

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์เนื้อหา และ จุดประสงค์การเรียนรู้

เนื้อหาวิชาฟิสิกส์

| เนื้อหา | | จำนวนคาบ |
|----------------|---|------------------|
| บทที่ 1 | เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ | |
| | 1.1 การหาแรงลัพธ์และเวกเตอร์ของแรงโดยการวาดรูป | 2 |
| | 1.2 การแยกองค์ประกอบของแรงและการหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณ | 2 |
| | 1.3 แรงเสียดทาน | 2 |
| | 1.4 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน | 2 |
| บทที่ 2 | เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง | |
| | 2.1 การกระจัด ระยะทาง ความเร็ว และความเร่ง | 2 |
| | 2.2 การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในแนวระนาบ | 2 |
| | 2.3 การเคลื่อนที่โดยอิสระในแนวตั้ง | 2 |
| | สอบวัดผลสัมฤทธิ์ | 2 |
| | รวม | 16 |
| | ทดสอบย่อยจุดประสงค์ละ 10 คะแนน รวม | 70 คะแนน |
| | สอบหลังจบบทเรียน | 30 คะแนน |
| | รวม | 100 คะแนน |

จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

1. รู้วิธีการหาแรงลัพธ์และเวกเตอร์ของแรงโดยการวาดรูปได้
2. รู้วิธีการแยกองค์ประกอบของแรงและการหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณได้
3. เข้าใจเรื่องแรงเสียดทานและนำความรู้เกี่ยวกับเรื่องแรงเสียดทาน ไปใช้ประโยชน์ได้
4. นำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ไปประยุกต์ใช้ได้
5. เข้าใจเกี่ยวกับระยะการกระจัด ระยะทาง ความเร็ว และความเร่งได้
6. นำสูตรการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในแนวระนาบ ไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ได้
7. นำสูตรการเคลื่อนที่โดยอิสระในแนวตั้ง ไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ได้

การวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ แผนการสอน และจำนวนคาบ

ตาราง 10 การวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ แผนการสอน และจำนวนคาบวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

| เนื้อหา | จุดประสงค์ การเรียนรู้ที่ | แผนการ สอนที่ | จำนวน คาบ |
|---|------------------------------|------------------|--------------|
| บทที่ 1 เรื่อง มวล แรง และการเคลื่อนที่ | | | |
| 1.1 การหาแรงลัพธ์และเวกเตอร์ของแรงโดยการวาดรูป | 1 | 1 | 2 |
| 1.2 การแยกองค์ประกอบของแรงและการหาแรงลัพธ์ โดยการคำนวณ | 2 | 2 | 2 |
| 1.3 แรงเสียดทาน | 3 | 3 | 2 |
| 1.4 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน | 4 | 4 | 2 |
| บทที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง | | | |
| 2.1 การกระจัด ระยะทาง ความเร็ว และความเร่ง | 5 | 5 | 2 |
| 2.2 การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในแนวระนาบ | 6 | 6 | 2 |
| 2.3 การเคลื่อนที่โดยอิสระในแนวตั้ง | 7 | 7 | 2 |

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

ตาราง 11 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านเนื้อหา เรื่อง มวล แรง และการเคลื่อนที่ และ การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน และค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

| ข้อที่ | คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวม | IOC |
|--------|----------------------|---------|---------|---------|---------|-----|-----|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0.6 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.8 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.8 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.8 |
| 14 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 22 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |

ตาราง 11 (ต่อ)

| ข้อที่ | คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวม | IOC |
|--------|----------------------|---------|---------|---------|---------|-----|-----|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 23 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 26 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 27 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 28 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.8 |

ตาราง 12 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง มวล แรง และการกฎเคลื่อนที่ และ การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน และค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

| ข้อที่ | คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวม | IOC |
|--------|----------------------|---------|---------|---------|---------|-----|-----|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1 | 1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0.6 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 8 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 9 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 11 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 20 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 21 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 22 | 1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0.6 |

ตาราง 12 (ต่อ)

| ข้อที่ | คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวม | IOC |
|--------|----------------------|---------|---------|---------|---------|-----|-----|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 23 | 1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0.6 |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 25 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 26 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.0 |
| 27 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 28 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.8 |
| 29 | 1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0.6 |
| 30 | 1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0.6 |

ตาราง 13 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาฟิสิกส์ ด้านเนื้อหา เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ และ การเคลื่อนที่ในแนวเส้น
 ตรง ใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้เทคนิค 27 %

| ข้อที่ | p | r | ข้อที่ | p | r |
|--------|------|------|--------|------|------|
| 1 | 0.55 | 0.21 | 16 | 0.38 | 0.36 |
| 2 | 0.53 | 0.43 | 17 | 0.53 | 0.64 |
| 3 | 0.53 | 0.50 | 18 | 0.25 | 0.36 |
| 4 | 0.25 | 0.29 | 19 | 0.28 | 0.29 |
| 5 | 0.49 | 0.36 | 20 | 0.34 | 0.43 |
| 6 | 0.53 | 0.50 | 21 | 0.28 | 0.36 |
| 7 | 0.32 | 0.21 | 22 | 0.58 | 0.57 |
| 8 | 0.20 | 0.43 | 23 | 0.58 | 0.21 |
| 9 | 0.60 | 0.29 | 24 | 0.34 | 0.21 |
| 10 | 0.26 | 0.21 | 25 | 0.23 | 0.21 |
| 11 | 0.30 | 0.29 | 26 | 0.20 | 0.21 |
| 12 | 0.49 | 0.21 | 27 | 0.21 | 0.21 |
| 13 | 0.38 | 0.21 | 28 | 0.26 | 0.29 |
| 14 | 0.42 | 0.71 | 29 | 0.21 | 0.21 |
| 15 | 0.26 | 0.29 | 30 | 0.51 | 0.21 |

ตาราง 14 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง ใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้เทคนิค 27 %

| ข้อที่ | p | r | ข้อที่ | p | r |
|--------|------|------|--------|------|------|
| 1 | 0.45 | 0.50 | 16 | 0.23 | 0.36 |
| 2 | 0.66 | 0.21 | 17 | 0.36 | 0.29 |
| 3 | 0.30 | 0.36 | 18 | 0.20 | 0.21 |
| 4 | 0.40 | 0.50 | 19 | 0.30 | 0.29 |
| 5 | 0.43 | 0.36 | 20 | 0.40 | 0.57 |
| 6 | 0.28 | 0.36 | 21 | 0.25 | 0.50 |
| 7 | 0.45 | 0.36 | 22 | 0.25 | 0.50 |
| 8 | 0.49 | 0.36 | 23 | 0.30 | 0.29 |
| 9 | 0.20 | 0.36 | 24 | 0.42 | 0.29 |
| 10 | 0.62 | 0.29 | 25 | 0.28 | 0.79 |
| 11 | 0.57 | 0.43 | 26 | 0.42 | 0.36 |
| 12 | 0.21 | 0.43 | 27 | 0.21 | 0.29 |
| 13 | 0.40 | 0.36 | 28 | 0.32 | 0.21 |
| 14 | 0.34 | 0.50 | 29 | 0.26 | 0.36 |
| 15 | 0.57 | 0.50 | 30 | 0.47 | 0.50 |

การหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ดังนี้ (Mehren and Lehman , 1984 : 276)

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

$$p = \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

$$q = 1 - p$$

| | | | |
|-------|---------|-----|----------------------------------|
| เมื่อ | r_u | แทน | ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ |
| | n | แทน | จำนวนข้อของแบบทดสอบ |
| | p | แทน | สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกแต่ละข้อ |
| | q | แทน | สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดแต่ละข้อ |
| | S_t^2 | แทน | ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด |

1. ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านเนื้อหา เรื่องมวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

$$n = 30$$

$$\sum pq = 6.5$$

$$S_t^2 = 16.2$$

$$r_u = \frac{30}{30-1} \left(1 - \frac{6.5}{16.2} \right)$$

$$= 0.61$$

2. ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องมวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

$$n = 30$$

$$\Sigma pq = 6.52$$

$$S_1^2 = 23.8$$

$$r_u = \frac{30}{30-1} \left(1 - \frac{6.52}{23.8} \right)$$

$$= 0.75$$

ภาคผนวก ก

คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ตาราง 15 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านเนื้อหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการสอน โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือและการสอนแบบสืบเสาะ

| ลำดับที่ | กลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือ | | กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ | |
|----------|-------------------------|----------|--------------------------------|----------|
| | pretest | posttest | pretest | posttest |
| 1 | 13 | 22 | 12 | 14 |
| 2 | 8 | 16 | 8 | 15 |
| 3 | 4 | 8 | 10 | 15 |
| 4 | 9 | 18 | 7 | 17 |
| 5 | 12 | 20 | 8 | 13 |
| 6 | 9 | 13 | 5 | 10 |
| 7 | 14 | 20 | 15 | 19 |
| 8 | 9 | 16 | 9 | 10 |
| 9 | 8 | 12 | 4 | 14 |
| 10 | 8 | 12 | 11 | 13 |
| 11 | 8 | 23 | 9 | 13 |
| 12 | 3 | 11 | 8 | 15 |
| 13 | 9 | 18 | 8 | 10 |
| 14 | 7 | 9 | 5 | 11 |
| 15 | 5 | 11 | 8 | 14 |
| 16 | 8 | 18 | 9 | 11 |
| 17 | 8 | 15 | 5 | 12 |
| 18 | 8 | 16 | 10 | 13 |
| 19 | 8 | 14 | 10 | 11 |
| 20 | 4 | 14 | 5 | 13 |

ตาราง 15 (ต่อ)

| ลำดับที่ | กลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือ | | กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ | |
|----------|-------------------------|----------|--------------------------------|----------|
| | pretest | posttest | pretest | posttest |
| 21 | 8 | 11 | 10 | 12 |
| 22 | 10 | 18 | 7 | 11 |
| 23 | 10 | 18 | 4 | 13 |
| 24 | 5 | 22 | 11 | 19 |
| 25 | 9 | 23 | 16 | 17 |
| 26 | 8 | 14 | 11 | 18 |
| 27 | 11 | 23 | 8 | 15 |
| 28 | 6 | 11 | 3 | 14 |
| 29 | 10 | 15 | 9 | 16 |
| 30 | 9 | 23 | 8 | 10 |

ตาราง 16 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการสอน โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือและการสอนแบบสืบเสาะ

| ลำดับที่ | กลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือ | | กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ | |
|----------|-------------------------|----------|--------------------------------|----------|
| | pretest | posttest | pretest | posttest |
| 1 | 17 | 21 | 9 | 12 |
| 2 | 15 | 20 | 9 | 18 |
| 3 | 12 | 18 | 13 | 16 |
| 4 | 18 | 22 | 11 | 16 |
| 5 | 12 | 15 | 6 | 13 |
| 6 | 13 | 16 | 7 | 16 |
| 7 | 13 | 22 | 12 | 20 |
| 8 | 10 | 14 | 7 | 12 |
| 9 | 2 | 12 | 8 | 13 |
| 10 | 10 | 19 | 13 | 14 |
| 11 | 15 | 22 | 4 | 12 |
| 12 | 5 | 9 | 6 | 16 |
| 13 | 11 | 13 | 13 | 16 |
| 14 | 14 | 15 | 9 | 13 |
| 15 | 9 | 22 | 7 | 12 |
| 16 | 9 | 17 | 6 | 12 |
| 17 | 8 | 11 | 10 | 12 |
| 18 | 10 | 16 | 12 | 15 |
| 19 | 3 | 7 | 6 | 18 |
| 20 | 8 | 13 | 11 | 13 |

ตาราง 16 (ต่อ)

| ลำดับที่ | กลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือ | | กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ | |
|----------|-------------------------|----------|--------------------------------|----------|
| | pretest | posttest | pretest | posttest |
| 21 | 11 | 18 | 14 | 18 |
| 22 | 12 | 13 | 11 | 14 |
| 23 | 12 | 17 | 7 | 15 |
| 24 | 7 | 19 | 14 | 15 |
| 25 | 7 | 14 | 8 | 14 |
| 26 | 5 | 12 | 12 | 17 |
| 27 | 16 | 20 | 12 | 24 |
| 28 | 9 | 17 | 11 | 13 |
| 29 | 10 | 14 | 12 | 13 |
| 30 | 8 | 21 | 10 | 13 |

ภาคผนวก ง

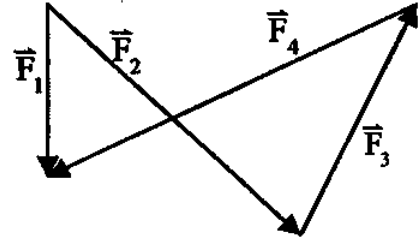
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านเนื้อหา
เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง
คะแนนเต็ม 30 ระดับอุดมศึกษา เวลา 90 นาที

จุดประสงค์ที่ 1 รู้วิธีการหาแรงลัพธ์และรวมเวกเตอร์โดยวิธีการสร้างรูปได้

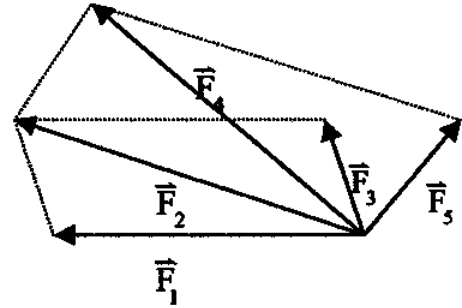
1. กำหนดให้ $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ และ \vec{F}_4 เป็นเวกเตอร์ของแรงที่มีขนาดและทิศทางดังรูป
จากรูปข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. $\vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = \vec{F}_1$
- ข. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{F}_4$
- ค. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_3 + \vec{F}_4$
- ง. $\vec{F}_1 + \vec{F}_3 = \vec{F}_2 + \vec{F}_4$
- จ. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = 0$



2. เวกเตอร์ของแรง $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4$ และ \vec{F}_5 เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดและทิศทางดังรูป
จากรูปข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

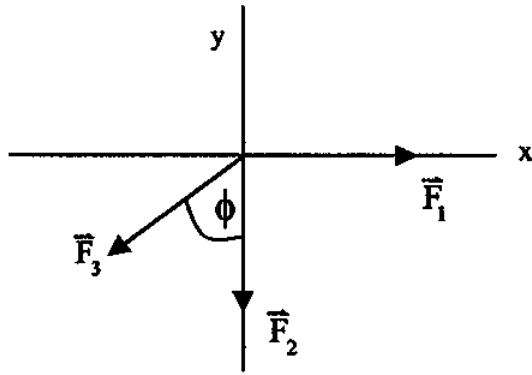
1. $\vec{F}_3 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$
2. $\vec{F}_2 = \vec{F}_1 + \vec{F}_3$
3. $\vec{F}_4 = \vec{F}_2 + \vec{F}_5$
4. $\vec{F}_4 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$



คำตอบที่ถูกต้องคือ

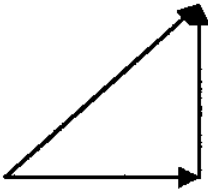
- ก. ข้อ 1 และ ข้อ 2 เท่านั้น
- ข. ข้อ 1 และ ข้อ 3 เท่านั้น
- ค. ข้อ 2 และ ข้อ 3 เท่านั้น
- ง. ข้อ 2 และ ข้อ 4 เท่านั้น
- จ. ข้อ 2 , ข้อ 3 และข้อ 4 เท่านั้น

3. กำหนดให้ \vec{F}_1 , \vec{F}_2 และ \vec{F}_3 มีทิศทางดังรูป

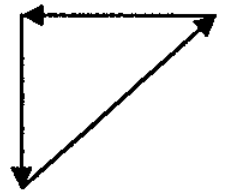


เวกเตอร์ลัพธ์ของ $\vec{F}_1 - \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$ ข้อใดถูกต้อง

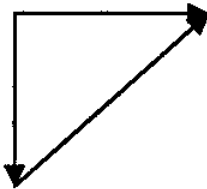
ก.



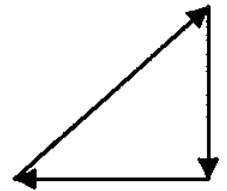
ข.



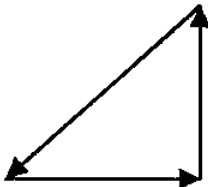
ค.



ง.



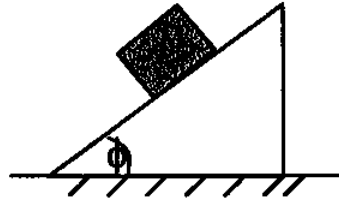
จ.



จุดประสงค์ที่ 2 รู้วิธีการแยกแรงและหาแรงลัพธ์โดยวิธีการคำนวณได้

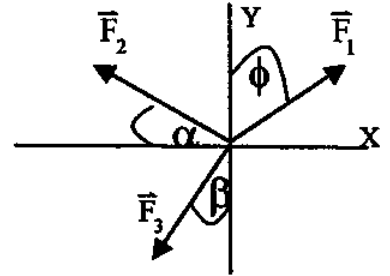
4. จากรูป เมื่อพื้นเอียงเกลี้ยง แรงดึงดูดลงตามระนาบพื้นเอียงข้อใดถูกต้อง

- ก. $mg - mg \cos \phi$
- ข. $mg - mg \sin \phi$
- ค. $mg \cos \phi$
- ง. $mg \sin \phi$
- จ. mg



5. แรง \vec{F}_1 , \vec{F}_2 และ \vec{F}_3 มีขนาดและทิศทางดังรูปแรงลัพธ์ของแรงทั้งสามในแนวแกน X ข้อใดถูก

- ก. $F_1 \sin \phi - F_2 \sin \alpha - F_3 \sin \beta$
- ข. $F_1 \sin \phi - F_2 \cos \alpha - F_3 \sin \beta$
- ค. $F_1 \cos \phi - F_2 \cos \alpha - F_3 \cos \beta$
- ง. $F_1 \cos \phi - F_2 \sin \alpha - F_3 \cos \beta$
- จ. $F_1 \cos \phi - F_2 \sin \alpha - F_3 \sin \beta$



6. เครื่องบินลำหนึ่งบินได้ระยะทาง 300 km ไปในทิศตะวันตกเฉียงใต้ทำมุม 45° กับทิศตะวันตก ขนาดของเวกเตอร์ย่อยในทิศตะวันตกและทิศใต้ คือข้อใด (ให้ $\cos 45^\circ = \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$)

- ก. 150 km และ $150\sqrt{3}$ km
- ข. $150\sqrt{2}$ km และ $150\sqrt{2}$ km
- ค. $150\sqrt{3}$ km และ 150 km
- ง. 150 km และ $150\sqrt{2}$ km
- จ. $150\sqrt{3}$ km และ $100\sqrt{2}$ km

7. แรง F_1 และ F_2 กระทำที่จุดเดียวกัน ขนาดของ F_1 คือ 8 นิวตัน ทำมุม 60° เหนือแกน +X ขนาดของ F_2 คือ 5 นิวตัน ทำมุม 30° ใต้แกน +X ขนาดของแรงลัพธ์เป็นเท่าใด (กำหนดให้ $\cos 60 = 0.5$, $\cos 30 = 0.8$, $\sin 60 = 0.8$, $\sin 30 = 0.5$)

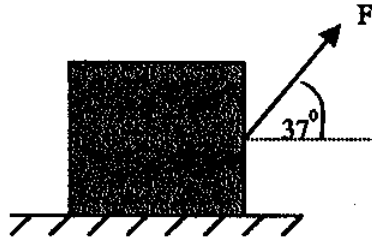
- ก. 6.4 นิวตัน
- ข. 7.2 นิวตัน
- ค. 8.0 นิวตัน
- ง. 11.5 นิวตัน
- จ. 16.8 นิวตัน

จุดประสงค์ที่ 3 เข้าใจเรื่องแรงเสียดทานสถิตและนำความรู้เกี่ยวกับเรื่องแรงเสียดทานไปใช้ประโยชน์ได้

8. รถคันหนึ่งมีมวล 10 kg กำลังเคลื่อนที่ลงตามทางเอียงทำมุม 37° ด้วยความเร็วคงที่ แรงเสียดทานของล้อเป็นเท่าใด
- 20 นิวตัน
 - 30 นิวตัน
 - 40 นิวตัน
 - 50 นิวตัน
 - 60 นิวตัน
9. ข้อใดมีแรงเสียดทานน้อยที่สุด
- ขั้วรถขึ้นทางชัน
 - ตากรถไปบนถนน
 - เล่นสเกตบนน้ำแข็ง
 - ตากของไปบนพื้นหญ้า
 - ตากวัตถุไปบนพื้นทราย
10. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ลงจากพื้นระนาบเอียงด้วยความเร็วคงที่ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง
- ส่วนประกอบของน้ำหนักวัตถุตามพื้นเอียงต้องมีค่ามากกว่าแรงต้านเนื่องจากความเสียดทาน
 - ส่วนประกอบของน้ำหนักวัตถุลงตามพื้นเอียงต้องมีค่าเท่ากับแรงต้านเนื่องจากความเสียดทาน
 - น้ำหนักของวัตถุต้องมีค่าเท่ากับแรงต้านเนื่องจากแรงเสียดทาน
 - วัตถุต้องมีน้ำหนักน้อย
 - พื้นเอียงต้องเรียบ

11. ในรูปแสดงกล่องมวล 10 kg วางอยู่บนพื้นหยาบ และเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 0.5 m/s^2 เมื่อมีแรงขนาด 50 N กระทำในทิศทางมุม 37° กับแนวระดับ สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจลน์เป็นเท่าใด (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.60$, $\cos 37^\circ = 0.79$)

- ก. 0.10
ข. 0.24
ค. 0.49
ง. 0.75
จ. 1.0



12. ข้อใดต่อไปนี้มีแรงเสียดทานสถิตมากที่สุด

- ก. วัตถุอยู่กับที่
ข. วัตถุเริ่มจะเคลื่อนที่
ค. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
ง. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง
จ. วัตถุกำลังจะหยุดการเคลื่อนที่

จุดประสงค์ที่ 4 นำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปประยุกต์ใช้ได้

13. ถ้าแรงขนาด F ทำให้วัตถุซึ่งมีมวล m_1 มีความเร่งเป็น a_1 แรงขนาดเดียวกันกระทำต่อมวล m_2 ทำให้มีความเร่งเป็น a_2 ถ้าวัตถุทั้งสองติดกัน เมื่อแรงขนาดเดียวกันกระทำ ความเร่งจะมีค่าเท่าใด

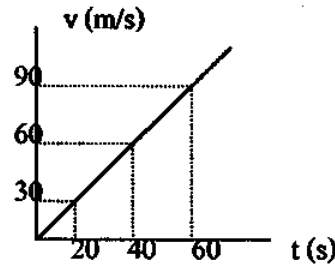
- ก. $\frac{F}{(m_1 + m_2)}$
ข. $\frac{F}{(m_1 m_2)}$
ค. $\frac{F}{(m_1 a_1 + m_2)}$
ง. $\frac{m_1 F}{(m_1 + m_2)}$
จ. $\frac{m_1 m_2 F}{(m_1 + m_2)}$

14. ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนตราชั่งซึ่งอยู่ในลิฟต์กำลังเคลื่อนที่ น้ำหนักบนตราชั่งของชายผู้นี้จะน้อยที่สุดเมื่อใด

- ก. ลิฟต์หยุดนิ่งกับที่
- ข. ลิฟต์เคลื่อนที่ลงด้วยความเร็วคงที่
- ค. ลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วคงที่
- ง. ลิฟต์เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่งคงที่
- จ. ลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่งคงที่

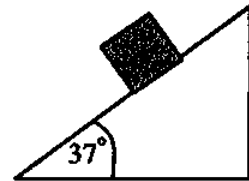
15. มวล 4 kg ถูกกระทำด้วยแรงคงที่ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ ได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา ดังกราฟ แรงที่กระทำต่อมวลเป็นเท่าใด

- ก. 2 นิวตัน
- ข. 3 นิวตัน
- ค. 4 นิวตัน
- ง. 5 นิวตัน
- จ. 6 นิวตัน



16. วัตถุมวล 5 kg สิ้นไกลลงมาจากความชันเอียง ซึ่งทำมุม 37° กับแนวระดับ วัตถุจะมีความเร่งเท่าใด (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.60$, $\cos 37^\circ = 0.79$)

- ก. 1.2 m/s^2
- ข. 2.4 m/s^2
- ค. 6.0 m/s^2
- ง. 8.8 m/s^2
- จ. 16.0 m/s^2



จุดประสงค์ที่ 5 เข้าใจเกี่ยวกับระยะการกระจัด ระยะทาง ความเร็ว และความเร่งได้

17. มาตรวัดระยะทางของรถยนต์คันหนึ่งอ่านค่าได้ 22,687 km ตอนเริ่มเดินทางและอ่านได้ 22,791 km เมื่อสิ้นสุดการเดินทาง การเดินทางครั้งนี้ใช้เวลา 4 hr อัตราเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ในหน่วย km/hr คือข้อใด

- ก. 72 km/hr
- ข. 12.5 km/hr
- ค. 6.2 km/hr
- ง. 26 km/hr
- จ. 5 km/hr

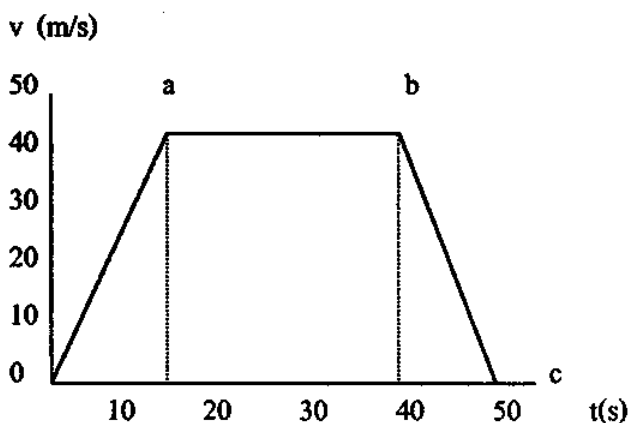
18. รถยนต์คันหนึ่ง แล่นด้วยอัตราเร็ว 25 km/hr เป็นเวลา 4 s แล้วแล่นด้วยอัตราเร็ว 50 km/hr เป็นเวลา 8 s และในตอนสุดท้ายแล่นด้วยอัตราเร็ว 20 km/hr เป็นเวลา 2 s ระยะทางทั้งหมดมีค่าเท่าใด

- ก. 9 km
- ข. 7 km
- ค. 5 km
- ง. 3 km
- จ. 1 km

19. ชายคนหนึ่งเริ่มเดินด้วยอัตราเร็วคงที่ 5.0 m/s ที่คงที่เป็นแนวเส้นตรงจากจุด A ไป B จากนั้นเดินย้อนกลับจาก B ไปยัง A ด้วยอัตราเร็วคงที่ 3.0 m/s ความเร็วเฉลี่ยตลอดการเดินทางของชายคนนี้และการกระจัดที่เกิดขึ้น คือข้อใด

- ก. 1.0 m/s และ 2.0 m
- ข. 2.0 m/s และ 1.5 m
- ค. 2.45 m/s และ 2.0 m
- ง. 3.25 m/s และ 0.5 m
- จ. 3.75 m/s และ 0 m

จากกราฟระหว่างความเร็วกับเวลาในการทดสอบรถยนต์คันหนึ่งเป็นดังรูป



จากรูปใช้ตอบคำถามข้อที่ 20-21

20. จากกราฟระยะทางทั้งหมดของการเคลื่อนที่ คือข้อใด

- ก. 85 m
- ข. 760 m
- ค. 1,875 m
- ง. 2,540 m
- จ. 3,485 m

21. จากกราฟความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ระหว่างเวลา 0 ถึง 50 s คือข้อใด

- ก. 6.4 m/s
- ข. 18.5 m/s
- ค. 24.6 m/s
- ง. 37.5 m/s
- จ. 67.2 m/s

22. วัตถุชิ้นหนึ่งเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง เป็นไปตามสมการ $x = 16t - 6t^2$ เมื่อ x มีหน่วยเป็น เมตรและ t มีหน่วยเป็นวินาที ตำแหน่งของวัตถุที่เวลา 1 s เท่ากับข้อใด

- ก. 1 m
- ข. 5 m
- ค. 10 m
- ง. 15 m
- จ. 20 m

จุดประสงค์ที่ 6 นำสูตรการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในแนวระนาบไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ได้

23. เครื่องบินลำหนึ่งร่อนลงสู่ลานบินด้วยอัตราเร็ว 80 m/s และเมื่อแตะลานบินมีความเร่งเป็น -10 m/s^2 จนกระทั่งหยุดนิ่งภายในเวลาเท่าใด

- ก. 2 s
- ข. 4 s
- ค. 6 s
- ง. 8 s
- จ. 10 s

24. รถไฟขบวนหนึ่งกำลังแล่นด้วยอัตราเร็ว 30 m/s เคลื่อนที่ช้าลงอย่างสม่ำเสมอจนหยุดในเวลา 44 s รถไฟจะมีความเร่งเท่าใด

ก. -0.68 m/s^2

ข. 0.68 m/s^2

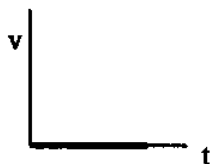
ค. -0.47 m/s^2

ง. 0.47 m/s^2

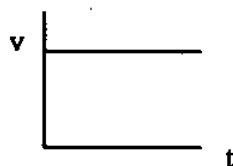
จ. -0.24 m/s^2

25. กราฟในข้อใดที่แสดงว่าการกระจัด - เวลาคงที่ และความเร็วคงที่

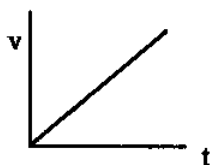
ก.



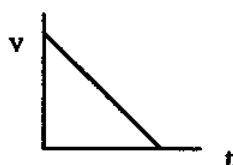
ข.



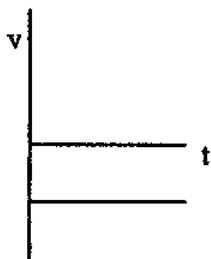
ค.



ง.



จ.



26. จากตารางเป็นผลการทดลองของการเคลื่อนที่ของวัตถุอันหนึ่งในแนวเส้นตรง

| | | | | |
|-------------|----|----|----|----|
| เวลา (s) | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ตำแหน่ง (x) | 12 | 16 | 22 | 30 |

ในการคำนวณข้อมูลในตาราง สรุปได้ว่าอย่างไร

- วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
- วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเพิ่มขึ้น
- วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่
- วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลดลง
- วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งลดลง

จุดประสงค์ที่ 7 นำสูตรการเคลื่อนที่โดยอิสระในแนวตั้งไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ได้

27. วัตถุหนึ่งถูกโยนขึ้นไปในแนวตั้ง หลังจากขึ้นไปได้สูงสุด มันจะตกกลับลงมายังระดับเดิมเสมอ

ถ้าไม่คิดแรงต้านของอากาศ คำกล่าวในข้อใด ไม่ถูกต้อง

- เวลาที่ขึ้นเท่ากับเวลาที่ตก
 - ที่จุดสูงสุดความเร็วเป็นศูนย์
 - ที่ระดับเดียวกันความเร็วเท่ากัน
 - การกระจัดที่ระดับเดิมเป็นศูนย์
 - ความหน่วงของการเคลื่อนที่ขึ้นจะเท่ากับความเร็วของการเคลื่อนที่ลง
28. ถ้ายิงปืนขึ้นไปในแนวตั้งจากคาตฟ้าอาคาร โดยถูกปืนมีความเร็วต้น 100 m/s ถ้าอาคารสูง 100 m ระยะทางที่ลูกปืนขึ้นไปได้สูงสุดเมื่อวัดจากพื้นดิน คือข้อใด
- 400 m
 - 500 m
 - 600 m
 - 700 m
 - 800 m

29. จากโจทย์ข้อที่ 28 เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุด คือเท่าใด

ก. 5 s

ข. 10 s

ค. 15 s

ง. 20 s

จ. 25 s

30. ขวดโบนึ่งถูกปล่อยลงมาจากบอลลูน และตกถึงพื้นในเวลา 20 s ความสูงของบอลลูนขณะที่ปล่อยขวดซึ่งขณะนั้นบอลลูนอยู่นิ่ง (ให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)

ก. 1 Km

ข. 2 Km

ค. 3 Km

ง. 4 Km

จ. 5 Km

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง
คะแนนเต็ม 30 ระดับอุดมศึกษา เวลา 60 นาที

1. เมื่อเอกรัตน์ (เอก) ออกแรงใช้ไม้ค้ำแทงลูกศรูกเกอร์สีเขียววิ่งมากระทบลูกศรูกเกอร์สีแดง ข้อมูลต่อไปนี้ข้อใดได้จากการสังเกต
 - ก. มีเสียงดังเมื่อลูกศรูกเกอร์สีเขียวกระทบ
 - ข. ลูกศรูกเกอร์สีเขียวเบากว่าลูกศรูกเกอร์สีแดง
 - ค. ลูกศรูกเกอร์สีเขียววิ่งด้วยความเร็วคงที่
 - ง. ลูกศรูกเกอร์สีเขียววิ่งด้วยความเร่งคงที่
 - จ. ลูกศรูกเกอร์ทั้งสองมีมวลเท่ากัน
2. ข้อใดที่เป็นการสังเกต
 - ก. นายคำมีมวลน้อยแน่ ๆ
 - ข. นายแดงมีมวล 50 กิโลกรัม
 - ค. นางสรอ้วนเพราะมีมวลมาก
 - ง. นางน้อยวัชรอบเอวได้ 40 นิ้ว
 - จ. นางสาวมีมวลเท่ากับนางนวลใจหรือไม่
3. ถ้าใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันมาจำแนกข้อความที่กำหนดให้ดังนี้
 1. ความเร่ง แปรผันตรงกับ มวล
 2. แรง แปรผันตรงกับ ความเร่ง
 3. ความเร่ง ผกผันกับ มวล
 มวลคำตอบในข้อใดจำแนกได้ถูก
 - ก. 1
 - ข. 1, 2
 - ค. 1, 3
 - ง. 2, 3
 - จ. 1, 2, และ 3

4. ปริมาณทางฟิสิกส์ต่อไปนี้ ถ้าใช้ปริมาณเวกเตอร์ (มีทั้งขนาดและทิศทาง) มวลจำนวนใด
จะจำแนกได้ตามข้อใด

1. น้ำหนัก
 2. แรงดึงดูดของโลก
 3. แรงดึงดูดระหว่างมวล
- ก. 1
ข. 1, 3
ค. 1, 2
ง. 2, 3
จ. 1, 2, และ 3

จากรูปที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 5



(ไม่คิดแรงเสียดทาน) มวล A = 1 กิโลกรัม

มวล B = 2 กิโลกรัม

5. จากรูปความเร่งที่กล่องทั้งสองเคลื่อนที่ เท่ากับกี่ เมตร / วินาที²

- ก. 0
ข. 33.3
ค. 66.6
ง. 100.0
จ. 200.0

จากรูปจงใช้ตอบคำถามข้อ 6



เด็กคนหนึ่งมวล 50 กิโลกรัม
ยืนอยู่บนตาชั่งน้ำหนักบนลิฟท์
($g = 10$ เมตร/วินาที²)

6. เมื่อลิฟท์เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที² ตาชั่งจะบอกรน้ำหนักเด็กคนนี้อย่างไร

- ก. 400
- ข. 450
- ค. 500
- ง. 550
- จ. 600

7. จากภาพต่อไปนี้ ข้อที่ผู้สังเกตลงความคิดเห็นตรงกับข้อใด

- ก. มีแรงภายนอกกระทำไปในทิศทางซ้าย 3 แรง
- ข. วัตถุจะเคลื่อนที่เพราะแรงลัพธ์ไม่เท่ากับศูนย์
- ค. มีแรงภายนอกมากกระทำในแนวระดับ
- ง. ไม่มีแรงภายนอกมากกระทำในแนวตั้ง
- จ. มีแรงภายนอกมากกระทำ 4 แรง



8. เมื่อออกแรงดึงวัตถุในแนวระดับ 150 นิวตัน ที่ผิวสัมผัสระหว่างพื้นกับผิววัตถุมีแรงเสียดทาน

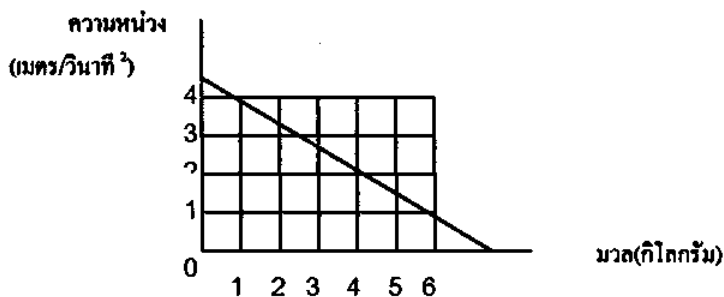
100 นิวตัน ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

- ก. แรงลัพธ์ไม่เป็นศูนย์
- ข. วัตถุจะเคลื่อนที่
- ค. วัตถุจะไม่เคลื่อนที่
- ง. แรงเสียดทานน้อยกว่าแรงลัพธ์
- จ. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

12. ถ้าใช้มวลมีขนาด 5 กิโลกรัม ความเร่งจะได้ประมาณกี่เมตร/วินาที²

- ก. 0
- ข. 0.10
- ค. 0.12
- ง. 0.20
- จ. 0.24

จากกราฟที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 13



13. ถ้าใช้มวลมีขนาด 3.5 กิโลกรัม จะได้ค่าความเร่งเท่าใดในหน่วยเมตร/วินาที²

- ก. 2.5
- ข. 2.6
- ค. 2.7
- ง. 2.8
- จ. 2.9

จากข้อความที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 14

ในการทดลองเพื่อหาคำตอบว่า “ แรงที่ไม่เท่ากันจะทำให้วัตถุก้อนหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร่งที่เท่ากันหรือไม่ ”

14. จากการทดลองข้างต้นข้อใดเป็น ตัวแปรตาม

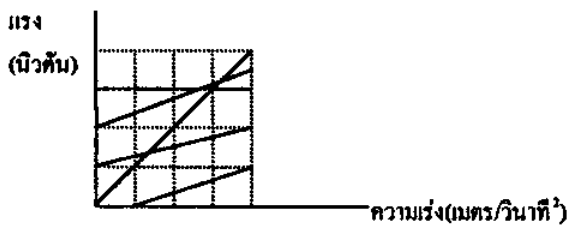
- ก. จำนวนของวัตถุ
- ข. ขนาดของแรง
- ค. ชนิดของวัตถุ
- ง. มวลของวัตถุ
- จ. ความเร่ง

15. จากตารางที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

| มวล(กิโลกรัม) | ความเร่ง(เมตร/วินาที ²) |
|---------------|-------------------------------------|
| 1 | 1.00 |
| 2 | 0.51 |
| 3 | 0.34 |
| 4 | 0.27 |

- ก. มวล เป็นตัวแปรตาม
 ข. ความเร่ง เป็นตัวแปรตาม
 ค. มวลและความเร่ง เป็นตัวแปรที่คงควบคุม
 ง. มวล เป็นตัวแปรต้น ความเร่ง เป็นตัวแปรตาม
 จ. มวล เป็นตัวแปรตาม ความเร่ง เป็นตัวแปรต้น

จากกราฟที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 16



16. จากกราฟที่กำหนดให้ ข้อใดเป็นการลงสรุปข้อมูลได้ถูกต้องที่สุด

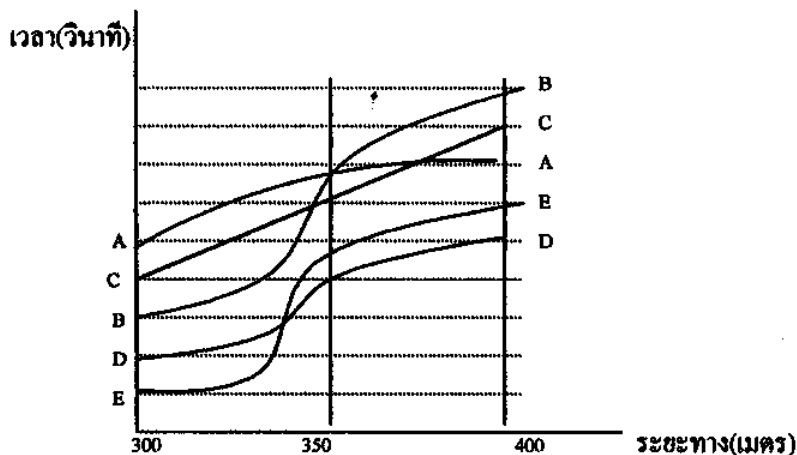
- ก. วัตถุ ก มีมวลน้อยที่สุด
 ข. วัตถุ ข มีมวลน้อยที่สุด
 ค. วัตถุ ค มีมวลน้อยที่สุด
 ง. วัตถุ ง มีมวลน้อยที่สุด
 จ. วัตถุ จ มีมวลน้อยที่สุด

17. เด็กชายคนหนึ่งเดินไปทางทิศตะวันออก 150 เมตร แล้วเดินกลับไปทางทิศตะวันตก 30 เมตร ระยะทางและระยะกระจัด คือข้อใด
- 30 เมตร และ 120 เมตร
 - 180 เมตร และ 120 เมตร
 - 150 เมตร และ 30 เมตร
 - 180 เมตร และ 150 เมตร
 - 120 เมตร และ 180 เมตร
18. ลูกบอล A ถูกปล่อยให้ตกอย่างอิสระขณะที่ลูกบอล B ถูกโยนขึ้นในแนวตั้งด้วยความเร็วต้น ขณะหนึ่ง หลังจากที่ลูกบอลทั้งสองเคลื่อนที่ออกมาจากมือโดยไม่มีแรงต้านของอากาศ ข้อใด ลงความเห็นได้ถูกต้อง
- ลูกบอล A มีความเร่งมากกว่าลูกบอล B
 - ลูกบอล B มีความเร่งมากกว่าลูกบอล A
 - ทั้งลูกบอล A และ B มีขนาดความเร่งเท่ากัน และมีทิศเดียวกัน
 - ทั้งลูกบอล A และ B มีขนาดความเร่งเท่ากัน และมีทิศตรงข้ามกัน
 - ทั้งลูกบอล A และ B มีขนาดความเร็วเท่ากัน และมีทิศเดียวกัน
19. วัตถุ 2 ชิ้น P และ Q เคลื่อนที่ขึ้นตามแนวตั้งในเวลาเดียวกันด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที และ 100 เมตร/วินาที ดังตาราง ข้อใดลงความเห็นจากข้อมูลได้ถูกต้อง

| ข้อที่ | กลับมาอยู่ที่เดิมได้ก่อน | ขึ้นไปได้สูงกว่า |
|--------|--------------------------|------------------|
| 1 | P | Q |
| 2 | P | P |
| 3 | Q | Q |
| 4 | Q | P |

- ข้อ 1 ถูก
- ข้อ 2 ถูก
- ข้อ 3 ถูก
- ข้อ 1 และ 2 ถูก
- ข้อ 2 และ 3 ถูก

ในการวิ่งแข่งระยะ 400 เมตร กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระยะทางกับเวลาของนักวิ่ง A, B, C, D และ E เป็นดังรูป



จากกราฟที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 20-21

20. ที่ระยะ 350 เมตร ใครวิ่งทันกันพอดี

- ก. A กับ B
- ข. A กับ C
- ค. B กับ C
- ง. B กับ D
- จ. D กับ E

21. ใครวิ่งผ่านเส้นชัย 400 เมตรเป็นคนแรก

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D
- จ. E

คนขับรถยนต์ A, B และ C เริ่มอ่านอัตราเร็วจากเครื่องวัดของรถยนต์ของตนพร้อมกันทุก ๆ 5 วินาที ได้ค่าตามที่ปรากฏในตาราง

| เวลา(วินาที) | 0 | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 20.0 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|
| อัตราเร็วของ A (กิโลเมตร/ชั่วโมง) | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| อัตราเร็วของ B (กิโลเมตร/ชั่วโมง) | 20.0 | 22.0 | 24.0 | 26.0 | 28.0 |
| อัตราเร็วของ C (กิโลเมตร/ชั่วโมง) | 20.0 | 15.0 | 10.0 | 5.0 | 0 |

จากตารางใช้ตอบคำถามข้อ 22 – 23

22. ความเร่งของรถยนต์ A เป็นเท่าไร

- ก. 4 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- ข. 3 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- ค. 2 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- ง. 1 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- จ. 0 กิโลเมตร/ชั่วโมง

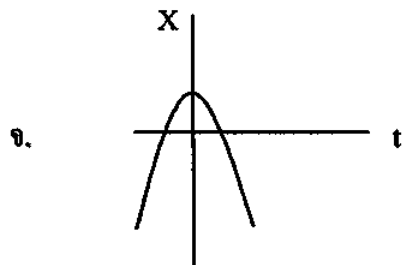
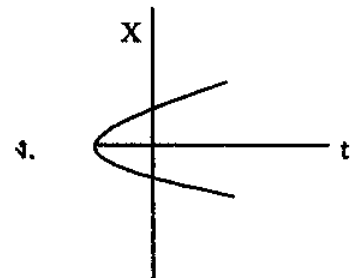
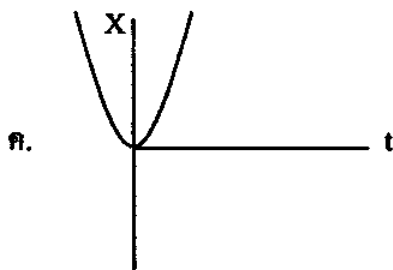
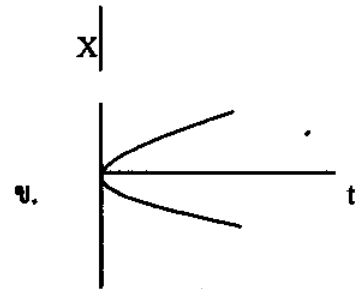
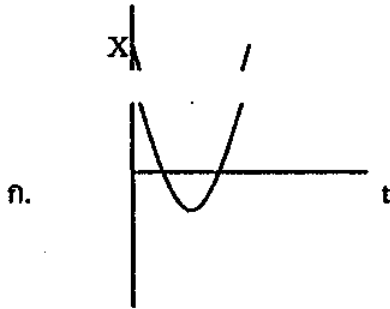
23. ความเร่งของรถยนต์ B เป็นเท่าไร

- ก. 0.2 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- ข. 0.3 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- ค. 0.4 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- ง. 0.5 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- จ. 0.6 กิโลเมตร/ชั่วโมง

24. อนุภาคตัวหนึ่งเคลื่อนที่ในแนวแกน X โดยมีตำแหน่งที่เวลาต่างๆ ดังตารางต่อไปนี้

| | | | | | |
|-----------|---|---|----|---|---|
| t(วินาที) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| X(เมตร) | 3 | 0 | -1 | 0 | 3 |

จากตาราง กราฟมีลักษณะดังข้อใด



25. วัตถุอันหนึ่งเคลื่อนที่ตามสมการ $S(t) = 2t^2 - 2t + 1$ ตารางความสัมพันธ์ระหว่าง S กับ t คือข้อใด

ก.

| | | | | | | | |
|-------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| t(s) | 0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| S(cm) | 0 | 1.5 | 2.0 | 3.5 | 4.0 | 5.5 | 6.0 |

ข.

| | | | | | | | |
|-------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| t(s) | 0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| S(cm) | 1 | 1.5 | 2.5 | 3.5 | 4.5 | 5.5 | 6.5 |

ก

| | | | | | | | |
|-------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| t(s) | 0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| S(cm) | 0 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 2.5 | 5.0 | 8.5 |

ง

| | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| t(s) | 0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| S(cm) | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 2.5 | 5.0 | 8.5 | 13 |

จ

| | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| t(s) | 0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| S(cm) | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 3.5 | 8.5 | 13 | 15.5 |

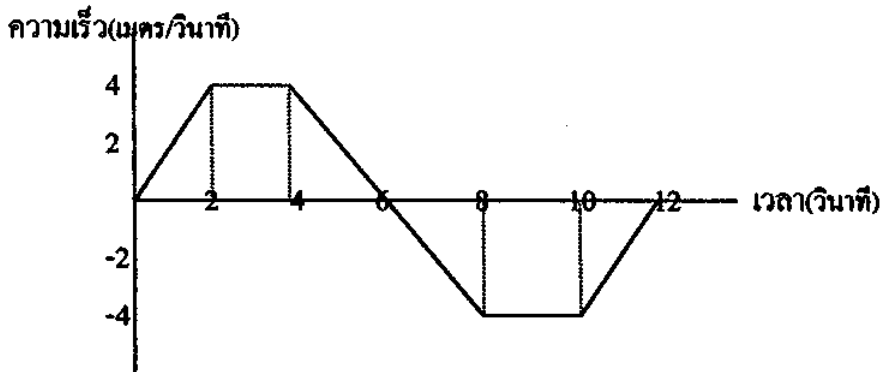
26. เรือใบลำหนึ่งลอยนิ่งอยู่ในน้ำ ต่อมาลมพัดปะทะใบเรือ เรือใบลำนี้ยังคงลอยนิ่งอยู่เหมือนเดิม เราจะลงความคิดเห็นดังข้อใด

- ก. ลมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนตำแหน่งของเรือ
- ข. การที่เรืออยู่นิ่งเนื่องจากมีน้ำหนักมาก
- ค. เรือมีแรงต้านการเคลื่อนที่
- ง. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อเรือมีค่าเป็นศูนย์
- จ. ไม่มีแรงกระทำต่อเรือลำนี้

27. “ การที่ยานอวกาศจะลงบนดวงจันทร์อย่างนุ่มนวลจะต้องใช้จรวดขับขี้งความเร็ว ” ข้อคิดเห็นใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. แรงขับขี้งจะต้องมากกว่าค่า g ของดวงจันทร์
- ข. แรงขับขี้งจะต้องเท่ากับค่า g ของดวงจันทร์
- ค. แรงขับขี้งจะต้องน้อยกว่าค่า g ของดวงจันทร์
- ง. แรงขับขี้งเป็นศูนย์
- จ. เป็นอย่างอื่น

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เป็นดังรูป



จากกราฟใช้ตอบคำถามข้อ 28-30

28. การกระจัดทั้งหมดของการเคลื่อนที่ คือข้อใด

- ก. 0 เมตร
- ข. 1 เมตร
- ค. 2 เมตร
- ง. 3 เมตร
- จ. 4 เมตร

29. ระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุมีค่าเท่าใด

- ก. 16 เมตร
- ข. 32 เมตร
- ค. 64 เมตร
- ง. 90 เมตร
- จ. 120 เมตร

30. วัตถุเคลื่อนที่กลับทิศเมื่อเวลาเท่าใด

- ก. 2 วินาที
- ข. 4 วินาที
- ค. 6 วินาที
- ง. 8 วินาที
- จ. 10 วินาที

แผนการเรียนรู้แบบร่วมมือของกลุ่มทดลอง

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ นักศึกษาเข้าใจวิธีการเรียนแบบร่วมมือ และสามารถนำไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนได้

ขั้นตอนการสอนแบบร่วมมือ

1. ครูอธิบายวิธีการเรียนแบบร่วมมือ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การเรียนแบบร่วมมือ เป็นวิธีการเรียนที่จัดให้ผู้เรียนได้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยจัดให้นักศึกษาที่มีความสามารถแตกต่างกันเรียนร่วมกัน ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รับผิดชอบร่วมกัน

2. ครูจัดนักศึกษาเข้ากลุ่มตามที่ครูกำหนด คือกลุ่มละ 4 คน ตามระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1

3. ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มกำหนดบทบาทและหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม ดังนี้

3.1 ผู้นำกลุ่ม มีหน้าที่ประสานงานกลุ่ม ดูแลการทำงานของกลุ่มให้ลุล่วง เช่น อ่านบันทึกข้อมูล และเสนอผลการอภิปรายของกลุ่ม

3.2 ผู้สรุป มีหน้าที่บันทึกข้อมูลจากการอภิปรายกลุ่ม สรุปผลการอภิปรายของกลุ่ม สรุปผลการเรียนรู้

3.3 ผู้ช่วย มีหน้าที่ช่วยเพิ่มเติมความคิด คอยให้กำลังใจและกระตุ้นให้สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันทำงาน จัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนของกลุ่ม

3.4 ผู้สังเกต มีหน้าที่ดูแลให้ทุกคนทำหน้าที่ของตน ไม่ออกนอกเรื่องและประเมินผลการทำงานของกลุ่ม (แต่ละหน้าที่จะหมุนเวียนกันไป)

4. ครูชี้แจงเกี่ยวกับคะแนนจากการสอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

อัตราส่วนของคะแนนระหว่างการทดสอบย่อยต่อการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อจบบทเรียนเป็น 20 : 30 คะแนน

4.1 การทดสอบย่อย 20 คะแนน จะทำการสอบ 2 ครั้งคือ เมื่อสิ้นสุดการเรียนในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 เก็บครั้งละ 10 คะแนน โดยใช้คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม

4.2 การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อจบบทเรียนเป็น 30 คะแนน จะเก็บคะแนนเป็นรายบุคคล

แผนการสอนที่ 1

เรื่อง การหาแรงลัพธ์และการรวมเวกเตอร์ โดยวิธีการสร้างรูป

จำนวน 2 คาบ

สาระสำคัญ

หาแรงลัพธ์และรวมเวกเตอร์โดยวิธีการสร้างรูปหลายเหลี่ยมปิด และวิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน นำความรู้เกี่ยวกับการรวมเวกเตอร์โดยวิธีการสร้างรูปไปหาเวกเตอร์ของสองเวกเตอร์ใดๆ เวกเตอร์ลัพธ์ของการลบเวกเตอร์ และเวกเตอร์ลัพธ์ของหลายเวกเตอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้ (ปลายทาง)

รู้วิธีการหาแรงลัพธ์และรวมเวกเตอร์โดยวิธีการสร้างรูปได้

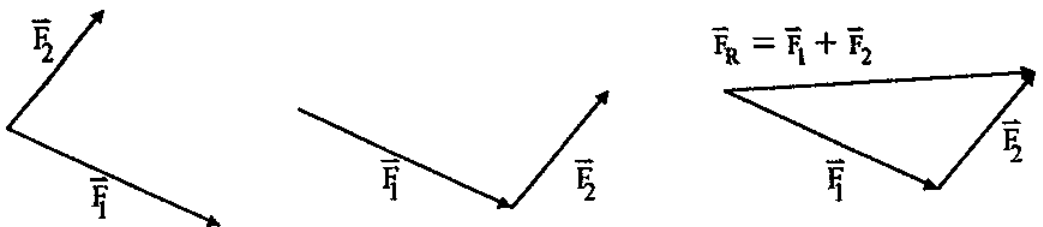
จุดประสงค์ย่อย (นำทาง)

1. บอกแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมใดๆ คู่กัน โดยวิธีการสร้างรูปหลายเหลี่ยมปิดได้
2. บอกแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมใดๆ คู่กัน โดยวิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานได้
3. บอกเวกเตอร์ลัพธ์ของการบวก การลบ ของเวกเตอร์สองเวกเตอร์ใดๆ และเวกเตอร์ลัพธ์ของหลายเวกเตอร์ โดยวิธีการสร้างรูปได้

เนื้อหา

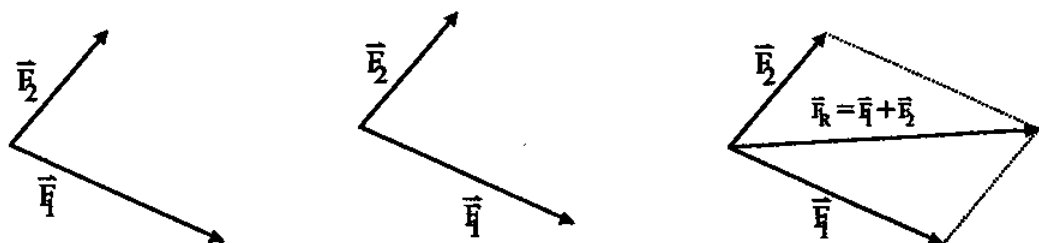
ถ้ามีแรงย่อย 2 แรง กระทำต่อวัตถุหนึ่ง โคนแรงทั้งสองไม่ได้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน การหาแรงลัพธ์ของแรงทั้งสองโดยวิธีการสร้างรูปมี 2 วิธีดังนี้

1. เขียนเวกเตอร์แทนแรงทั้งสองโดยใช้หางต่อหัว เส้นตรงที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายจะแทนขนาด และทิศทางของแรงลัพธ์ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การหาแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงโดยใช้หางต่อหัว

2. สร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน โดยใช้แรงทั้งสองเป็นด้านประกอบของสี่เหลี่ยมด้านขนาน



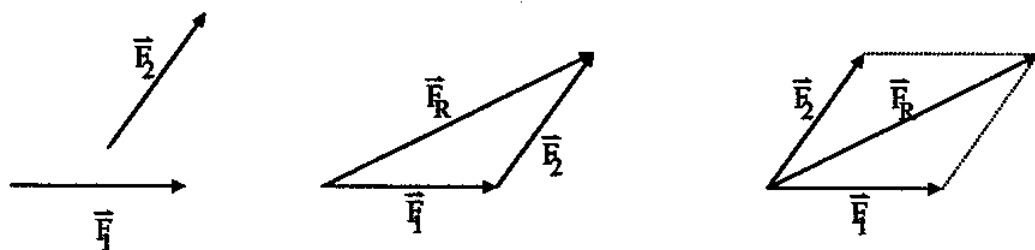
รูปที่ 2 การหาแรงลัพธ์ของแรง 2 แรง โดยวิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

เมื่อ \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 แทนเวกเตอร์ของแรง 2 แรงใดๆ

\vec{F}_R แทนแรงลัพธ์ของแรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2

การหาแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงใดๆ ในสองมิติโดยใช้การสร้างรูปดังกล่าว สามารถนำไปใช้หาเวกเตอร์ลัพธ์ของการรวมเวกเตอร์ เวกเตอร์ลัพธ์ของการลบเวกเตอร์ และการรวมเวกเตอร์หลายเวกเตอร์ได้อีกด้วย ดังนี้

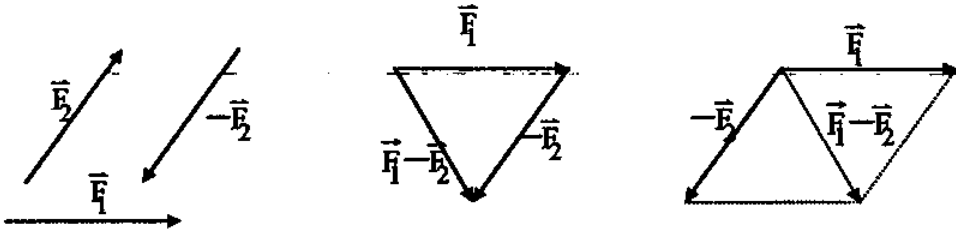
1. เวกเตอร์ลัพธ์ของการรวมเวกเตอร์สองเวกเตอร์



รูปที่ 3 เวกเตอร์ลัพธ์ของการรวมเวกเตอร์สองเวกเตอร์

เมื่อ \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 แทนเวกเตอร์สองเวกเตอร์ใดๆ

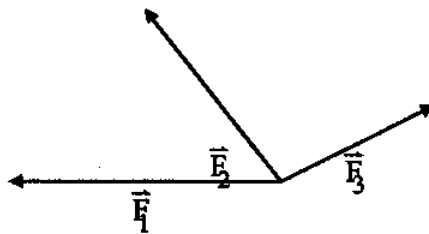
2. เวกเตอร์ลัพธ์ของการลบเวกเตอร์



รูปที่ 4 การสร้างรูปแสดงการลบเวกเตอร์

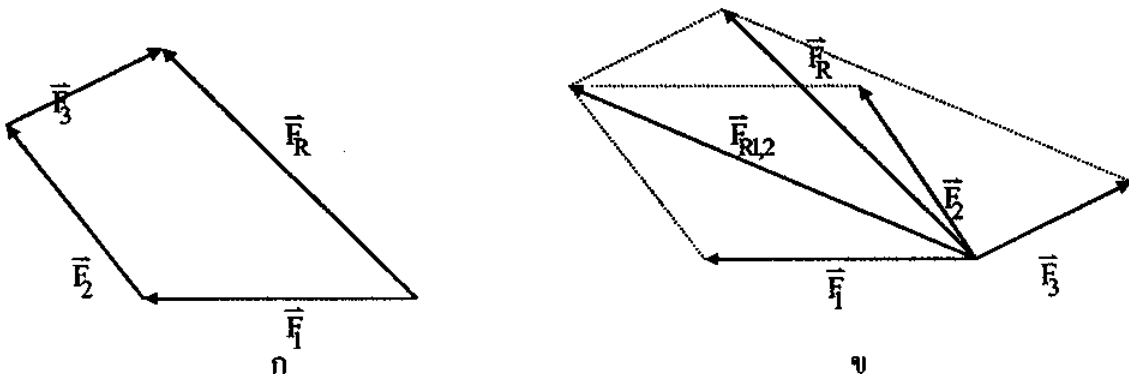
3. การรวมเวกเตอร์หลายเวกเตอร์

กำหนดให้ \vec{F}_1 , \vec{F}_2 และ \vec{F}_3 เป็นแรง 3 แรง กระทำต่อวัตถุ โดยแนวแรงทั้ง 3 อยู่ในระนาบเดียวกัน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แรง \vec{F}_1 , \vec{F}_2 และ \vec{F}_3 กระทำต่อวัตถุ

หาแรงลัพธ์ของแรงทั้ง 3 แรง โดยวิธีการสร้างรูปหลายเหลี่ยมปิด และวิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ดังรูปที่ 6 ก และ ข



รูปที่ 6 ขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ R ของแรงทั้งสามโดยการสร้างรูป

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบร่วมมือ

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับเรื่องความสมดุลต่อการเคลื่อนที่เนื่องจากแรง
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ครูแจกใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การหาแรงลัพธ์และการรวมเวกเตอร์ โดยวิธีการสร้างรูป
4. ครูอธิบายให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการหาแรงลัพธ์และการรวมเวกเตอร์ โดยวิธีการสร้างรูปตามลำดับเนื้อหาของแผนการสอน
5. ครูแจกใบงานที่ 1 โจทย์ปัญหาการหาแรงลัพธ์และการรวมเวกเตอร์โดยวิธีสร้างรูป นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำ
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนใบงานกับกลุ่มอื่นแล้วเปรียบเทียบกับกลุ่มของตัวเอง
7. ให้นักเรียนส่งใบงานกลับกลุ่มเดิมและอภิปรายสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ศึกษาใบงานของกลุ่มอื่น
8. ให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมาเฉลยโจทย์ปัญหานั้นกระดาน
9. นักเรียนทำการปรับปรุงแก้ไขใบงานของตนเองและนำส่งครูผู้สอน
10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้ที่ 1
2. ใบงานที่ 1

การวัดและประเมินผล

1. ตั้งเกศจากความสนใจ ความตั้งใจ และความร่วมมือในกิจกรรมกลุ่ม
2. จากการตอบคำถาม
3. จากการตรวจใบงานที่ 1
4. จากการทดสอบ

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยครูใช้คำถามดังนี้

- 1.1 การที่เราต้องการให้วัตถุมีการเคลื่อนที่ เราควรที่จะต้องทำอะไร
- 1.2 มีแรงอะไรบ้างที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ และแรงเหล่านั้นมีคุณสมบัติอย่างไร
- 1.3 ถ้ามีแรงหลายๆ แรงกระทำต่อวัตถุในทิศทางที่แตกต่างกันออกไป เราจะหาผลรวมของแรงได้อย่างไร

2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

3. ครูแจกใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การหาแรงลัพธ์และการรวมเวกเตอร์ โดยวิธีการสร้างรูป
4. นักศึกษาแต่ละคนศึกษาใบความรู้ของตนเอง
5. นักศึกษาซักถามครูเกี่ยวกับปัญหาที่ศึกษาในใบความรู้
6. นักศึกษาร่วมกันอภิปรายสรุป และครูอธิบายเพิ่มเติม
7. ครูให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด เรื่อง การหาแรงลัพธ์และการรวมเวกเตอร์โดยวิธีสร้างรูป

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ใบความรู้ที่ 1
2. แบบฝึกหัด

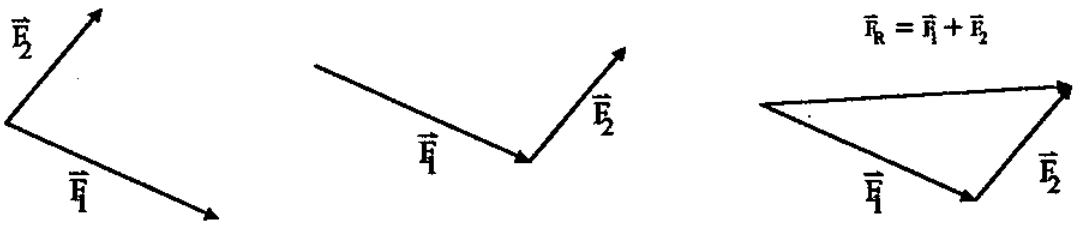
การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ ความตั้งใจ
2. จากการซักถามและตอบคำถาม
3. จากการตรวจแบบฝึกหัด

ใบความรู้ที่ 1

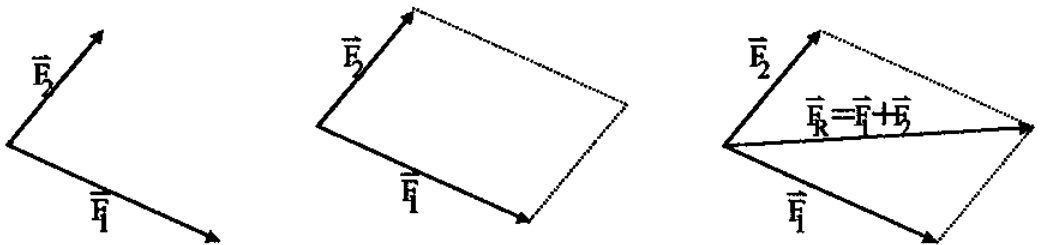
การหาแรงลัพธ์และการรวมเวกเตอร์ โดยวิธีการสร้างรูป

- เขียนเวกเตอร์แทนแรงทั้งสองโดยใช้หางต่อหัว เส้นตรงที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายจะแทนขนาด และทิศทางของแรงลัพธ์ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การหาแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงโดยใช้หางต่อหัว

- สร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน โดยใช้แรงทั้งสองเป็นด้านประกอบของสี่เหลี่ยมด้านขนาน



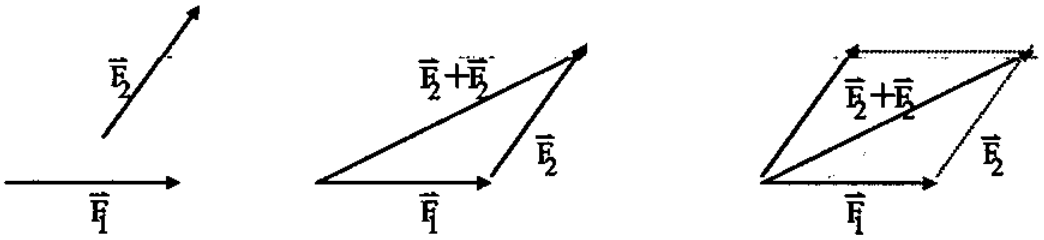
รูปที่ 8 การหาแรงลัพธ์ของแรง 2 แรง โดยวิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

เมื่อ \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 แทนเวกเตอร์ของแรง 2 แรงใดๆ

\vec{F}_R แทนแรงลัพธ์ของแรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2

การหาแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงใดๆ ในสองมิติโดยใช้การสร้างรูปดังกล่าว สามารถนำไปใช้หาเวกเตอร์ลัพธ์ของการรวมเวกเตอร์ เวกเตอร์ลัพธ์ของการลบเวกเตอร์ และการรวมเวกเตอร์หลายเวกเตอร์ได้อีกด้วย ดังนี้

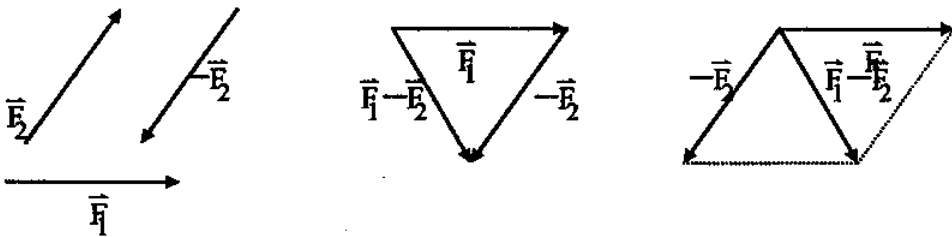
1. เวกเตอร์ลัพธ์ของการรวมเวกเตอร์สองเวกเตอร์



รูปที่ 9 เวกเตอร์ลัพธ์ของการรวมเวกเตอร์สองเวกเตอร์

เมื่อ \vec{E}_1 และ \vec{E}_2 แทนเวกเตอร์สองเวกเตอร์ใดๆ

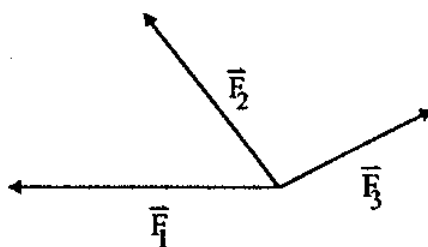
2. เวกเตอร์ลัพธ์ของการลบเวกเตอร์



รูปที่ 10 การสร้างรูปแสดงการลบเวกเตอร์

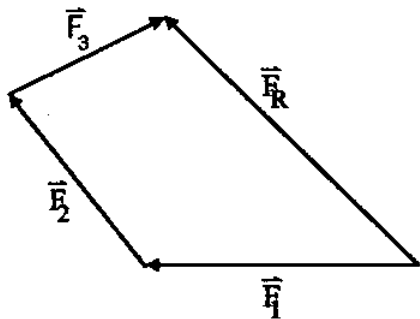
3. การรวมเวกเตอร์หลายเวกเตอร์

กำหนดให้ \vec{E}_1 , \vec{E}_2 และ \vec{E}_3 เป็นแรง 3 แรง กระทำต่อวัตถุ โดยแนวแรงทั้ง 3 อยู่ในระนาบเดียวกัน ดังรูปที่ 11

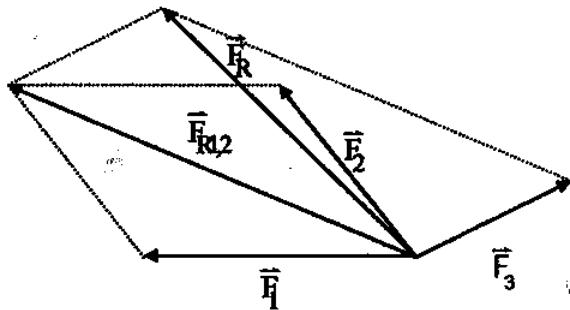


รูปที่ 11 แรง \vec{E}_1 , \vec{E}_2 และ \vec{E}_3 กระทำต่อวัตถุ

หาแรงลัพธ์ของแรงทั้ง 3 แรง โดยวิธีการสร้างรูปหลายเหลี่ยมปิดและวิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังรูป 12 ก และ ข



ก



ข

รูปที่ 12 ขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ \vec{F}_R ของแรงทั้งสามโดยการสร้างรูป

ใบงานที่ 1

โจทย์ปัญหาการหาแรงลัพธ์และผลรวมเวกเตอร์ โดยวิธีการสร้างรูป

สมาชิกภายในกลุ่ม

สาขา.....

1

รหัส

2

รหัส

3

รหัส

4

รหัส

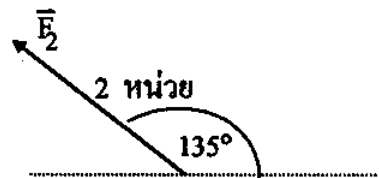
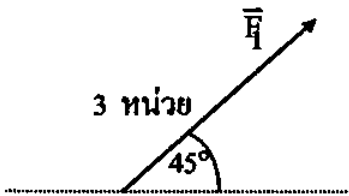
5

รหัส

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

จงเขียนภาพแสดงวิธีการหาแรงลัพธ์ และเวกเตอร์ลัพธ์ โดยวิธีการสร้างรูป

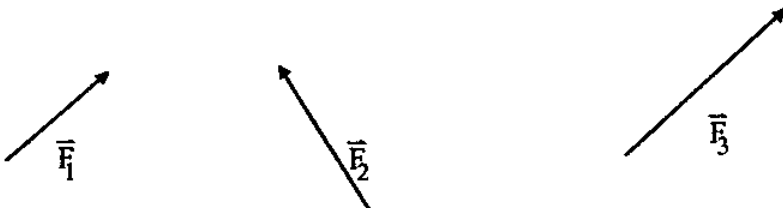
1. กำหนดให้ \vec{E}_1 และ \vec{E}_2 เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดและทิศทาง ดังรูป จงหา.....



1.1 $\vec{E}_1 + \vec{E}_2$

1.2 $\vec{E}_2 - \vec{E}_1$

2. กำหนดให้เวกเตอร์ \vec{F}_1 , \vec{E}_2 และ \vec{E}_3 มีขนาดและทิศทาง ดังรูป จงหา.....



$$\text{ก. } \vec{R} = -\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

$$\text{ข. } \vec{R} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2 + 2\vec{F}_3$$

$$\text{ค. } \vec{R} = 2\vec{F}_3 - (2\vec{F}_1 - \vec{F}_2)$$

3. จงเขียนรูปของแรงต่อไปนี้ พร้อมหาแรงลัพธ์ โดยการสร้างรูป

\vec{F}_1 มีขนาด 2 หน่วย มีทิศไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

\vec{F}_2 มีขนาด 4 หน่วย ทำมุม 30° มีทิศไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

\vec{F}_3 มีขนาด 7 หน่วย มีทิศไปทางทิศใต้

แผนการสอนที่ 2

เรื่อง การแยกแรงและการหาแรงลัพธ์โดยวิธีคำนวณ จำนวน 2 คาบ

สาระสำคัญ

แยกแรงออกเป็นองค์ประกอบสองแรงที่ตั้งฉากกันตามทิศที่กำหนด หาแรงลัพธ์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยวิธีคำนวณได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ (ปลายทาง)

รู้วิธีการแยกแรงและหาแรงลัพธ์โดยวิธีคำนวณได้

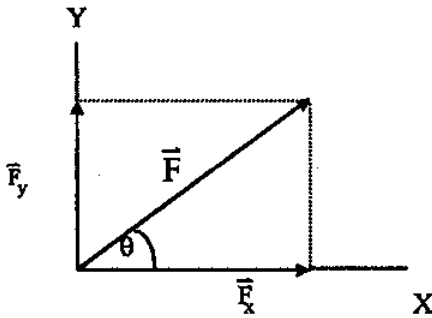
จุดประสงค์ย่อย (นำทาง)

1. แยกแรงออกเป็นองค์ประกอบสองแรงที่ตั้งฉากกันตามทิศที่กำหนดได้
2. หาแรงลัพธ์ของแรงองค์ประกอบตามแนวแกน X และ Y ได้
3. หาแรงลัพธ์โดยการใช้อนุรูปได้

เนื้อหา

จากการที่แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ และสามารถรวมแรงหลาย แรงที่กระทำต่อจุดเดียวกัน ให้เป็นแรงลัพธ์แรงเดียวได้ จึงพิจารณาได้ว่าแรงหนึ่งแรง เช่นแรง \vec{F} เป็นผลรวมของแรงสองแรงหรือมากกว่าได้ ซึ่งการคิดเช่นนี้เรียกว่า การแยกแรง โดยแรงแต่ละแรงที่มาวมกันเป็นแรง \vec{F} นั้นเรียกว่า แรงองค์ประกอบของแรง \vec{F} หรือเรียกสั้นๆ ว่าแรงองค์ประกอบ

การแยกแรง \vec{F} อาจแยกเป็นแรงองค์ประกอบในทิศต่างๆ ได้แต่ในที่นี้ใช้วิธีแยกแรง \vec{F} เป็นแรงองค์ประกอบ 2 แรง ที่ตั้งฉากกันตามทิศที่กำหนด เช่น แยกแรง \vec{F} ซึ่งทำมุม θ กับแกน X ออกเป็นแรง \vec{F}_x และ \vec{F}_y ในทิศตามแนวแกน X และแกน Y ตามลำดับ



รูปที่ 13 การแยกแรง \vec{F} เป็นแรงองค์ประกอบ 2 แรง ที่ตั้งฉากกัน

ดังนั้นจะได้ $\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$

พิจารณาจากรูปที่ 13 จากความรู้คณิตศาสตร์จะเขียนได้ว่า

$$\frac{F_x}{F} = \cos \theta \quad \text{และ} \quad \frac{F_y}{F} = \sin \theta$$

$$F_x = F \cos \theta \quad \text{และ} \quad F_y = F \sin \theta$$

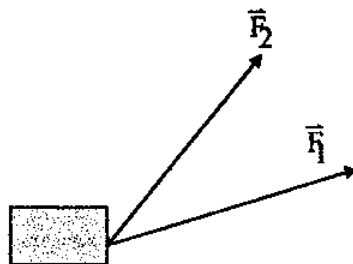
ขนาดของแรง \vec{F} และมุม θ ซึ่งบอกทิศทางของแรง \vec{F} ได้จาก

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

และ

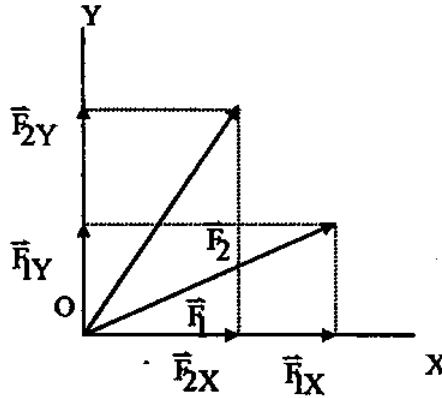
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{F_y}{F_x} \right)$$

การแยกแรงหนึ่งแรงออกเป็นแรงองค์ประกอบสองแรงที่ตั้งฉากกันตามทิศทางที่กำหนด สามารถนำไปใช้หาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงโดยวิธีคำนวณได้เช่น ถ้ามีแรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 กระทำต่อวัตถุ A ดังรูป 14



รูปที่ 14 แรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 กระทำต่อวัตถุ A

แยกแรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 ออกเป็นแรงองค์ประกอบในแนวแกน X และ Y ดังรูป 15

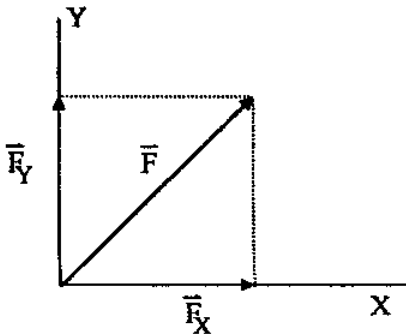


รูปที่ 15 แรงองค์ประกอบในแนวแกน X และ Y

จากรูป 15 $\vec{F}_{1X}, \vec{F}_{2X}$ อยู่ในแนวเดียวกันและ $\vec{F}_{1Y}, \vec{F}_{2Y}$ ก็มีทิศอยู่ในแนวเดียวกัน แรงลัพธ์ของแรงองค์ประกอบในแนวแกน X และ Y เขียนได้เป็น

$$\begin{aligned}\vec{F}_X &= \vec{F}_{1X} + \vec{F}_{2X} \\ \vec{F}_Y &= \vec{F}_{1Y} + \vec{F}_{2Y}\end{aligned}$$

แรง \vec{F}_X และ \vec{F}_Y ที่ได้จะเป็นแรงองค์ประกอบในแนวแกน X และแกน Y ของแรง \vec{F} ซึ่งเป็นแรงลัพธ์ของแรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 ดังนั้น $\vec{F} = \vec{F}_X + \vec{F}_Y$ ดังรูป 16



รูปที่ 16 แรงลัพธ์ของแรงองค์ประกอบ \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 ในแนวแกน X และ Y

ในกรณีที่มีแรงกระทำต่อวัตถุมากกว่า 2 แรง แรงลัพธ์ของแรงองค์ประกอบในแนวแกน X และแกน Y เขียนได้เป็น

$$\bar{F}_X = \sum_{i=1}^n \bar{F}_{iX} \quad \text{และ} \quad \bar{F}_Y = \sum_{i=1}^n \bar{F}_{iY}$$

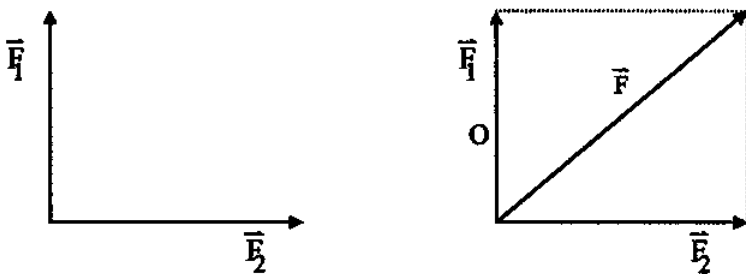
เมื่อ \bar{F}_X และ \bar{F}_Y เป็นแรงองค์ประกอบอยู่ในแนวแกน X และ Y ตามลำดับ

ในกรณีวัตถุอยู่ในสมดุลต่อการเคลื่อนที่ ผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุต้องเท่ากับศูนย์ ดังนั้น ผลรวมของแรงองค์ประกอบในแนวแกน X และ Y จะต้องเป็นศูนย์

$$\sum_{i=1}^n \bar{F}_{iX} = 0 \quad \text{และ} \quad \sum_{i=1}^n \bar{F}_{iY} = 0$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบร่วมมือ

- นำเข้าสู่บทเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์ โดยวิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันหาแรงลัพธ์ของแรง \bar{F}_1 และ \bar{F}_2 ที่ทำมุมฉากต่อกัน ดังรูป 17



รูปที่ 17 แรงลัพธ์ของแรง \bar{F}_1 และ \bar{F}_2 ที่ทำมุมฉากต่อกัน

- ครูแจ้งเรื่องและจุดประสงค์การเรียนรู้
- ครูแจกใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การแยกแรงและการหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณ
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความหมายของการแยกแรงและแรงองค์ประกอบ
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการแยกแรง การหาขนาด และการหาทิศทางของแรงลัพธ์
- ครูให้นักศึกษาร่วมกันทำโจทย์ตัวอย่างจากใบความรู้ที่ 2

7. ครูแจกใบงานที่ 2 โจทย์ปัญหาการแยกแรงและการหาแรงลัพธ์โดยวิธีคำนวณ ประกอบด้วย โจทย์ จำนวน 4 ข้อ
8. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำโจทย์ปัญหาและอธิบายให้สมาชิกภายในกลุ่มเข้าใจ
9. ครูสุ่มเรียกนักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มออกมาเฉลยโจทย์บนกระดานดำ ครูและนักเรียนคนอื่น ๆ ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง
10. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน
11. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมใบงานส่ง

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้ที่ 2
2. ใบงานที่ 2

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ ความตั้งใจ และความร่วมมือในการทำกิจกรรม
2. จากการซักถามและการตอบคำถาม
3. จากการตรวจใบงานที่ 2
4. จากการทดสอบ

กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถาม ดังนี้
จากคาบที่แล้วเราได้ศึกษาเกี่ยวกับการรวมเวกเตอร์ของแรงลัพธ์โดยการวาดรูปไปแล้วนักเรียนคิดว่านอกจากการวาดรูปแล้วเรายังใช้วิธีใดได้อีกบ้าง
2. ครูแจ้งเรื่องและจุดประสงค์ให้นักศึกษาทราบ
3. ครูแจกใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การแยกแรงและการหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณ
4. ให้นักศึกษาแต่ละคนศึกษาใบความรู้ของตัวเองแล้วช่วยกันสรุปขั้นตอนการแยกแรงและการคำนวณหาแรงลัพธ์
5. ให้นักศึกษาถามครูในส่วนที่ยังไม่เข้าใจ
6. ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่สำคัญ
7. ให้นักศึกษาทำโจทย์ตัวอย่างจากใบความรู้เพื่อดูความเข้าใจ
8. ให้ตัวแทนออกไปเฉลยโจทย์ตัวอย่าง

9. นักศึกษาสรุปบทเรียน

10. ครูให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด เรื่อง การแยกแยะและการหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณ

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้ที่ 2
2. แบบฝึกหัด

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ ความตั้งใจ
2. จากการซักถามและการตอบคำถาม
3. จากการตรวจแบบฝึกหัด

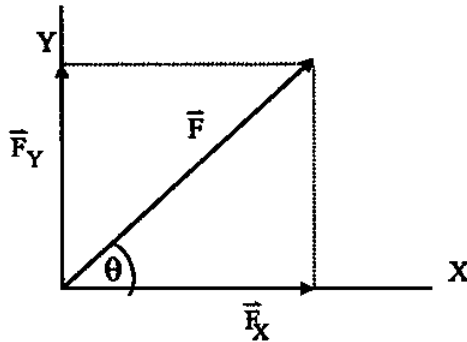
ในความรู้ที่ 2

การแยกแรงและการหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณ

ในการแยกองค์ประกอบของแรงและการหาแรงลัพธ์เราสามารถหาได้ ดังนี้

1. ในกรณีที่มีแรง 1 แรง

ถ้ามีแรง \vec{F} ทำมุม θ กับแกน X เราสามารถแยกองค์ประกอบออกตามแนวแกน X และ Y ได้ดังรูป



รูปที่ 18 การแยกแรง เป็นแรงองค์ประกอบ 2 แรง ที่ตั้งฉากกัน

จากรูปจะได้ $F_x = F \cos \theta$ และ $F_y = F \sin \theta$

เมื่อเราแยกองค์ประกอบแล้วจะเห็นว่าองค์ประกอบทั้งสองจะตั้งฉากซึ่งกันและกัน ดังนั้นขนาดของแรงลัพธ์คือ

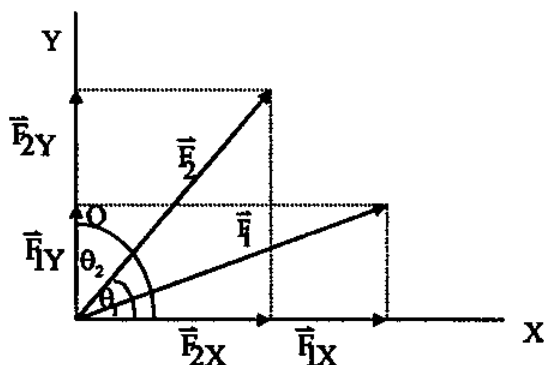
$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

และทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์คือ

$$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{F_y}{F_x} \right)$$

2. กรณีที่มีแรงหลายๆ แรงกระทำที่จุดเดียวกัน องค์ประกอบของแรงแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 19 แรงองค์ประกอบในแนวแกน X และ Y

จากรูปจะได้องค์ประกอบของแรงคือ

$$\sum F_X = F_1 \cos \theta_1 + F_2 \cos \theta_2$$

$$\sum F_Y = F_1 \sin \theta_1 + F_2 \sin \theta_2$$

ขนาดของแรงลัพธ์คือ

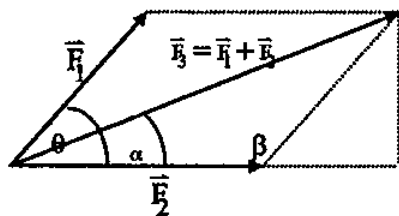
$$\sum F = \sqrt{\sum F_X^2 + \sum F_Y^2}$$

และทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์คือ

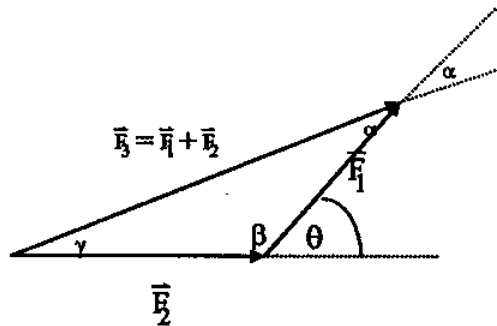
$$\tan \theta = \frac{\sum F_Y}{\sum F_X}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\sum F_Y}{\sum F_X} \right)$$

3. การคำนวณโดยใช้กฎของไซน์และกฎของโคไซน์



แบบที่เหลี่ยมด้านขนาน



วิธีหางต่อหัว

รูปที่ 20 แสดงการหาแรงลัพธ์ของเวกเตอร์สองเวกเตอร์
โดยการคำนวณ

กฎของไซน์ (Low of sine)

$$\frac{F_1}{\sin \alpha} = \frac{F_2}{\sin \beta} = \frac{F_3}{\sin \gamma}$$

กฎของโคไซน์ (Low of cosine)

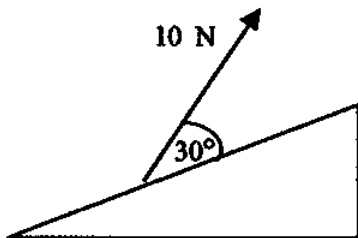
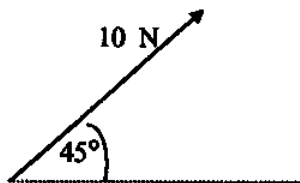
หรือ
$$F_3 = F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2 \cos \beta$$

$$F_3 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta$$

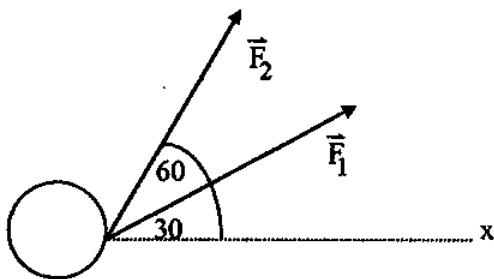
เมื่อ
$$\beta = 180 - \theta \therefore \cos(180 - \theta) = -\cos \theta$$

โจทย์ตัวอย่าง

1. แรง 10 นิวตัน ทำมุม 45° และ 30° กับพื้นราบและพื้นเอียง ดังรูป จงหาขนาดของแรงองค์ประกอบในแนวขนานและแนวตั้งฉากกับพื้นเอียง



2. จงหาแรงลัพธ์ของแรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 ที่กระทำต่อวัตถุ กำหนดให้แรง \vec{F}_1 มีขนาด 5 นิวตัน ทำมุม 30° กับแกน X และแรง \vec{F}_2 มีขนาด 5 นิวตัน ทำมุม 60° กับแกน X ดังรูป



ใบงานที่ 2

โจทย์ปัญหาการแยกแรงและการหาแรงลัพธ์โดยวิธีคำนวณ

สมาชิกภายในกลุ่ม

สาขา.....

1.....

รหัส.....

2.....

รหัส.....

3.....

รหัส.....

4.....

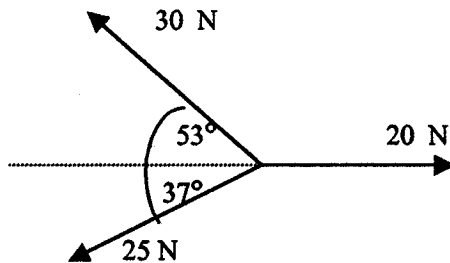
รหัส.....

5.....

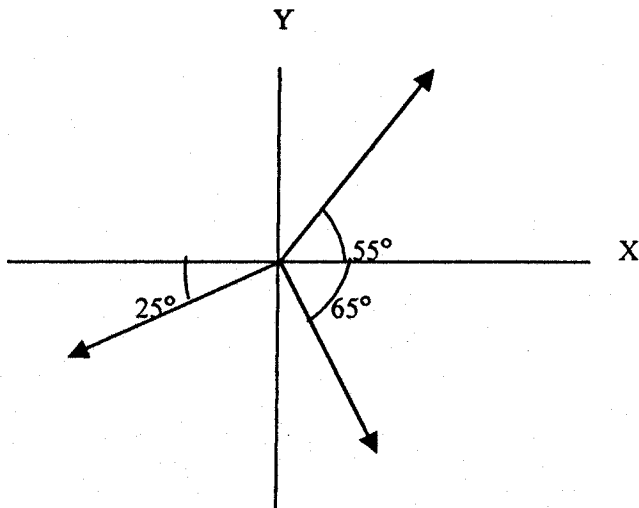
รหัส.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. จากรูปจงหาแรงลัพธ์ของแรงทั้งสาม



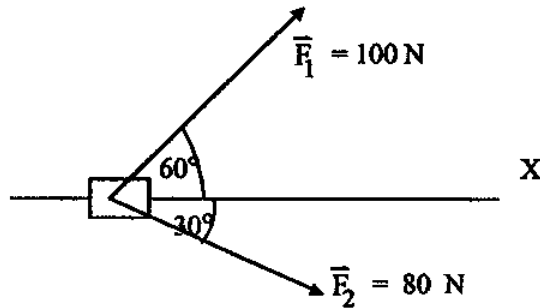
2. จากรูป $\vec{F}_1 = 20$ นิวตัน $\vec{F}_2 = 18$ นิวตัน $\vec{F}_3 = 18$ นิวตัน



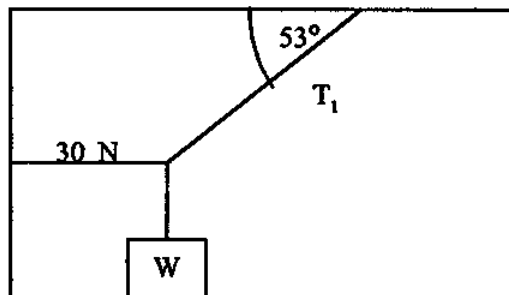
2.1 หาผลรวมของแรงในแนวแกน X และหาผลรวมของแรงในแนวแกน Y

2.2 หาขนาดในทิศทางของแรงลัพธ์

3. ชายสองคนกับเด็กอีกหนึ่งคน ต้องการที่จะดึงกล่องไปตามแกน X ดังรูป ชายทั้งสองออกแรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 มีขนาดและทิศทางดังรูป จงหาขนาด และทิศทางแรงของเด็กเพื่อให้เด็กเคลื่อนที่ไปตามแกน X



4. วัตถุหนัก W นิวตัน แขวนไว้ด้วยเชือกดังรูป ถ้าแรงดึงในเส้นเชือกตามแนวระดับเป็น 30 นิวตัน จงหาน้ำหนัก W



แผนการสอนที่ 3

เรื่อง แรงเสียดทาน

จำนวน 2 คาบ

สาระสำคัญ

ความหมายของแรงเสียดทาน แรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานจลน์ และสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ขนาดและทิศทางของแรงเสียดทาน การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์และบอกวิธีการลดแรงเสียดทาน ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ (ปลายทาง)

เข้าใจเรื่องแรงเสียดทานและนำความรู้เกี่ยวกับเรื่องแรงเสียดทานไปใช้ประโยชน์ได้

จุดประสงค์ย่อย (นำทาง)

1. บอกความหมายของแรงเสียดทาน แรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานจลน์ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ได้
2. หาค่าแรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานจลน์ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ได้
3. บอกวิธีลดแรงเสียดทานเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุได้
4. นำความรู้เกี่ยวกับแรงเสียดทานไปใช้ประโยชน์ได้

เนื้อหา

แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างผิววัตถุกับพื้นที่สัมผัสกัน เรียกว่า แรงเสียดทาน กรณีที่มีแรงมากระทำกับวัตถุเมื่อวัตถุอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ วัตถุจะอยู่ในสมดุลต่อการเคลื่อนที่ นั่นคือแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่ามีแรงเสียดทานมาต่อต้านแรงกระทำและมีขนาดเท่ากัน ถ้าให้ \vec{F} เป็นแรงที่กระทำต่อวัตถุ และ \vec{f} เป็นแรงเสียดทาน ดังรูปที่ 21

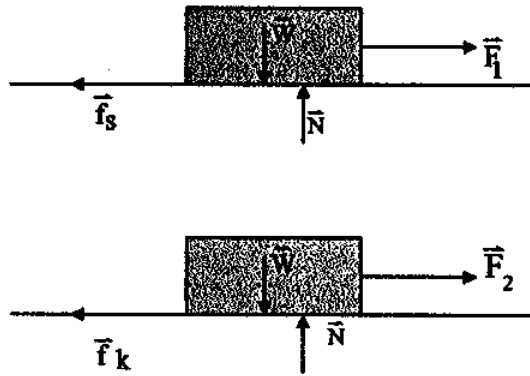


รูปที่ 21 แรง \vec{F} และ \vec{f} กระทำต่อวัตถุ

แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะอยู่นิ่งเรียกว่า แรงเสียดทานสถิต

แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะเคลื่อนที่เรียกว่า แรงเสียดทานจลน์

พิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุ ดังรูป เมื่อออกแรงดึงวัตถุก้อนหนึ่งด้วยแรง \vec{F}_1 ทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตเท่ากับ \vec{f}_s และเมื่อออกแรงดึง \vec{F}_2 ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว แรงเสียดทานจลน์ขณะนั้นมีขนาด \vec{f}_k ขนาดน้ำหนักของวัตถุเท่ากับ W แรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉากมีขนาดเท่ากับ N



รูปที่ 22 แรงดึงวัตถุ

เมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ $\vec{f}_s = -\vec{F}_1$ และ $\vec{N} = -\vec{W}$

ดังนั้น $f_s = F_1$ และ $N = W$

จะได้ $\frac{F_1}{W} = \frac{F_s}{N}$

แต่ $\frac{F_1}{W}$ มีค่าคงตัว ดังนั้น $\frac{F_s}{N}$ ย่อมมีค่าคงตัว ค่า $\frac{F_s}{N}$ นี้เรียกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต ใช้สัญลักษณ์ μ_s เมื่อ μ เป็นค่าคงตัวของสารแปรผัน

ดังนั้น $\frac{F_s}{N} = \mu_s$

เขียนได้เป็นสมการ $f_s = \mu_s N$

โดยการพิจารณาตนเองเดียวกัน เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว จะได้

$$f_k = \mu_k N$$

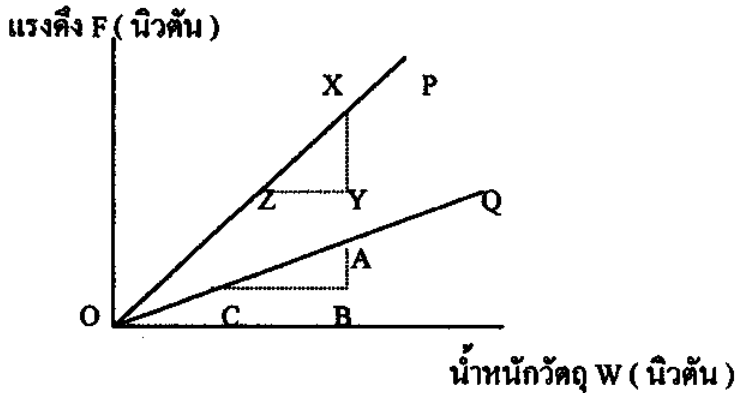
μ_s เรียกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

μ_k เรียกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ของพื้นผิวหาได้ดังนี้

1. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง (F) กับน้ำหนักวัตถุ (W)

เมื่อออกแรงดึงวัตถุที่วางอยู่บนพื้นระดับ ให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง (F) กับน้ำหนักวัตถุ (W) เป็นดังรูปที่ 23



รูปที่ 23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง F กับน้ำหนักวัตถุ W

เส้นกราฟ OP เป็นเส้นกราฟระหว่างแรงดึง F กับน้ำหนัก W ขณะวัตถุเริ่มจะเคลื่อนที่

เนื่องจาก
$$\mu_s = \frac{F_s}{N} = \frac{F}{W}$$

ดังนั้น
$$\mu_s = \text{ความชันของกราฟ OP}$$

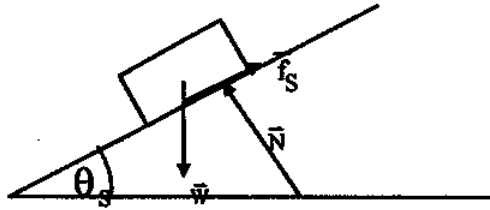
$$\mu_s = \frac{XY}{YZ}$$

เส้นกราฟ OQ เป็นเส้นกราฟระหว่างแรงดึง F กับน้ำหนัก W ขณะวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

$$\mu_k = \frac{AB}{BC}$$

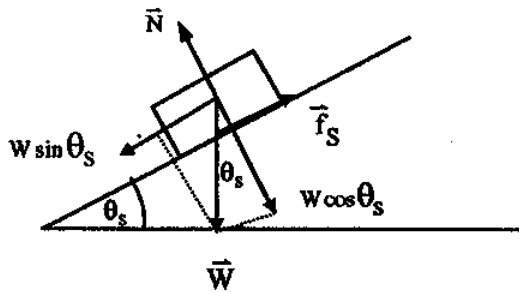
2. จากมุมเอียงของพื้นเอียงแรงเสียดทาน

เมื่อนำวัตถุน้ำหนัก w ปรับความชันของพื้นเอียง เมื่อวัตถุเริ่มไถลลงตามระนาบของพื้นเอียง พื้นเอียงทำมุม θ_s กับแนวระดับ แรงที่กระทำต่อวัตถุขณะนั้น ได้แก่ f_s แรงที่กระทำกับวัตถุในแนวตั้งฉากกับพื้น N และน้ำหนักวัตถุ \vec{w} ดังรูปที่ 24



รูปที่ 24 วัตถุวางบนพื้นเอียง

จากรูปที่ 24 พิจารณาได้น้ำหนักวัตถุ w ทำมุม θ_s กับแนวตั้งฉากพื้นเอียง ดังนั้นโดยวิธีแยกแรงองค์ประกอบของน้ำหนัก w ในแนวตั้งฉากและขนานกับพื้นเอียงจะได้ ดังรูปที่ 25



รูปที่ 25 แยกแรง w ในแนวตั้งฉากและขนานกับพื้นเอียง

จากหลักสมดุล จะเขียนได้ว่า

$$f_s = w \sin \theta_s$$

$$N = w \cos \theta_s$$

หาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต μ_s ได้เป็น

$$\mu_s = \frac{f_s}{N} = \frac{w \sin \theta_s}{w \cos \theta_s}$$

$$\mu_s = \tan \theta_s$$

หาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ μ_k ได้เป็น

$$\mu_k = \tan \theta_k$$

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต μ_s และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ μ_k จะมีค่าขึ้นอยู่กับผิวสัมผัสดังตาราง

ตาราง สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต μ_s และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ μ_k

| ผิวสัมผัสระหว่าง | สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต | สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| ไม้บนไม้ | 0.07 | 0.04 |
| เหล็กกล้ากับเหล็กกล้า | 0.74 | 0.57 |
| อะลูมิเนียมกับเหล็กกล้า | 0.61 | 0.47 |
| ทองแดงกับเหล็กกล้า | 0.53 | 0.36 |
| ทองเหลืองกับเหล็กกล้า | 0.51 | 0.44 |
| แก้วกับแก้ว | 0.94 | 0.40 |
| ทองแดงกับแก้ว | 0.68 | 0.53 |
| ยางกับคอนกรีตแห้ง | 1.00 | 0.80 |
| ยางกับคอนกรีตเปียก | 0.30 | 0.25 |
| ล้อยางกับถนนแห้ง | 0.90 | 0.65 |
| ล้อยางกับถนนเปียก | 0.70 | 0.55 |

จากตารางจะพบว่า สำหรับผิวสัมผัสคู่หนึ่งสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต μ_s มากกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ μ_k เสมอ

จากการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องแรงเสียดทาน สรุปได้ว่า แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสเสียดสีกัน และมีทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสจะขึ้นอยู่กับชนิดของผิวสัมผัส การลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส ทำได้ดังนี้

1. ลดแรงในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส
2. เปลี่ยนชนิดของผิวสัมผัสที่สัมผัสกัน
3. ใส่วัตถุบางชนิดแทรกกระหว่างผิวคู่สัมผัส เช่น หยอดน้ำมันหล่อลื่น
4. ทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปการเคลื่อนที่จากการถื่นไถลบนพื้น เป็นการเคลื่อนที่แบบกลิ้ง

เกี่ยวกับการเพิ่มและลดแรงเสียดทาน มีการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหลายประการ กล่าวคือ งานบางอย่างที่ต้องการนำแรงเสียดทานมาใช้ประโยชน์ จะมีการออกแบบเพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน เช่น การออกแบบระบบห้ามล้อของยานพาหนะ การออกแบบพื้นรองเท้า เป็นต้น ส่วนงานบางอย่างที่ไม่ต้องการแรงเสียดทานมาใช้ประโยชน์ จะมีการออกแบบเพื่อลดแรงเสียดทานให้เหลือน้อยที่สุด เช่น การออกแบบส่วนต่างๆ รวมทั้งข้อต่อของเครื่องยนต์กลไกต่างๆ ที่ต้องการให้เคลื่อนที่ได้คล่องแคล่ว การออกแบบแกนหมุนของล้อหรือรอก

กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักศึกษาลองวางมือลงบนพื้นผิวที่มีลักษณะต่างๆ กัน เช่น พื้นไม้ พื้นกระเบื้อง พื้นพลาสติก ฯลฯ แล้วเคลื่อนมือไปตามพื้น แล้วให้นักศึกษาบอกความรู้สึกที่เกิดขึ้นกับฝ่ามือ ซึ่งนักศึกษาจะรู้สึกว่ามีมือเคลื่อนที่ไม่สะดวก เสมือนมีแรงคอยต้านไว้ แรงนี้เรียกว่า แรงเสียดทาน
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารับใบความรู้ที่ 3 เรื่อง แรงเสียดทาน
4. นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมทำความเข้าใจ
5. นักศึกษาร่วมกันอภิปรายสรุปความหมายของแรงเสียดทาน
6. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องแรงเสียดทานเพิ่มเติมในส่วนที่สำคัญ
7. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต และการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ ตามเนื้อหาของแผนการสอน
8. นักศึกษาร่วมกันอภิปรายสรุปความหมายของ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต และการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์
9. ครูและนักศึกษาร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ วิธีการลดแรงเสียดทาน และการนำการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
10. นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันทำโจทย์ตัวอย่างจากใบความรู้ที่ 3
11. ครูอธิบายวิธีการแก้ปัญหาจากโจทย์ตัวอย่าง โดยการซักถามนักศึกษาประกอบคำอธิบาย
12. ครูแจกใบงานที่ 3 โจทย์ปัญหาเรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 4 ข้อ
13. นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมคิดร่วมทำ
14. ครูสุ่มนักศึกษาที่เป็นตัวแทนของกลุ่มออกมาทำหน้าที่เฉลยโจทย์ปัญหาบนกระดานดำ ครูและนักศึกษาคณะอื่นๆ พิจารณาตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง

14. นักศึกษาแก้ไขข้อบกพร่องในใบงานของกลุ่ม
15. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปบทเรียน
16. นักศึกษาแต่ละกลุ่มรวบรวมใบงานส่งครูผู้สอน

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้ที่ 3
2. ใบงานที่ 3

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ ความตั้งใจ และความร่วมมือในการทำกิจกรรม
2. จากการซักถามและการตอบคำถาม
3. จากการตรวจใบงานที่ 3
4. จากการทดสอบ

กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยตั้งคำถามแล้วให้นักศึกษาร่วมกันอภิปราย ดังนี้
 - 1.1 เพราะเหตุใดเมื่อเราออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุไม่เคลื่อนที่หรือเคลื่อนที่ยาก เช่น การลากเรือไปบนพื้นทราย
 - 1.2 วัตถุที่มีมวลเท่ากัน ก้อนหนึ่งวางอยู่บนพื้นผิวเรียบอีกก้อนวางบนพื้นผิวหยาบ ก้อนใดใช้แรงในการเคลื่อนที่มากกว่ากัน เพราะเหตุใด
 - 1.3 ถ้าวัตถุมีมวลเท่ากันแต่รูปทรงต่างกันจะต้องใช้แรงในการเคลื่อนที่เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด
 - 1.4 แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุมีกี่ชนิด อะไรบ้าง
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ครูแจกใบความรู้ที่ 3 เรื่อง แรงเสียดทาน
4. นักศึกษาแต่ละคนศึกษาใบความรู้ของตัวเอง
5. ให้นักศึกษาดานครูในส่วนที่ยังไม่เข้าใจ
6. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนที่นักศึกษาไม่เข้าใจ
7. ครูให้นักศึกษาทำโจทย์ตัวอย่างจากใบความรู้
8. ให้ตัวแทนห้องออกมาเฉลยโจทย์ตัวอย่างบนกระดานดำ

9. นักศึกษาช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง
11. นักศึกษาและครูร่วมกันสรุปบทเรียน
12. ครูให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่อง แรงเสียดทาน

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้ที่ 3
2. แบบฝึกหัด

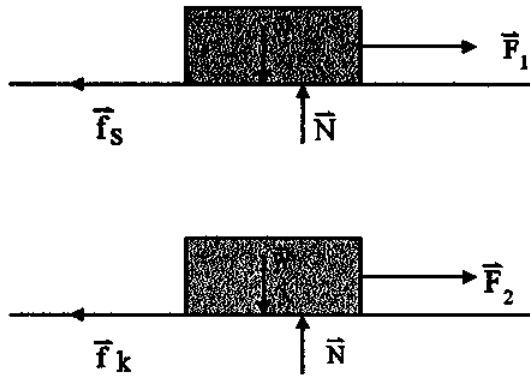
การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ ความตั้งใจ
2. จากการซักถามและการตอบคำถาม
3. จากการทำแบบฝึกหัด

ใบความรู้ที่ 3

สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

พิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุ ดังรูป เมื่อกแรงดึงวัตถุก้อนหนึ่งด้วยแรง F_1 ทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตเท่ากับ f_s และเมื่อออกแรงดึง E_2 ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว แรงเสียดทานจลน์ขณะนั้นมีขนาด f_k ขนาดน้ำหนักของวัตถุเท่ากับ W แรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉากมีขนาดเท่ากับ N



รูปที่ 26 แรงดึงวัตถุ

เมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ $f_s = -F_1$ และ $N = -W$

ดังนั้น $f_s = F_1$ และ $N = W$

จะได้ $\frac{F_1}{W} = \frac{F_s}{N}$

แต่ $\frac{F_1}{W}$ มีค่าคงตัว ดังนั้น $\frac{F_s}{N}$ ย่อมมีค่าคงตัว ค่า $\frac{F_s}{N}$ นี้เรียกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต ใช้สัญลักษณ์ μ_s เมื่อ μ เป็นค่าคงตัวของ การแปรผัน

ดังนั้น $\frac{F_s}{N} = \mu_s$

เขียนได้เป็นสมการ $f_s = \mu_s N$

โดยการพิจารณาทำนองเดียวกัน เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว จะได้

$$f_k = \mu_k N$$

μ_s เรียกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

μ_k เรียกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

โจทย์ตัวอย่าง

1. กล้องไม้มวต 320 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นลิฟท์ ถ้าออกแรงกระทำในแนวระดับ 750 นิวตัน จงหาสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างพื้นลิฟท์กับกล้อง
2. วัตถุมวล 1 กิโลกรัม วางนิ่งอยู่บนพื้นเอียงซึ่งทำมุม 30° กับแนวระดับ ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 205 เมตรต่อวินาที² จงหาแรงเสียดทาน และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

ใบงานที่ 3

โจทย์ปัญหาเรื่อง แรงเสียดทาน

ชื่อ.....

ตาม เลขที่.....

- 1
 2
 3
 4
 5

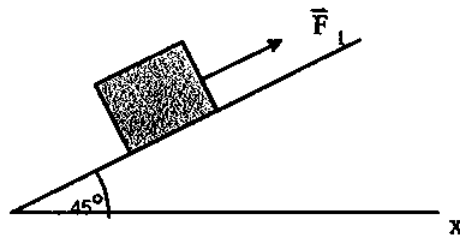
ชื่อ.....

ตาม เลขที่.....

- รหัส
 รหัส
 รหัส
 รหัส
 รหัส

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

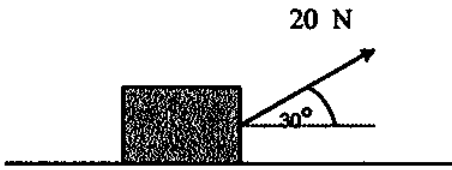
1.



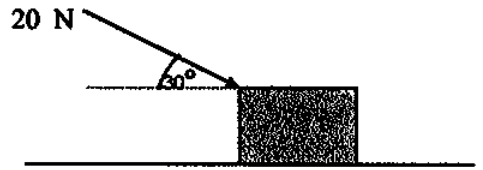
วัตถุมีน้ำหนัก 20 นิวตัน วางอยู่บนพื้นเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างวัตถุกับพื้นเท่ากับ 0.3 แรง \vec{F}_1 กระทำต่อวัตถุมีแนวแรงขนานกับพื้นเอียง ดังรูป จงหา

- ก. แรงดึง \vec{F}_1 ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นพื้นเอียงด้วยความเร็วคงตัว
 ข. แรงดึง \vec{F}_1 ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ลงพื้นเอียงด้วยความเร็วคงตัว

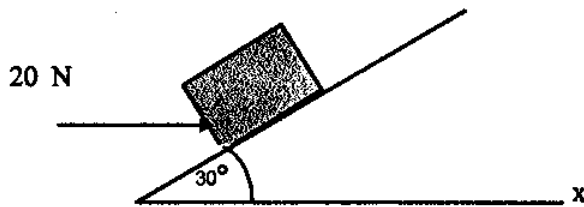
2. วัตถุมีน้ำหนัก 50 นิวตัน วางไว้บนพื้นและมีแรง 20 นิวตัน กระทำดังรูป ก ข และ ค ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว จงหาแรงกดบนพื้นในแนวตั้งฉากกับผิวและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ (μ_k) ระหว่างวัตถุกับพื้นของแต่ละรูป



ก

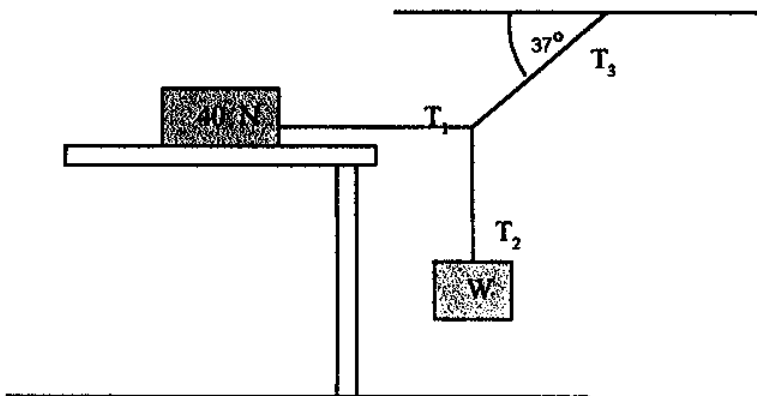


ข



ค.

3. วัตถุหนัก 40 นิวตัน และ W นิวตัน ผูกไว้ด้วยเชือกและอยู่ในสมดุล ในลักษณะดังรูป ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างผิววัตถุกับพื้นเท่ากับ 0.4 จงหา ค่า W ที่มากที่สุดที่จะทำให้วัตถุทั้งสองยังคงอยู่นิ่งเช่นเดิม



4. วัตถุหนัก 20 นิวตัน แขนงไว้ด้วยเชือกคล้องผ่านรอกที่ไม่มีมวลฝืด ปลายอีกข้างหนึ่งของเชือกผูกวัตถุหนัก 25 นิวตัน ซึ่งวางอยู่บนพื้นเอียง ดังรูป เมื่อปล่อยไว้อย่างอิสระ ปรากฏว่าวัตถุที่วางบนพื้นเอียงเคลื่อนที่ขึ้นพื้นเอียงได้พอดี จงหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างพื้นกับวัตถุ

