานุกูล จ.ปัตตานี

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. รองศาสตราจารย์นิเวศ๊ะ หะยีวามิง  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
2. อาจารย์ทวี ทองคำ  
ภาควิชาประเมินผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
3. อาจารย์นพพร เจริญทอง  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
4. อาจารย์นิพัทธ์ ระเด่นอหัมมัด  
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
5. อาจารย์จารุวัจน์ สองเมือง  
วิทยาลัยอิสลามยะลา วิทยาเขตปัตตานี

ตาราง 4 ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ข้อที่	คะแนนการพิจารณา					รวม	IOC
	1	2	3	4	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	1	1	1	5	1.00
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	0	1	1	1	1	4	0.80
11	1	1	1	1	1	5	1.00
12	1	1	1	1	1	5	1.00
13	1	0	1	1	1	4	0.80
14	1	1	1	1	1	5	1.00
15	1	1	1	0	1	4	0.80
16	1	1	1	1	1	5	1.00
17	1	1	1	1	1	5	1.00
18	1	1	1	1	1	5	1.00
19	1	1	1	1	1	5	1.00
20	1	1	1	1	1	5	1.00
21	1	1	1	1	1	5	1.00
22	1	1	1	1	1	5	1.00
23	1	1	1	1	1	5	1.00
24	1	1	1	1	1	5	1.00
25	1	1	1	1	1	5	1.00

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.47	0.42
2	0.28	0.47
3	0.39	0.50
4	0.24	0.50
5	0.32	0.47
6	0.34	0.56
7	0.50	0.39
8	0.32	0.44
9	0.64	0.47
10	0.73	0.44
11	0.40	0.50
12	0.67	0.33
13	0.57	0.28
14	0.37	0.64
15	0.34	0.69
16	0.47	0.58
17	0.73	0.28
18	0.79	0.33
19	0.69	0.61
20	0.36	0.47
21	0.53	0.39
22	0.41	0.22
23	0.79	0.39
24	0.77	0.44
25	0.44	0.61

### **ภาคผนวก ข**

- 1. จุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม**
- 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม**

## จุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม

1. อธิบายและหาทิศของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลมได้
2. อธิบายความหมายและหาทิศของแรงสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลมได้
3. อธิบายความหมาย ทิศและขนาดของความเร่งสู่ศูนย์กลางได้
4. สามารถอธิบายและหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลของวัตถุ แรงสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็ว และรัศมีของวงกลมของการเคลื่อนที่ในแนววงกลมได้
5. บอกความหมายและคำนวณหาปริมาณต่างๆที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม เช่น คาบ ความถี่ อัตราเร็วเชิงมุม ระยะทางเชิงมุม
6. อธิบายความหมายและคำนวณหาอัตราเร็วเชิงเส้น และบอกความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลางและอัตราเร็วเชิงมุม ได้
7. อธิบายและคำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวระดับ
8. คำนวณหาแรงตึงเชือกที่ตำแหน่งต่างๆของวัตถุที่แกว่งในแนวตั้ง
9. อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ทางโค้งของรถยนต์ จักรยานยนต์ บนถนนราบและเอียงได้
10. คำนวณหามุมเอียงและอัตราเร็วสูงสุดในการเลี้ยวโค้งอย่างปลอดภัยบนถนนได้
11. คำนวณหาขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุที่เคลื่อนที่บนรางกลมที่ตั้งอยู่ในแนวตั้งได้
12. ใช้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนววงกลม อธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเทียมในวงโคจรรอบโลกและการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็ก และคำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม

คำชี้แจง

- ข้อสอบมี 25 ข้อ
- ข้อสอบแต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค และ ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และทำเครื่องหมาย (X) ลงในช่องของกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อและตัวเลือกที่ต้องการ
- ห้ามขีด เขียน หรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงบนข้อสอบ

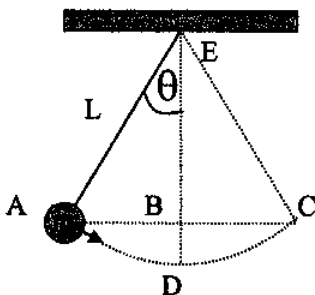
จุดประสงค์ที่ 1 อธิบายและหาทิศของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมได้

- พิจารณาข้อความต่อไปนี้ เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่
  - แรงลัพธ์กับความเร็วมีทิศเดียวกันตลอดเวลา
  - แรงลัพธ์กับความเร็วมีทิศตั้งฉากกันตลอดเวลา
  - แรงลัพธ์กับความเร่งมีทิศเดียวกันตลอดเวลา
  - แรงลัพธ์กับความเร่งมีทิศตั้งฉากกันตลอดเวลา

ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

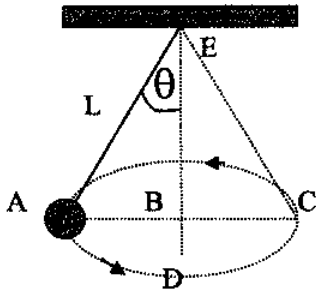
- |            |            |
|------------|------------|
| ก. 1 กับ 2 | ข. 1 กับ 3 |
| ค. 2 กับ 3 | ง. 3 กับ 4 |

- จากรูป มวล  $m$  ผูกด้วยเชือกยาว  $L$  ปล่อยให้ มวล  $m$  เริ่มแกว่งจากจุด A ทิศของแรงลัพธ์ที่ทำให้ มวล  $m$  เคลื่อนที่เป็นวงกลม จะอยู่ในแนวใด



- AE
- AB
- AD
- BE

3. วัตถุมวล  $m$  ผูกด้วยเชือกยาว  $L$  แกว่งในแนวระดับเป็นรูปกรวย แรงลัพธ์ที่กระทำกับมวล  $m$  มีทิศตามข้อใด



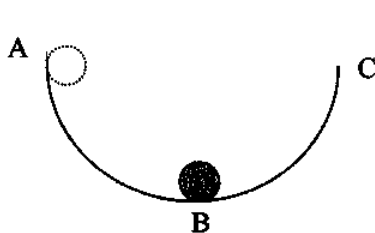
- ก. AE  
ข. AB  
ค. AD  
ง. DE





จุดประสงค์ที่ 2 อธิบายความหมาย ทิศและขนาดของความเร่งสู่ศูนย์กลางได้

4. วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงที่ ผลคือ

- ก. ความเร่งเป็นศูนย์  
ข. ความเร่งอยู่ในแนวเส้นสัมผัสกับวงกลม  
ค. ความเร่งอยู่ในแนวพุ่งออกจากจุดศูนย์กลาง  
ง. ความเร่งอยู่ในแนวพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลาง

5. ปล่อยวัตถุมวล  $m$  จากจุด A ให้เคลื่อนที่ไปตามรางโค้งวงกลม ABC ทิศทางความเร่งของมวล  $m$  ที่จุด B มีทิศไปทางใด



- ก.   
ข.   
ค.   
ง. 

6. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม ผูกด้วยเชือกยาว 4 เมตร แกว่งเป็นวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงที่ 10 เมตรต่อวินาที ความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุมีค่าเท่าใด

- ก. 25 เมตร/วินาที<sup>2</sup>  
ข. 50 เมตร/วินาที<sup>2</sup>  
ค. 80 เมตร/วินาที<sup>2</sup>  
ง. 100 เมตร/วินาที<sup>2</sup>



**จุดประสงค์ที่ 3** สามารถอธิบายและหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลของวัตถุ แรงสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็ว และรัศมีของวงกลมของการเคลื่อนที่แบบวงกลมได้

7. ก้อนหินมวล 1 กิโลกรัม ผูกติดไว้กับปลายเชือกซึ่งยาว 40 เซนติเมตร ถูกแกว่งให้เป็นวงกลมในแนวระดับในอากาศ พบว่าแรงดึงเชือกเท่ากับ 10 นิวตัน อัตราเร็วของก้อนหินในแนวสัมผัสของวงกลมเป็นเท่าใด

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| ก. 1 เมตร/วินาที   | ข. 2 เมตร/วินาที  |
| ค. 2.5 เมตร/วินาที | ง. 20 เมตร/วินาที |

8. การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ถ้ารัศมีของการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น 2 เท่า โดยที่อัตราเร็วยังคงเท่าเดิม วัตถุดังกล่าวจะมีแรงสู่ศูนย์กลางตามข้อใด

- |                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| ก. เพิ่มขึ้น 4 เท่า | ข. เพิ่มขึ้น 2 เท่า            |
| ค. เท่าเดิม         | ง. เท่ากับครึ่งหนึ่งของค่าเดิม |

**จุดประสงค์ที่ 4** บอกความหมายและคำนวณหาปริมาณต่างๆที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม เช่น คาบ ความถี่ อัตราเร็วเชิงมุม ระยะทางเชิงมุม

9. ความถี่ของการเคลื่อนที่หมายความว่าอย่างไร

- |  |
|--|
| ก. เวลาในการเคลื่อนที่ได้ใน 1 รอบ      |
| ข. จำนวนรอบที่เคลื่อนที่ได้ใน 1 วินาที |
| ค. ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ใน 1 รอบ     |
| ง. ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ใน 1 วินาที  |

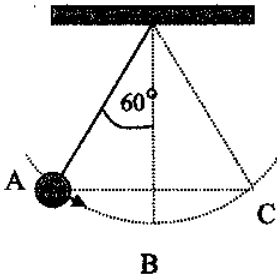
10. อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยความถี่ 4 เฮิรตซ์ จงหาอัตราเร็วเชิงมุม

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| ก. $\pi$ เรเดียน/วินาที  | ข. $2\pi$ เรเดียน/วินาที |
| ค. $4\pi$ เรเดียน/วินาที | ง. $8\pi$ เรเดียน/วินาที |

**จุดประสงค์ที่ 5** อธิบายความหมายและคำนวณหาอัตราเร็วเชิงเส้น และบอกความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลางและอัตราเร็วเชิงมุมได้



15. ก้อนหินมวล 4 กิโลกรัม ผูกติดกับเชือกยาว 2 เมตร แกว่งเป็นวงกลมในแนวตั้ง เมื่อมาถึงจุด A ก้อนหินมีอัตราเร็ว 3 เมตร/วินาที ดังรูป จงหาแรงดึงเชือกขณะที่วัตถุเคลื่อนที่มายังจุด A



- ก. 2 นิวตัน  
ข. 18 นิวตัน  
ค. 20 นิวตัน  
ง. 38 นิวตัน

จุดประสงค์ที่ 8 อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ทางโค้งของรถยนต์ จักรยานยนต์ บนถนนราบและเอียง

16. เมื่อรถยนต์แล่นผ่านทางโค้ง แรงสู่ศูนย์กลางกลางที่กระทำต่อรถยนต์จะมีค่ามากที่สุดเมื่อใด
- ก. ความเร็วสูง – รัศมีความโค้งมาก      ข. ความเร็วสูง – รัศมีความโค้งน้อย  
ค. ความเร็วต่ำ – รัศมีความโค้งมาก      ง. ความเร็วต่ำ – รัศมีความโค้งน้อย

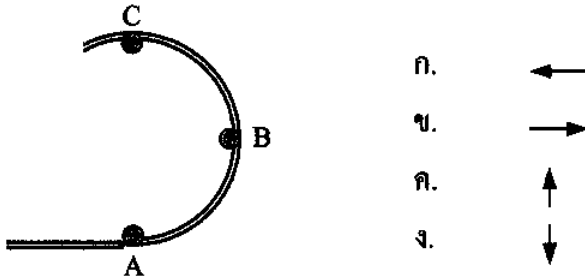
จุดประสงค์ที่ 9 คำนวณหามุมเอียงและอัตราเร็วสูงสุดในการเลี้ยวโค้งอย่างปลอดภัยบนถนนได้

17. ถนนโค้งราบรัศมีความโค้ง 20 เมตร ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับถนนมีค่า 0.5 รถคันนี้จะสามารถเลี้ยวโค้งด้วยอัตราเร็วสูงสุดเท่าใด
- ก. 10 เมตร/วินาที      ข. 20 เมตร/วินาที  
ค. 30 เมตร/วินาที      ง. 40 เมตร/วินาที

18. รถจักรยานยนต์วิ่งด้วยอัตราเร็ว 20 เมตร/วินาที ไปตามถนนโค้งรัศมี 40 เมตร คนขี่จะต้องเอียงรถทำมุมกับแนวโค้งเท่าใดจึงเลี้ยวโค้งได้อย่างปลอดภัย
- ก.  $30^\circ$       ข.  $45^\circ$   
ค.  $53^\circ$       ง.  $60^\circ$

จุดประสงค์ที่ 10 คำนวณหาขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุที่เคลื่อนที่บนรางกลมที่ตั้งอยู่ในแนวตั้งได้

19. อนุภาคมวล  $m$  เคลื่อนที่ในรางโค้งวงกลมขึ้น ดังรูป จงหาทิศของแรงสู่ศูนย์กลางที่ จุด B



20. รถไฟเหาะดีดลงมวล 2000 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนรางโค้งรัศมี 10 เมตร ขณะผ่านจุดสูงสุดด้วยอัตราเร็ว 20 เมตร/วินาที จะมีแรงปฏิกิริยาที่รางกระทำต่อรถไฟเท่าใด

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| ก. 40000 นิวตัน | ข. 60000 นิวตัน  |
| ค. 80000 นิวตัน | ง. 100000 นิวตัน |

จุดประสงค์ที่ 11 ใช้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม อธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเทียมในวงโคจรรอบโลกและการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็ก และคำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

21. ดาวเทียมดวงหนึ่งเมื่อใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดูปรากฏว่าเห็นลอยอยู่นิ่งๆแสดงว่า

- ดาวเทียมไม่ได้โคจรรอบโลก
- ดาวเทียมมีคาบมากจนหาค่าไม่ได้
- ดาวเทียมมีอัตราเร็วเชิงเส้นเท่ากับวัตถุที่อยู่นิ่งบนพิภค
- ดาวเทียมมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับ โลกหมุนรอบตัวเอง

22. ดาวเทียม A และ B โคจรรอบโลกสูงจากผิวโลกเท่ากับรัศมีโลกและ 2 เท่าของรัศมีโลกตามลำดับ ถ้าดาวเทียม A และ B มีมวลเท่ากัน ข้อใดสรุปถูกต้อง
- แรงสู่ศูนย์กลางของดาวเทียม A มากกว่าแรงสู่ศูนย์กลางของดาวเทียม B
  - แรงสู่ศูนย์กลางของดาวเทียม B มากกว่าแรงสู่ศูนย์กลางของดาวเทียม A
  - แรงสู่ศูนย์กลางของดาวเทียม A และดาวเทียม B มีขนาดเท่ากัน
  - แรงสู่ศูนย์กลางของดาวเทียม A มีขนาดเป็น 2 เท่าของแรงสู่ศูนย์กลางของดาวเทียม B
23. อนุภาคมวล  $m$  มีประจุ  $q$  เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว  $v$  เข้าไปในทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก B อนุภาคนี้จะมีการเคลื่อนที่อย่างไร
- หยุดนิ่งกับที่เนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก
  - เคลื่อนที่เป็นรูปพาราโบลา
  - เคลื่อนที่เป็นวงกลม
  - เคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์
24. อนุภาคมวล  $2 \times 10^{-3}$  กิโลกรัม มีประจุ  $5 \times 10^{-2}$  คูลอมบ์ เคลื่อนที่เข้าไปในทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กซึ่งมีความเข้ม 4 เทสลา ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่ของอนุภาคนี้มีค่าเท่าไร
- 0.1 เมตร
  - 0.2 เมตร
  - 0.3 เมตร
  - 0.4 เมตร
25. อิเล็กตรอนมวล  $m$  กิโลกรัม มีประจุ  $e$  คูลอมบ์ เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัว  $v$  เมตร/วินาที เข้าไปในบริเวณสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด  $B$  เทสลา ในทิศที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นวงกลม อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ได้กี่รอบต่อวินาทีในสนามแม่เหล็ก
- $\frac{eB}{2\pi m}$
  - $\frac{2\pi m}{eBv}$
  - $\frac{2\pi m}{eB}$
  - $\frac{eBv}{2\pi m}$

### ภาคผนวก ก

1. คะแนนสอบก่อนและหลังเรียนซ่อมเสริม โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. คะแนนสอบก่อนและหลังเรียนซ่อมเสริม โดยใช้สอนแบบปกติ

ตาราง 6 คะแนนสอบก่อนและหลังเรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน	คะแนนสอบหลังเรียน
1	7	18
2	8	14
3	12	19
4	9	17
5	9	16
6	9	16
7	10	18
8	8	19
9	7	18
10	7	18
11	12	20
12	7	16
13	12	18
14	8	13
15	9	19
16	9	18
17	11	19
18	9	19
19	8	19
20	11	20
21	12	21
22	10	21
23	7	13
24	9	19
25	10	19

ตาราง 7 คะแนนสอบก่อนและหลังเรียนซ่อมเสริม โดยใช้การสอนแบบปกติ

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน	คะแนนสอบหลังเรียน
1	8	10
2	12	15
3	10	15
4	7	9
5	8	16
6	9	14
7	12	17
8	9	16
9	8	16
10	9	19
11	8	10
12	7	15
13	9	13
14	9	16
15	7	14
16	7	14
17	10	14
18	8	13
19	12	18
20	12	19
21	8	17
22	9	19
23	11	16
24	8	12
25	10	15



## ภาคผนวก ง

1. ตัวอย่างแผนการสอนซ่อมเสริมเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม
2. ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม
3. คู่มือครูประกอบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## แผนการสอนเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม

### แผนการสอนที่ 1

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม

จำนวน 1 คาบ

#### สาระสำคัญ

ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม แรงที่กระทำกับวัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม ความหมายของแรงสู่ศูนย์กลาง การหาทิศทางของแรงสู่ศูนย์กลาง

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

บอกได้ว่าเมื่อแกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระดับจะมีแรงสู่ศูนย์กลางกระทำต่อวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่

#### จุดประสงค์ย่อย

1. บอกได้ว่า เมื่อแกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ อัตราเร็วของวัตถุมีผลต่อแรงที่ดึงเส้นเชือก และระนาบของวัตถุที่เคลื่อนที่
2. บอกได้ว่า วัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม ทิศทางของการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเป็นเพราะมีแรงกระทำในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางการเคลื่อนที่ และเรียกแรงนี้ว่า แรงสู่ศูนย์กลาง

#### เนื้อหา

เมื่อแกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ อัตราเร็วของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงที่ดึงเส้นเชือกและระนาบของวัตถุที่เคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ของวัตถุดังกล่าว เส้นเชือกจะออกแรงดึงให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลม โดยทิศของแรงดึงที่กระทำต่อวัตถุขณะที่วัตถุเคลื่อนที่อยู่ที่จุดต่างๆ จะพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลางของการเคลื่อนที่

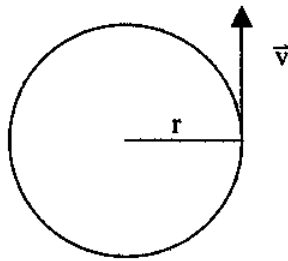
วัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมทิศทางของการเคลื่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แสดงว่าความเร็วมagnitude ของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลง นั่นคือมีแรงมากระทำกับวัตถุทำให้เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ แรงที่กระทำกับวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลมและมีทิศทางเข้าหาศูนย์กลางการเคลื่อนที่เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง

การเคลื่อนที่ในแนววงกลม วัตถุจะมีการเคลื่อนที่แบบเคลื่อนที่แต่วัตถุจะกลับมาซ้ำรอยเดิมเมื่อเคลื่อนที่ครบรอบ ช่วงเวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ เรียกว่า คาบของการเคลื่อนที่ ใช้สัญลักษณ์ แทน  $T$  โดยหน่วยของคาบ คือ วินาทีต่อรอบ และจำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ใน 1

หน่วยเวลา เรียกว่า ความถี่ ของการเคลื่อนที่ ใช้สัญลักษณ์  $f$  มีหน่วย คือ รอบต่อวินาที หรือ เฮิรตซ์

โดยคาบกับความถี่มีความสัมพันธ์ดังนี้  $f = \frac{1}{T}$

ถ้าพิจารณาวัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ ด้วยอัตราเร็วคงตัว  $v$  และมีรัศมีของแนววงกลมที่เคลื่อนที่  $r$  ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว

จะเห็นได้ว่าการเคลื่อนที่ในแนววงกลมเมื่อครบ 1 รอบจะได้ระยะทางเท่ากับ  $2\pi r$  ในช่วงเวลา  $T$  จะได้ว่าอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ในแนววงกลมเท่ากับ

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

ดังนั้น  $v = 2\pi r f$

การเคลื่อนที่ในแนววงกลมแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลมเรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง มีสัญลักษณ์  $F_c$  โดยโดยความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็ว และรัศมี ของการเคลื่อนที่ที่สามารถสรุปได้ดังนี้

$$F_c \propto \frac{v^2}{r}$$

ขนาดของแรงสู่ศูนย์กลางแปรผันตรงกับอัตราเร็วของวัตถุยกกำลังสองและแปรผกผันกับรัศมีของการเคลื่อนที่

### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับการแกว่งเส้นเชือกเพื่อทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบระดับ  
ให้นักเรียนศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม ในหนังสือเรียนหน้า 26 – 28
2. ให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามหน้า 28
3. ให้นักเรียนศึกษากิจกรรมที่ 14.2 ในหนังสือแบบเรียน
4. ครูอธิบายตามแนวคำถามในหนังสือเรียน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก  
แปรผันตรงกับอัตราเร็วของลูกยางยกกำลังสองและแปรผกผันกับรัศมีการเคลื่อนที่

### สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์

### การวัดและประเมินผล

1. สังเกตความสนใจ
2. จากการตอบคำถาม

## แผนการสอนที่ 2

เรื่อง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง

จำนวน 1 คาบ

### สาระสำคัญ

ความหมายของความเร่งสู่ศูนย์กลาง การหาขนาดและทิศทางของความเร่งสู่ศูนย์กลาง การหาขนาดของแรงสู่ศูนย์กลาง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

บอกได้ว่าวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมีทิศสู่ศูนย์กลางของวงกลมเรียกว่า ความเร่งสู่ศูนย์กลาง

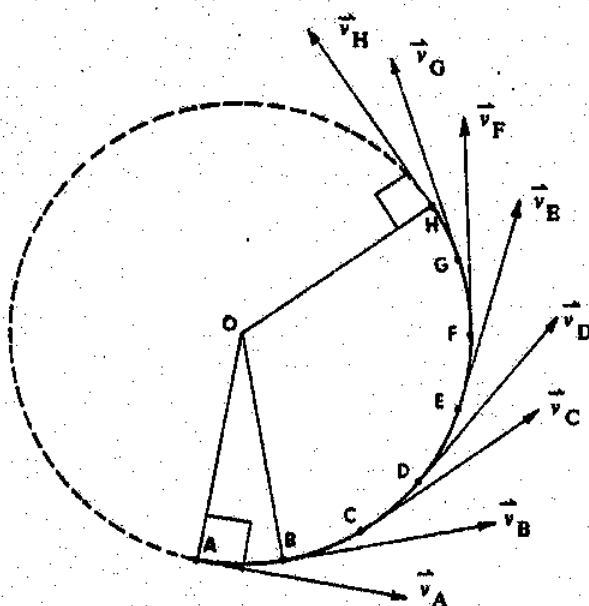
### จุดประสงค์ย่อย

1. บอกได้ว่า วัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมีทิศสู่ศูนย์กลางของวงกลม เรียกว่า ความเร่งสู่ศูนย์กลาง
2. อธิบายการหาขนาดและทิศทางของความเร่งสู่ศูนย์กลาง
3. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมวลของวัตถุ แรงสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็วและรัศมีวงกลมของการเคลื่อนที่ในแนววงกลมได้
4. หาขนาดและทิศทางของความเร่งสู่ศูนย์กลางโดยใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

### เนื้อหา

วัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลมทิศการเคลื่อนที่จะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แสดงว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ขนาดและทิศทางของความเร่งของวัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่ในแนววงกลมด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอจะหาได้ดังนี้

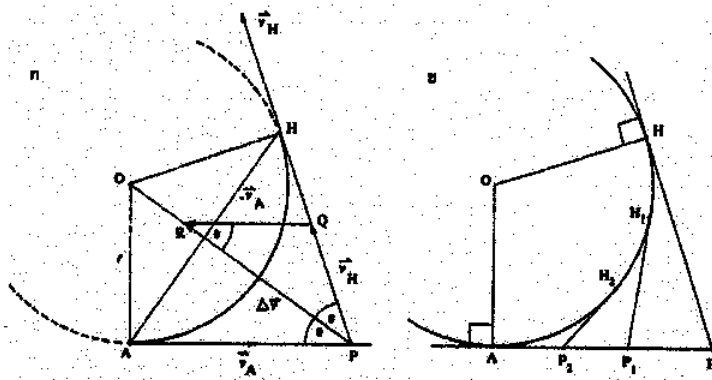
จากรูปที่ 2 วัตถุเคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด H ตามแนวส่วนโค้งของวงกลมรัศมี  $r$  และมีศูนย์กลางอยู่ที่ O ด้วยอัตราเร็วคงตัว  $v$  ความเร็วของวัตถุ ณ ตำแหน่งต่างๆ บนแนวโค้งจะมีทิศไปตามแนวเส้นสัมผัสกับส่วนโค้ง ณ ตำแหน่งนั้น นั่นคือ  $\vec{v}_A, \vec{v}_B, \vec{v}_C, \dots$  และ  $\vec{v}_H$  จะแทนความเร็วของวัตถุ ณ จุด A, B, C, ..... และจุด H ตามลำดับ ถ้าวัตถุที่เคลื่อนที่จากจุด A ด้วยความเร็วคงตัว  $\vec{v}_A$  ตามแนวเส้นสัมผัสส่วนโค้ง ณ จุด A จะไม่สามารถไปพบจุด B ได้ เพราะแนวทาง AB เป็นเส้นโค้ง ดังนั้น วัตถุจะต้องมีการเปลี่ยนทิศของความเร็วตลอดเวลาขณะเคลื่อนที่ตามแนวโค้งความเร็วที่เปลี่ยนไปทั้งหมดระหว่างเคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด H คือ



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลม

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_H - \vec{v}_A$$

ความเร็วที่เปลี่ยนไป  $\Delta \vec{v}$  นี้ เป็นผลรวมของความเร็วที่เปลี่ยนไปในแต่ละช่วงของการเคลื่อนที่ คือ ตั้งแต่ A ถึง B, B ถึง C, C ถึง D, ..., และ G ถึง H เพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณาหาทิศของ  $\Delta \vec{v}$  เราจะต่อแนวของ  $\vec{v}_A$  ให้มาพบกับแนวของ  $\vec{v}_H$  ที่จุด P ซึ่งจุดนี้เสมือนเป็นจุดที่ความเร็ว  $\vec{v}_A$  เปลี่ยนเป็น  $\vec{v}_H$  ดังแสดงในรูป 3 ก



รูป 3 วัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัวจากจุด A ไปยังจุด H

จากรูปสามเหลี่ยม PQR แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ณ จุด P ซึ่งแทนผลรวมของการเปลี่ยนแปลงความเร็วทั้งหมด  $\Delta v$  จะมีทิศพุ่งตามแนวเส้นตรง PR และโดยการพิสูจน์ทางเรขาคณิตจะเห็นว่าเส้นตรง PR และ PO เป็นเส้นตรงเดียวกัน นั่นคือ สรุปได้ว่า  $\Delta v$  มีทิศพุ่งเข้าหาศูนย์กลางของวงกลมและความเร่งของวัตถุจะมีทิศพุ่งเข้าหาศูนย์กลางของวงกลมด้วย เพราะความเร่งมีทิศเดียวกับ  $\Delta v$

จากรูป 3 ข. ถ้าเลื่อนจุด H เข้าใกล้จุด A จะเห็นว่าจุด P ขยับเข้าหาส่วนโค้งมากขึ้น และเมื่อ H เลื่อนมาเกือบซ้อนจุด A จุด P จะเกือบเป็นจุดเดียวกันกับจุด A ถือได้ว่าเป็นความเร่งที่จุด A นั่นคือ ความเร่งของวัตถุ ณ ตำแหน่งใดๆ บนส่วนโค้งรูปวงกลมจะมีทิศพุ่งเข้าหาศูนย์กลางของวงกลม การหาขนาดของความเร่ง

จากรูป 3 ก. จะเห็นว่า รูปสามเหลี่ยม PQR กับสามเหลี่ยม AOH เป็นสามเหลี่ยมคล้าย ดังนั้นจะได้ว่า

$$\frac{v_A}{OA} = \frac{v_H}{OH} = \frac{\Delta v}{AH}$$

เนื่องจากวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัว  $v$  ดังนั้นขนาดความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุจะมีค่าเท่ากับอัตราเร็วนี้

$$v_A = v_H = v$$

ถ้าวัตถุเคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด H ภายในเวลา  $\Delta t$  และในกรณีที่จุด A และจุด H อยู่ใกล้กันมาก เราอาจถือได้ว่า ความยาวของเส้นตรง AH มีค่าเท่ากับความยาวของส่วนโค้ง AH ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $v \Delta t$  จึงเขียนได้ว่า

$$\frac{v}{OA} = \frac{\Delta v}{AH}$$

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

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

นั่นคือ 
$$a = \frac{v^2}{r}$$

ให้  $a_c$  เป็นความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลม

ดังนั้น จะได้

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

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน แรงมีทิศเดียวกับความเร่ง ดังนั้นวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว จะมีแรงสู่ศูนย์กลางในทิศเข้าหาศูนย์กลางของวงกลม

และจาก  $\vec{F} = m\vec{a}$  เมื่อให้  $\vec{F}_c$  เป็นแรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำกับวัตถุมวล  $m$  ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลมด้วยความเร่ง  $a_c$  จะได้ว่า

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

### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูอธิบายว่าวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมทิศของความเร็วจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แสดงว่าวัตถุมีความเร่ง
2. ครูให้ความรู้ตามรายละเอียดในหนังสือเพื่อหาขนาดและทิศทางของความเร่ง จนได้ข้อสรุปตามรายละเอียดในหนังสือ
3. ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาขนาดของความเร่งและเฉลยบนกระดาน
4. ครูใช้ทฤษฎีการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน เพื่อพิสูจน์สูตรในการหาแรงสู่ศูนย์กลาง
5. ครูแสดงตัวอย่างโจทย์คำถามการหาขนาดและทิศทางของแรงสู่ศูนย์กลาง
6. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ครูได้เตรียมไว้ส่งในคาบ

### สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 5 ว024
2. แบบฝึกหัด

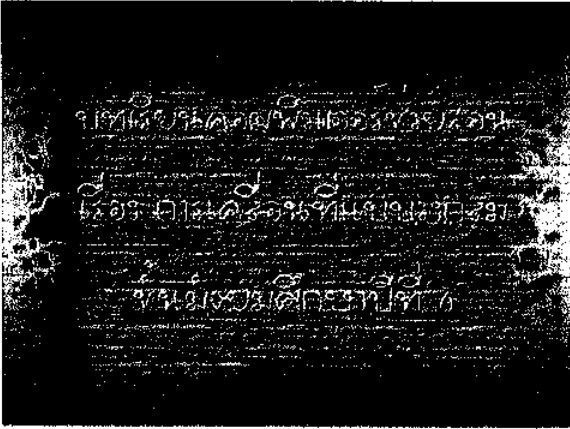
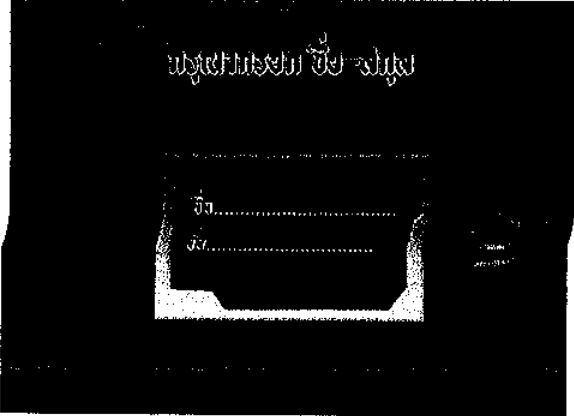

### การวัดและประเมินผล

1. สังเกตความสนใจและจากการตอบคำถาม
2. ตรวจแบบฝึกหัด



## ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ 8 ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

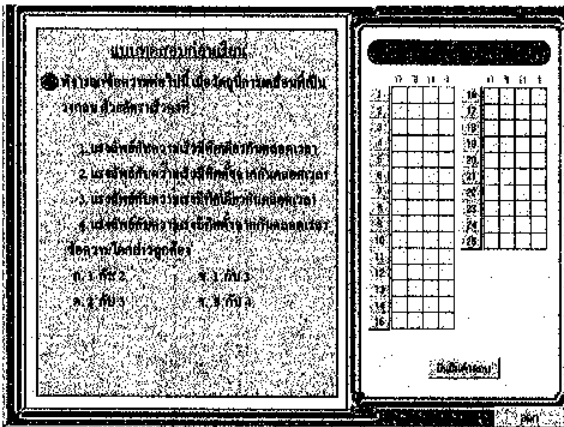
ภาพ	คำบรรยาย
	หน้านำเรื่อง
	ใส่ชื่อ-สกุล
	ข้อความต้อนรับ ซึ่งจะบอกชื่อ-สกุล ของผู้เล่น วันที่และเวลาที่เล่น

ภาพ

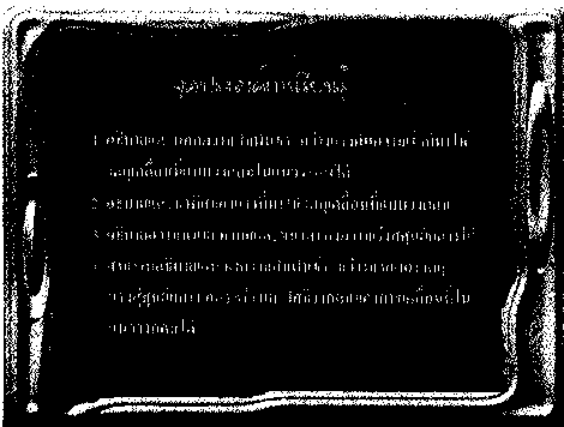
คำบรรยาย



หน้าเมนูหลัก ประกอบด้วยปุ่มเมนูต่างๆให้นักเรียนได้เลือกเรียนตามความต้องการนักเรียน



แบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการประเมินและเก็บข้อมูลก่อนเรียน



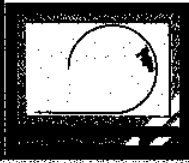
จุดประสงค์การเรียนรู้

## ภาพ

## คำบรรยาย

**การเคลื่อนที่แบบวงกลม**

การเคลื่อนที่แบบวงกลมในชีวิตประจำวันมีมากมาย เช่น การแกว่งวัตถุด้วยเชือก รถยนต์โค้ง รถไฟดีเซลกา ลาวเทียมโคจรรอบโลก หรือ ประจักษ์ในสนามแม่เหล็ก



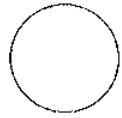

- วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้อย่างไร ?
- มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ?

เนื้อหาในหัวข้อแรก คือ เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

**ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม**

● **คาบ (T) (หน่วยวินาที)**

คือ จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็น รอบ/วินาที หรือ Hz ใช้  $f$  เป็นสัญลักษณ์

เนื้อหาในหัวข้อที่สอง คือ เรื่องปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม

**การเคลื่อนที่แบบวงกลมสัมพันธ์กับมุม**

การเคลื่อนที่แบบวงกลมที่มีขนาดลักษณะด้วยกันเราสามารถพิจารณาได้ตามลักษณะดังต่อไปนี้







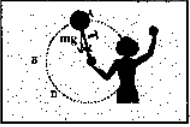

เนื้อหาในหัวข้อที่สาม คือ เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม ลักษณะต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย การเคลื่อนที่ 6 แบบด้วยกัน

ภาพ

บรรยาย

**2. คำนวณค่าน้ำหนักของผลในแนวตั้ง**

วัตถุมวล  $m$  ถูกขว้างขึ้นจาก  $h$  เมตร เป็นวงกลมในแนวตั้งด้วยความเร็ว  $v$  ดังรูป



ข้อควรระวัง ในการคำนวณค่าน้ำหนักของผล

- ระบุทิศทาง
- ใช้แรงทุกแรง
- แยกแรงสู่แนวศูนย์กลางและตั้งฉากศูนย์กลาง
- ใช้สมการ  $F_c = \frac{mv^2}{R}$


ตัวอย่างเนื้อหาในเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวตั้ง ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้นตอนในการคิด นักเรียนสามารถเลือกขั้นตอนได้ตามต้องการ โดยเลือกที่ตัวเลข 1 ถึง 4

ข้อ 2) พิจารณาข้อความต่อไปนี้ เพื่อวิเคราะห์เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยความเร็วคงที่

1. แรงแม่เหล็กความเร็วมีทิศทางกับทิศทางเวลา
2. แรงแม่เหล็กความเร็วมีทิศทางตั้งฉากกับทิศทางเวลา
3. แรงแม่เหล็กความเร็วมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางเวลา
4. แรงแม่เหล็กความเร็วมีทิศทางตั้งฉากกับทิศทางเวลา

ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้อง

<input type="checkbox"/> 1 กับ 2	<input type="checkbox"/> 1 กับ 3
<input type="checkbox"/> 2 กับ 3	<input type="checkbox"/> 3 กับ 4



ตัวอย่างแบบฝึกหัดแบบเลือกตอบในการทดสอบนักเรียนเมื่อแล้วจบในหัวข้อย่อย

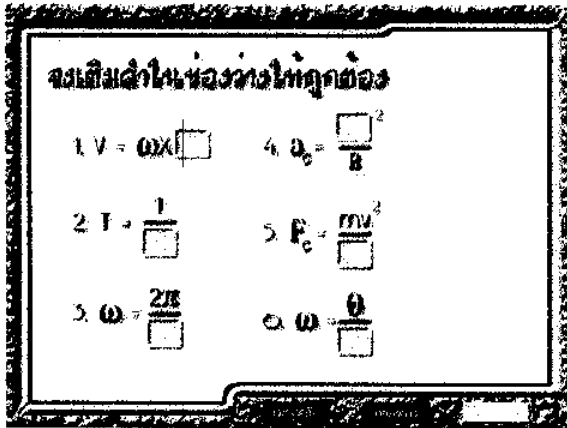
คากบุ่มด้านขวาชื่อ วารในช่องว่างซ้ายชื่อให้ถูกต้อง

<input type="checkbox"/>	ฉวมสี่	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	อัตราเร็วเชิงมุม	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	อัตราเร็วเชิงเส้น	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	รัศมี	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	ระยะทางเชิงเส้น	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	ฉาบ	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	ระยะทางเชิงมุม	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	เวต	<input type="checkbox"/>

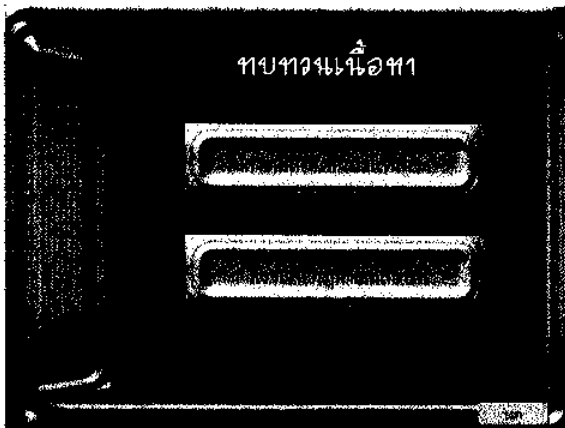
ตัวอย่างแบบฝึกหัดแบบจับคู่ในการทดสอบนักเรียนเมื่อแล้วจบในหัวข้อย่อย

ภาพ

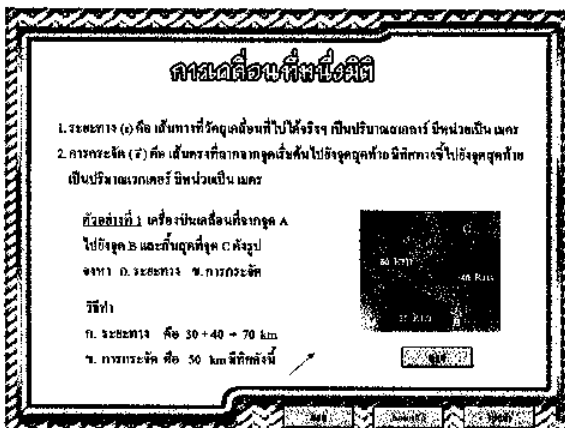
บรรยาย



ตัวอย่างแบบฝึกหัดแบบเติมค่า  
ในการทดสอบนักเรียน  
เมื่อแล้วจบในหัวข้อย่อย



เมนูทบทวนความรู้เดิม  
ซึ่งมีเนื้อหา 2 เรื่องด้วยกัน



ตัวอย่างเนื้อหาทบทวน  
เรื่อง การเคลื่อนที่แนวเส้นตรง

## คู่มือครูประกอบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม

### สาระสำคัญ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนี้ ออกแบบเพื่อใช้ประกอบการสอนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม



### จุดประสงค์ของบทเรียน

เพื่อใช้ในการสอนซ่อมเสริมและทบทวนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง  
การเคลื่อนที่แบบวงกลม

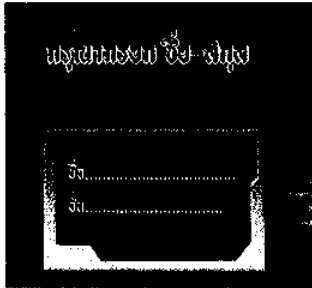
### ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(PC Computer) ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) 750 MHz.  
ขึ้นไป
2. หน่วยความจำ(RAM) อย่างน้อย 64 MB.
3. จอภาพสีที่มีส่วนควบคุมการแสดงผลได้ไม่ต่ำกว่า 16 bit ในโหมดความละเอียด  
800 X 600
4. มีเนื้อที่หน่วยความจำในฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 70 MB.
5. มี Sound Card ขนาด 8 บิต หรือ 16 บิต พร้อมลำโพง
6. มี CD-Rom Drive ความเร็ว 16x หรือสูงกว่า
7. มีเมาส์(Mouse) สำหรับการคลิกเลือกเมนูต่างๆ
8. ใช้ระบบปฏิบัติการ Window 98 , 2000 , Me , XP หรือสูงกว่า

### วิธีใช้

1. นำแผ่นซีดีรอมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใส่ในไดรฟ์ซีดีรอม
2. รอสักครู่ คอมพิวเตอร์จะทำงานอัตโนมัติ (Auto run) เพื่อเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
ในกรณีที่คอมพิวเตอร์ไม่ทำงานอัตโนมัติ (Auto run) เมื่อใส่แผ่นซีดีรอม ไปแล้ว ให้ปฏิบัติดังนี้
  - 1.1 ดับเบิ้ลคลิกไอคอน My Computer 
  - 1.2 คลิกเลือกที่ไดรฟ์ซีดีรอม 
  - 1.3 ดับเบิ้ลคลิกที่ไฟล์ชื่อ Welcome.Exe
  - 1.4 รอสักครู่จะเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. เข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยข้อความต้อนรับ คลิก 1 ครั้งเพื่อไปยังหน้าต่อไป
4. เมื่อเข้าสู่บทเรียน โปรแกรมจะให้ผู้ใช้เรียนพิมพ์ข้อมูลส่วนตัว ซึ่งได้แก่ชื่อ นามสกุลและชั้นเรียน โดยกดปุ่ม ~ หากต้องการเปลี่ยนภาษา เมื่อพิมพ์ชื่อ- สกกุลเสร็จแล้ว กดปุ่ม Enter เพื่อพิมพ์ชั้นเรียน แล้วกด Enter อีกครั้ง ถ้าข้อมูลที่พิมพ์ถูกต้อง คลิกที่ปุ่ม Yes เพื่อไปยังหน้าต่อไป หากพิมพ์ข้อมูลผิดสามารถคลิกปุ่ม No เพื่อใส่ข้อมูลใหม่ได้ ดังรูปที่ 1

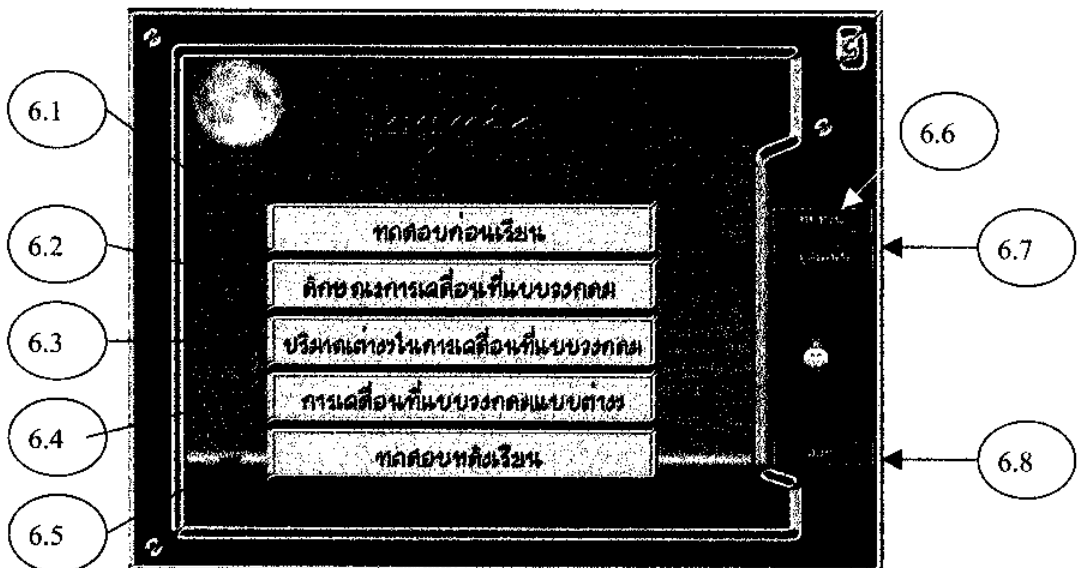


รูปที่ 1



รูปที่ 2

5. โปรแกรมจะแสดงชื่อ นามสกุล และข้อความต้อนรับผู้เรียนดังรูปที่ 2 คลิก 1 ครั้งเพื่อไปหน้าต่อไป
6. โปรแกรมจะเข้าสู่หน้าจอหลักซึ่งประกอบด้วยเมนูต่างๆ ดังนี้ ดังรูปที่ 3 ประกอบ



รูปที่ 3

6.1 ทดสอบก่อนเรียน จะเป็นการทดสอบก่อนที่จะเรียนเนื้อหา ซึ่งจะทำให้ผู้เรียน ได้รู้ว่ตนเองมีความรู้ในเรื่องนี้ในระดับใดและยังใช้เป็นตัววัดความก้าวหน้าในการเรียนด้วย วิธีใช้ให้คลิกเลือกตัวเลขที่ข้อสอบข้อที่ต้องทำ เมื่อต้องการทำข้อ ไหนก็ให้คลิกเลือกที่ตัวเลขข้อนั้น โปรแกรมก็จะขึ้น โจทย์ข้อนั้นมาให้ นอกจากนั้นแล้วยังสามารถย้อนกลับมาทำข้อสอบในข้อก่อนๆ ได้ด้วย

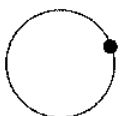

6.2 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม จะเป็นการเรียนในเนื้อหาแรกของเรื่องนี้ ซึ่งในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม องค์ประกอบและปัจจัยในการที่วัตถุจะเคลื่อนที่แบบวงกลมได้ ความหมายของความเร่งสู่ศูนย์กลาง แรงสู่ศูนย์กลาง

6.3 ปริมาณต่างๆ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลม ในหัวข้อนี้จะเป็นเนื้อหาที่กล่าวถึงปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม เช่น คาบ ความถี่ อัตราเร็วเชิงมุม ระยะทางเชิงมุม นอกจากนั้นแล้วยังมีภาพเคลื่อนไหวเพื่อให้ผู้เรียน ได้ดูประกอบและง่ายในการทำความเข้าใจอีกด้วย ดังรูปที่ 4

6.4 การเคลื่อนที่แบบวงกลมแบบต่างๆ ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงการเคลื่อนที่แบบวงกลมในลักษณะต่าง เช่น การแกว่งเชือกเป็นวงกลม รถไปเหาะตีลังกา รถเลี้ยวโค้ง ดาวเทียมโคจรรอบโลก ประจุเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก ซึ่งการนำเสนอในหัวข้อนี้ จะมีการนำเสนอเป็นชิ้นเป็นตอนรวมซึ่งเริ่มตั้งแต่การนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหวเพื่อให้นักเรียน ได้มองเห็นภาพ การระบุดศูนย์กลางของวงกลม การใส่แรงต่างๆ ที่กระทำกับวัตถุ การแตกแรงต่างสู่แนวศูนย์กลาง และการเขียนสมการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในแต่ละชิ้นตอนนั้นนักเรียนสามารถเลือกดูเข้าไปเข้ามาได้ตามความต้องการของนักเรียนเอง ซึ่งเป็นการสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี ดังรูปที่ 5

**ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม**

● **คาบ (T) (หน่วยวินาที)**  
คือ จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 วินาที  
มีหน่วยเป็น รอบวินาที หรือ Hz ใช้  $f$  เป็นสัญลักษณ์

รูปที่ 4

**1. การเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบระนาบเดียว**

วัตถุขนาด  $m$  ถูกด้วยเชือกยาว  $l$   
เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระนาบ  
ดังรูป



**ชื่อคุณครูคือ**

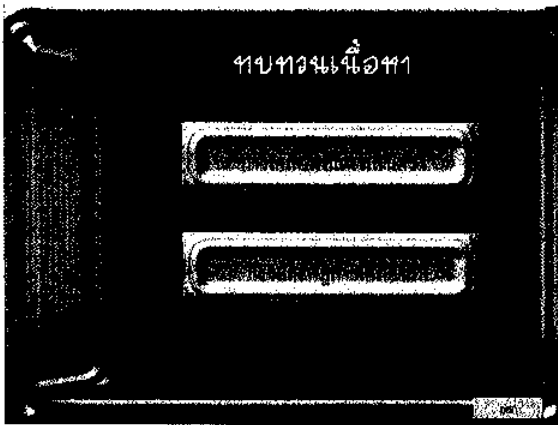
- พหุคูณกลาง คือ.....
- ใส่แรงทุกแรง
- แยกแรงสู่แนวศูนย์กลาง และตั้งฉากศูนย์กลาง
- ใช้สมการ  $F_c = \frac{mv^2}{R}$

รูปที่ 5



6.5 ทดสอบหลังเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนจบทุกเนื้อหาแล้วปุ่มทดสอบหลังเรียนก็จะทำงาน (Active) ซึ่งหากผู้เรียนยังเรียนเนื้อหาไม่ครบ ผู้เรียนจะไม่สามารถเข้าไปยังการทดสอบหลังเรียนได้ การทดสอบหลังเรียนนี้เป็นการทดสอบเพื่อวัดความรู้หลังจากผู้เรียนได้เรียนไปแล้วมีความรู้เข้าใจในขั้นใด ซึ่งโปรแกรมจะคำนวณออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์และมีการประเมินผลออกมาเป็นเกรดให้ด้วย

6.6 ทบทวน ในส่วนนี้จะเป็นการทบทวนเนื้อหาของบทเรียนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งในเมนูนี้จะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 เรื่อง คือ เรื่องการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงกับ แรงและกฎการเคลื่อนที่ นักเรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาทบทวนตามความสามารถของแต่ละคนได้ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6

รายงานคะแนน				
ดำเนินการสิ่งใดแบบวงกลม	เกิน	ได้	ร้อยละ	เกรด
แบบฝึกหัดที่ 1	2	1	50	
แบบฝึกหัดที่ 2	4	3	75	
แบบฝึกหัดที่ 3	4	4	100	
แบบทดสอบที่ 1	5	3	60	C
ประเมินผลรายวิชาการเคลื่อนที่แบบวงกลม				
แบบฝึกหัดที่ 1	8	8	100	
แบบฝึกหัดที่ 2	6	5	83.33	
แบบทดสอบที่ 2	5	3	60	C
การเคลื่อนที่แบบวงกลมแบบกราฟ				
แบบฝึกหัดที่ 1	2	1	50	
แบบฝึกหัดที่ 2	3	3	100	
แบบฝึกหัดที่ 3	3	2	66.67	
แบบฝึกหัดที่ 4	3	2	66.67	
แบบทดสอบที่ 3	9	9	100	A

รูปที่ 7

6.7 ดูคะแนน เมนูนี้จะรายงานคะแนนแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ในแต่ละเนื้อหา โดยจะนำเสนอทั้งคะแนนเต็มและคะแนนที่ได้ นอกจากนั้นยังคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ให้ด้วย ดังรูปที่ 7

6.8 ออก เป็นปุ่มที่ใช้ในการออกจากโปรแกรมช่วยสอน

7. ปุ่มต่างๆที่ใช้ในการควบคุมบทเรียน

**เมนูหลัก**

หมายถึง ปุ่มที่ใช้ในการกลับไปสู่นำเมนูหลัก

**ไปข้างหน้า**

หมายถึง ปุ่มที่ใช้เพื่อ ไปยังหน้าต่อไป

**ถอยหลัง**

หมายถึง ปุ่มที่ใช้เพื่อกลับไปยังหน้าที่ผ่านมาแล้ว

**หน้าแรก**

หมายถึง ปุ่มที่ใช้เพื่อกลับไปยังหน้าแรกของบทเรียน

**บททวนใหม่**

ทดสอบ ไม่ผ่าน

หมายถึง ปุ่มที่ใช้เพื่อกลับไปบททวนเนื้อหาเดิมอีกครั้ง เมื่อ

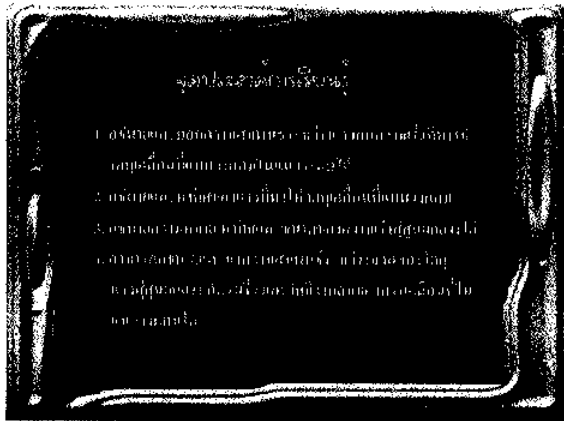
**ทดสอบใหม่**

หมายถึง ปุ่มที่ใช้ในการทดสอบใหม่อีกครั้ง

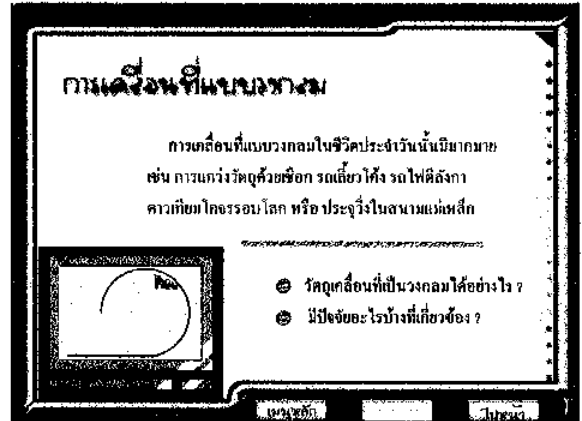
8. ขั้นตอนในการเรียนในแต่ละเนื้อหา มีดังนี้

8.1 มีการบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังรูปที่ 8

8.2 การนำเสนอเนื้อหา ประกอบด้วย อักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ซึ่งในการเรียนผู้เรียนจะต้องเป็นคนช่างสังเกต โดยหากบริเวณใดที่เมื่อนำเมาส์ไปวางแล้วลูกศรเปลี่ยนเป็นรูปมือ แสดงว่าบริเวณนั้นมีข้อมูลเพิ่มเติมให้นักเรียนคลิก 1 ครั้งเพื่อดูข้อมูลหรือรูปซึ่งจะทำให้เข้าใจได้ดีขึ้น ดังรูปที่ 9



รูปที่ 8



รูปที่ 9

8.3 เมื่อเรียนจบในแต่ละหัวข้อย่อย โปรแกรมจะมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนทำ โดยจะมีการเฉลยคำตอบให้ผู้เรียนทราบทันที ทำให้ผู้เรียนได้ทราบข้อบกพร่องของตนเอง ในการเฉลยนั้นเมื่อตอบถูกหรือผิดจะมีภาพเคลื่อนไหวน่ารักๆ ให้นักเรียนดูเพื่อเป็นกำลังใจให้กับผู้เรียน ดังรูปที่ 10

8.4 เมื่อเรียนจบเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ โปรแกรมจะมีการทดสอบหลังเรียน โดยโปรแกรมนี้จะมีแบบทดสอบ 3 แบบทดสอบด้วยกัน ดังรูปที่ 11

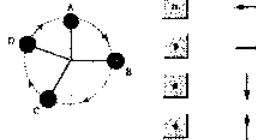
ข้อ 1. ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับแรงเคลื่อนที่แบบวงกลม

- ข้อ ก. แรงเคลื่อนที่แบบวงกลมมีขนาดเป็นค่าคงที่เสมอ
- ข้อ ข. ในกรณีที่รัศมีวงกลมในขณะเคลื่อนที่เร็วเชิงเส้นคงที่เชิงเส้นเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้
- ข้อ ค. แรงสู่ศูนย์กลางจะมีทิศทางจากบริเวณเคลื่อนที่
- ข้อ ง. แรงสู่ศูนย์กลางจะมีทิศทางออกจากศูนย์กลางของวงกลม



รูปที่ 10

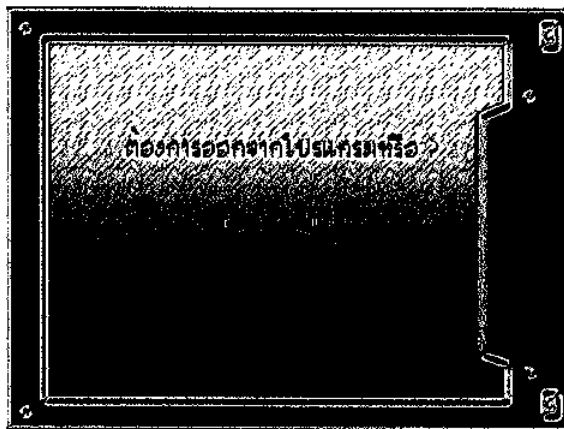
1. วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมดังรูป ทิศของความเร็วของวัตถุที่ตำแหน่ง B คือข้อใด



รูปที่ 11

9. การออกจากโปรแกรม

ให้ผู้เรียนกลับมาในหน้าเมนูหลัก เมื่อต้องการออกจากโปรแกรมให้คลิกที่ปุ่ม ออก จาก หน้าเมนูหลักได้เลย (ในหัวข้อ 6.8) โปรแกรมจะถามอีกครั้งว่าต้องการออกจากโปรแกรมหรือไม่ ให้คลิกที่ “ใช่” เพื่อออกจากโปรแกรม ถ้าคลิก “ไม่ใช่” โปรแกรมจะกลับสู่หน้าเมนูหลักตามเดิม ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12