

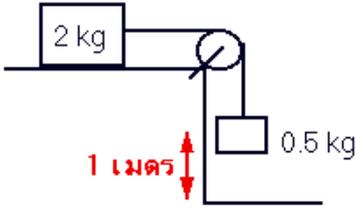
ภาคผนวก

- ก. แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวราบตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน กับ
มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง
- ข. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางการเคลื่อนที่ในแนวราบ
- ค. แบบสอบถามความพึงพอใจ
- ง. ตารางผลการวิเคราะห์
- จ. แผนการสอน
- ฉ. ภาพประกอบงานวิจัย

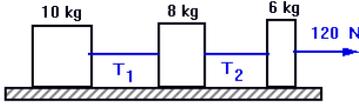
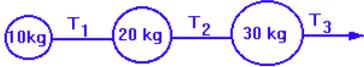
แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวราบตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน กับมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง โดยผู้เชี่ยวชาญทางฟิสิกส์

| มโนทัศน์ | แบบทดสอบ | คะแนนพิจารณา | | | ข้อเสนอแนะ |
|---|--|--------------|---|----|------------|
| | | -1 | 0 | +1 | |
| 1. มโนทัศน์เกี่ยวกับแรงที่กระทำกับวัตถุ | <p>1. เมื่อใส่มวล m ลงในชอเกี่ยวโลหะ ขณะมวล M เคลื่อนที่มีแรงลัพธ์กระทำต่อมวล M หรือไม่ อย่างไร</p> <p>ก. ไม่มีแรงลัพธ์กระทำกับวัตถุในแนวราบ</p> <p>ข. มีและเป็นแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุตามแนวราบ</p> <p>ค. มีแรงกระทำกับวัตถุแต่ไม่ใช่แรงลัพธ์</p> <p>ง. ไม่แน่ใจ</p> <p>2. แรง (F) ที่กระทำกับวัตถุมวล M ในแนวราบสัมพันธ์กับมวล m ที่ไปแขวนอย่างไร</p> <p>ก. m มากขึ้น F ลดลง</p> <p>ข. m มากขึ้น F เท่าเดิม</p> <p>ค. m มากขึ้น F มากขึ้น</p> <p>ง. ไม่สามารถเดาเหตุการณ์</p> | | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | <p>3. แรงที่กระทำกับวัตถุมวล M คือแรงอะไรและมีค่าเท่าไร</p> <p>ก. แรงโน้มถ่วง มีค่าเท่ากับ Mg</p> <p>ข. แรงโน้มถ่วง มีค่าเท่ากับ (M+m)g</p> <p>ค.แรงตึงเชือก มีค่าเท่ากับ Mg</p> <p>ง. แรงตึงเชือก มีค่าเท่ากับ mg</p> <p>4. แรง 2 แรง ขนาด 15 นิวตัน และ 20 นิวตัน จะมีแรงลัพธ์ ขนาดน้อยที่สุดกี่นิวตัน</p> <p>ก. 0 ข. 5 ค. 10 ง. 15</p> <p>5. จากข้อที่ผ่านมา แรงลัพธ์มี ขนาดมากที่สุดกี่นิวตัน</p> <p>ก. 20 ข. 25 ค. 30 ง. 35</p> | | | | |
| <p>2. มโนทัศน์เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ ระหว่างแรงลัพธ์กับ ความเร่ง</p> | <p>6.เมื่อมวลของวัตถุ M มีค่าคงที่ ให้แรงลัพธ์ ในแนวราบกระทำ ต่อวัตถุมีค่ามากขึ้นผลที่เกิดขึ้น จะเป็นอย่างไร</p> <p>ก. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว เท่าเดิม</p> <p>ข. วัตถุเคลื่อนที่ช้าลง</p> <p>ค. วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น</p> | | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | <p>ง. ไม่สามารถคาดเดาได้</p> <p>7. ถ้าวาดกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร่ง กับขนาดของแรง F จะมีลักษณะอย่างไร</p> <p>8. เมื่อเพิ่มมวล (m) ที่เกี่ยวกับตะขอทีละจำนวนเท่าตัว ได้แก่ $m, 2m, 3m$ เป็นต้น โดยระยะทางในการเคลื่อนที่เท่าเดิม เวลาที่วัตถุมวล M ใช้ในการเคลื่อนที่บนโต๊ะที่ระยะทางเท่าๆกันจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร</p> <p>ก. ลดลง เป็น $t, t/2, t/3$</p> <p>ข. ลดลง เป็น $t, t-2, t-3$</p> <p>ค. ลดลงเป็น $t, \sqrt{2}, \sqrt{3}$</p> <p>ง. ลดลงแต่ไม่เป็นไปตามความสัมพันธ์ แบบข้อ ก-ค</p> <p>9. จากรูป m_1, m_2 มวล 2 kg และ 0.5 kg อยู่บนพื้นเกลี้ยง</p>  <p>ระบบจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใด</p> | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| | <p>ก. 1 m/s^2 ข. 2 m/s^2</p> <p>ค. 3 m/s^2 ง. 4 m/s^2</p> <p>10. จากข้อ 9. เชือกจะมีแรงดึงเชือกเท่าใด</p> <p>ก. 1 N ข. 2 N</p> <p>ค. 3 N ง. 4 N</p> | | | | |
| <p>3. มโนทัศน์เกี่ยวกับมวลที่แรงลัพธ์กระทำสัมพันธ์กับแรงลัพธ์</p> | <p>11. เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำกับมวล M มีค่าคงที่ แต่เพิ่มมวล M ของวัตถุ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร</p> <p>ก. วัตถุเคลื่อนที่ได้ช้าลง</p> <p>ข. วัตถุเคลื่อนที่ได้เหมือนเดิม</p> <p>ค. วัตถุเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น</p> <p>ง. ไม่สามารถคาดเดาเหตุการณ์</p> <p>12. ถ้าวัตถุมวล M มีค่ามากขึ้น แต่มวลใน ตะขอเกี่ยวให้คงที่ วัตถุจะเคลื่อนที่อย่างไร</p> <p>ก. วัตถุเคลื่อนที่ได้ช้าลง</p> <p>ข. วัตถุเคลื่อนที่ได้เหมือนเดิม</p> <p>ค. วัตถุเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น</p> <p>ง. ไม่สามารถคาดเดาเหตุการณ์</p> <p>13. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างส่วนกลับของมวล M ($1/M$) กับ</p> | | | | |

| | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|
| | <p>ขนาดความเร่ง จะเป็นอย่างไร</p> <p>14. จากรูป มวลขนาด 10 , 8 และ 6 กิโลกรัม วางบนพื้นที่ไม่มีความเสียด ออกแรงขนาด 120 นิวตัน ลากมวลทั้ง สามไป จงหาว่าขนาดของแรงดึงในเส้น เชือก T_1 และ T_2 มีค่ากี่นิวตัน</p>  <p>ก. $T_1 = T_2 = 60$ ข. $T_1 = T_2 = 120$ ค. $T_1 = 50 , T_2 = 90$ ง. $T_1 = 90 , T_2 = 50$</p> <p>15. มวล 3 ชั้ น วางอยู่บนพื้นที่ไม่มีความเสียดทาน และถูกดึงด้วยแรง $T_3 = 30 \text{ N}$ อยากทราบว่า T_2 / T_1 มีค่า</p>  <p>ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4</p> | | | | |
|--|---|--|--|--|--|

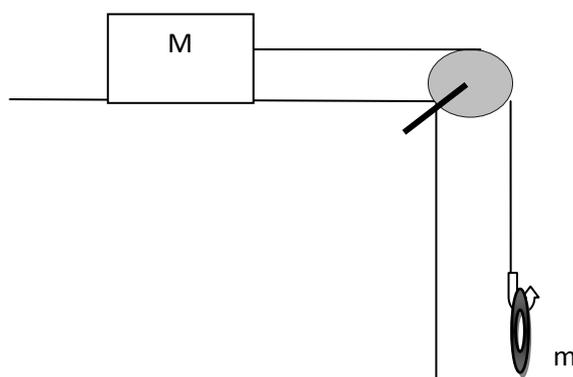
ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....

แบบทดสอบการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวราบ

คำชี้แจง ให้นักศึกษาพิจารณารูปแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุมวล M ที่เคลื่อนที่บนโต๊ะราบที่ไม่มีแรงเสียดทาน ผูกเชือกคล้องผ่านรอกเกลี้ยง และมีตะขอกีวสำหรับเกี่ยวโลหะมวล m



รูปแสดงการทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวราบ

แบบทดสอบตอบข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ

1. เมื่อใส่มวล m ลงในขอกีวโลหะ ขณะมวล M เคลื่อนที่ มีแรงลัพธ์กระทำต่อมวล M หรือไม่อย่างไร

- ก. ไม่มีแรงลัพธ์กระทำกับวัตถุในแนวราบ
- ข. มีและเป็นแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุตามแนวราบ
- ค. มีแรงกระทำกับวัตถุแต่ไม่ใช่แรงลัพธ์
- ง. ไม่แน่ใจ

2. แรง (F) ที่กระทำกับวัตถุมวล M ในแนวราบสัมพันธ์กับมวล m ที่ไปแขวนอย่างไร

- ก. m มากขึ้น F ลดลง
- ข. m มากขึ้น F เท่าเดิม

ภาคผนวก ข

ค. m มากขึ้น F มากขึ้น

ง. ไม่สามารถเดาเหตุการณ์

3. แรงที่กระทำกับวัตถุมวล M คือแรงอะไรและมีค่าเท่าไร

ก. แรงโน้มถ่วง มีค่าเท่ากับ Mg

ข. แรงโน้มถ่วง มีค่าเท่ากับ $(M+m)g$

ค. แรงตึงเชือก มีค่าเท่ากับ Mg

ง. แรงตึงเชือก มีค่าเท่ากับ mg

4. แรง 2 แรง ขนาด 15 นิวตัน และ 20 นิวตัน จะมีแรงลัพธ์ขนาดน้อยที่สุดกี่นิวตัน

ก. 0

ข. 5

ค. 10

ง. 15

5. จากข้อที่ผ่านมา แรงลัพธ์มีขนาดมากที่สุดกี่นิวตัน

ก. 20

ข. 25

ค. 30

ง. 35

6. เมื่อมวลของวัตถุ M มีค่าคงที่ ให้แรงลัพธ์ ในแนวราบกระทำต่อวัตถุมีค่ามากขึ้นผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

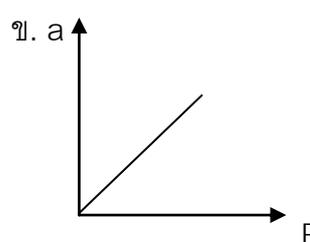
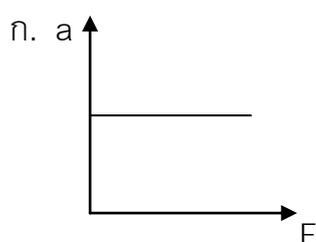
ก. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าเดิม

ข. เคลื่อนที่ช้าลง

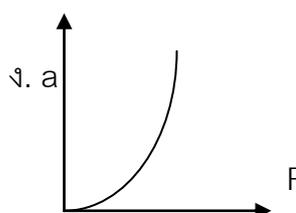
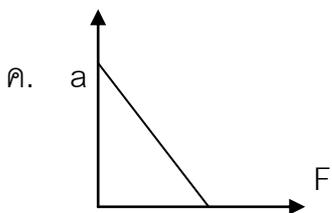
ค. เคลื่อนที่เร็วขึ้น

ง. ไม่สามารถคาดเดาได้

7. ถ้าวาดกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร่ง กับขนาดของแรง F ที่ดึงวัตถุมวล M จะมีลักษณะอย่างไร



ภาคผนวก ข



8. เมื่อเพิ่มมวล (m) ที่เกี่ยวกับตะขงที่ละจำนวนเท่าตัว ได้แก่ m , $2m$ $3m$ เป็นต้น เวลาที่วัตถุ มวล M ใช้ในการเคลื่อนที่บนโต๊ะที่ระยะทางเท่าๆกันจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

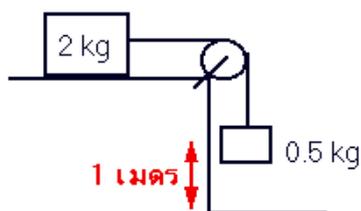
ก. ลดลง เป็น t , $t/2$, $t/3$

ข. ลดลง เป็น t , $t-2$, $t-3$

ค. ลดลงเป็น t , $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$

ง. ลดลงแต่ไม่เป็นไปตามความสัมพันธ์ แบบข้อ ก-ค

9. จากรูป m_1 , m_2 มวล 2 kg และ 0.5 kg อยู่บนพื้นเกลี้ยง ระบบจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใด



ก. 1 m/s^2

ข. 2 m/s^2

ค. 3 m/s^2

ง. 4 m/s^2

10. จากข้อ 9. เชือกจะมีแรงดึงเชือกเท่าใด

ก. 1 N

ข. 2 N

ค. 3 N

ง. 4 N

11. เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำกับมวล M มีค่าคงที่ แต่เพิ่มมวล M ของวัตถุ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร

ก. วัตถุเคลื่อนที่ได้ช้าลง

ข. วัตถุเคลื่อนที่ได้เหมือนเดิม

ค. วัตถุเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น

ง. ไม่สามารถคาดเดาเหตุการณ์

12. ถ้าวัตถุมวล M มีค่ามากขึ้น แต่มวลใน ตะขงเกี่ยวให้คงที่ วัตถุจะเคลื่อนที่อย่างไร

ภาคผนวก ข

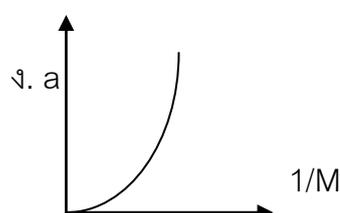
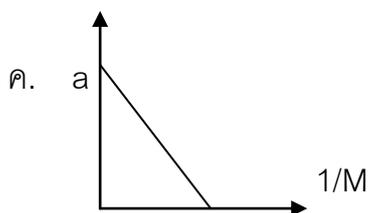
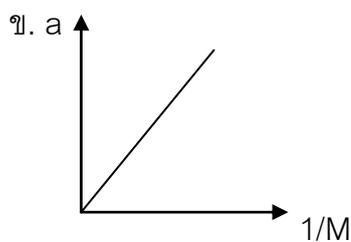
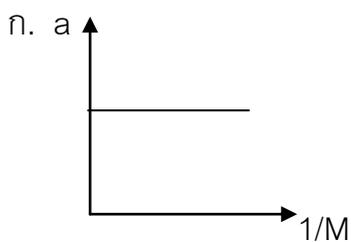
ก. วัตถุเคลื่อนที่ได้ช้าลง

ข. วัตถุเคลื่อนที่ได้เหมือนเดิม

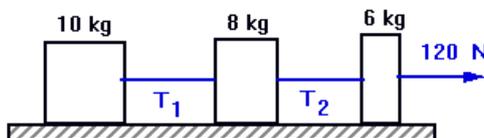
ค. วัตถุเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น

ง. ไม่สามารถคาดเดาเหตุการณ์

13. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างส่วนกลับของมวล M ($1/M$) กับขนาดความเร่ง จะเป็นอย่างไร



14. จากรูป มวลขนาด 10 , 8 และ 6 กิโลกรัม วางบนพื้นที่ไม่มีความเสียด ออกแรงขนาด 120 นิวตัน ลากมวลทั้ง สามไป จงหาว่าขนาดของแรงดึงในเส้น เชือก T_1 และ T_2 มีค่ากี่นิวตัน



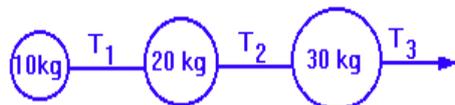
ก. $T_1 = T_2 = 60$

ข. $T_1 = T_2 = 120$

ค. $T_1 = 50 , T_2 = 90$

ง. $T_1 = 90 , T_2 = 50$

15. มวล 3 ชิ้น วางอยู่บนพื้นที่ไม่มีความเสียด ทาน และถูกดึงด้วยแรง $T_3 = 30$ N อยาก ทราบ ว่า T_2 / T_1 มีค่า



ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

ภาคผนวก ข

แบบสรุปรายงานความก้าวหน้า
สัญญาเลขที่030...../ ...2556.....

1. รายละเอียดเกี่ยวกับแผนงานวิจัย/ โครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย:อิทธิพลของสื่อการสอนแบบ Cyber Lab ที่มีผลต่อมโนทัศน์ที่เปลี่ยนไปของการเรียนรู้จากการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทางฟิสิกส์: กรณีศึกษาสำหรับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน คณะ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย: ผศ. ดร. อมรา อิทธิพงษ์

คณะ/ หน่วยงานที่สังกัด: ...วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....

กลุ่ม/ ประเภทงานวิจัย:การวิจัยเชิงทดลอง

วันที่ลงนามในสัญญา (เดือน/ ปี)18 ตุลาคม 2556..... ถึง (เดือน/ ปี)

2. รายละเอียดเกี่ยวกับผลงาน/ ความก้าวหน้าของการวิจัย

2.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพทางการศึกษาของ Cyber lab ที่ใช้โปรแกรมภาพเคลื่อนไหว (simulation programme)
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของมโนทัศน์ที่เปลี่ยนไปของนักศึกษาระหว่างการเรียนปฏิบัติการฟิสิกส์จากการเรียนจากเครื่องมือจริงกับการเรียนจาก Cyber lab
3. ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้ Cyber Lab ที่มีผลต่อการเรียนรู้ ในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์

2.2 ตารางเปรียบเทียบการดำเนินงานตามแผนงานวิจัยที่ได้เสนอไว้ตลอดโครงการวิจัย กับสภาพการดำเนินการจริง โดยระบุขั้นตอนหรือกิจกรรมตามลำดับ พร้อมทั้งแนบหลักฐานการดำเนินงาน

| *กิจกรรม/ ขั้นตอน การดำเนินงานตามแผน | กิจกรรม/ ขั้นตอน การดำเนินงานที่ได้ปฏิบัติจริง | สภาพการดำเนินงาน | | | **หลักฐานประกอบ การดำเนินงาน (ระบุ) |
|--|---|------------------------|----------------------|------------------------|--|
| | | ดำเนินการ เสร็จแล้ว | ระหว่าง ดำเนินการ | ยังไม่ได้ ดำเนินการ | |
| ศึกษาสภาพและปัญหา | ศึกษา/ค้นคว้า | / | | | ไฟล์แนบ1 (บทที่ 1, บทที่ 2) |
| ได้โปรแกรมภาพเคลื่อนไหว เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวราบ | ศึกษา/ค้นคว้า | / | | | โปรแกรมการทดลอง |
| สร้างแบบทดสอบมโนทัศน์ ทางฟิสิกส์ | ศึกษา/ค้นคว้า | / | | | ไฟล์แนบ 3 (แบบทดสอบวิจัย) |
| สร้างworksheet การทดลอง | ศึกษา/ค้นคว้า | / | | | ไฟล์แนบ 4 (แผนการสอน) |
| วิเคราะห์หาค่า IOC | ศึกษา/ค้นคว้า | | / | | ไฟล์แนบ 5 |

| | | | | | |
|---------------------------|------------------------|---|--|--|----------------------------|
| | ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน | | | | (IOC) |
| สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ | ศึกษา/ค้นคว้า | / | | | ไฟล์แนบ 6 (ความพึงพอใจ) |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

* หมายถึง งานที่จะดำเนินการในช่วงเวลาดังกล่าว ตามที่ระบุไว้ในแผน

** ให้แนบหลักฐานการดำเนินงานดังที่ระบุ

2.3 ระบุรายละเอียดที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ (ถ้ามี)

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

2.4 งานตามแผนงานวิจัย/ โครงการวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

1. ทดลองและบันทึกข้อมูล
2. วิเคราะห์ข้อมูล
3. ทำรายงานฉบับสมบูรณ์

2.5 คำชี้แจงเกี่ยวกับปัญหา/ อุปสรรค และวิธีการแก้ไข (ถ้ามี)

.....การทดลองต้องล่าช้ากว่าที่กำหนดในแผนเนื่องจาก มี การเปลี่ยนแปลงเวลาเปิดเทอมจากเดิมเดือนมิถุนายน เป็น สิงหาคม 2556

(ลงชื่อ)

(ผศ.ดร. อมรา อธิพิงษ์)

หัวหน้าโครงการวิจัย

วันที่ ...29..... เดือนมีนาคม..... พ.ศ. .2556.

ผลการประเมินรายงานความก้าวหน้าของแผนงานวิจัย / โครงการวิจัย

สรุปความเห็นของการประเมิน

- สมควรอนุมัติให้เบิกจ่ายงบประมาณงวดที่ 2 ได้
- ยังไม่อนุมัติให้เบิกจ่ายงบประมาณงวดที่ 2 (ระบุเหตุผล)
-
-
-
-
-
-
-

(ลงชื่อ)

(.....)

ผู้ประเมิน

วันที่ เดือน พ.ศ.

(ลงชื่อ)

(.....)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

วันที่ เดือน พ.ศ.

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้
โปรแกรมการทดลองเรื่อง “การเคลื่อนที่ในแนวราบตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน”

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้สำหรับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้โปรแกรมเป็นผู้ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อโปรแกรมหลังจากที่ท่านทดลองใช้งานแล้ว โปรดทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมที่สุด

เพศ ชาย หญิง

อายุ ปี

| เรื่องที่ประเมิน | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|------------------|-----|---------|------|------------|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 1.ด้านรูปแบบโปรแกรม | | | | | |
| ความเหมาะสมของตัวอักษร | | | | | |
| (1) ขนาดของตัวอักษร | | | | | |
| (2) รูปแบบของตัวอักษร | | | | | |
| (3) สีของตัวอักษร | | | | | |
| (4) ความสามารถในการอ่าน | | | | | |
| (5) ตัวสะกด | | | | | |
| (6) การสร้างจุดเด่นให้กับข้อความ | | | | | |
| ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว | | | | | |
| (1) เทคนิคการทำ Animation | | | | | |
| (2) รูปแบบการนำเสนอ | | | | | |
| (3) ความน่าสนใจของภาพเคลื่อนไหว | | | | | |
| (4) ความเหมาะสมและความสอดคล้องของภาพที่มีต่อเนื้อหา | | | | | |

| เรื่องที่ประเมิน | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|------------------|-----|---------|------|------------|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 2. ด้านรูปแบบการใช้งาน | | | | | |
| (1) ความเร็วในการทำงานของโปรแกรม | | | | | |
| (2) ความสะดวกในการใช้คำสั่งต่าง ๆ ในส่วนของผู้ใช้ | | | | | |
| (3) ความง่ายต่อการรับรู้ | | | | | |
| (4) โปรแกรมมีความสมบูรณ์และต่อเนื่อง | | | | | |
| (5) สามารถนำความรู้ที่ได้จากโปรแกรมไปใช้งาน ได้จริง | | | | | |
| 3. ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ | | | | | |
| (1) ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับโปรแกรม | | | | | |
| (2) การควบคุมโปรแกรมทำให้ง่ายและสะดวก | | | | | |
| (3) การเชื่อมโยงแต่ละเมนู | | | | | |
| (4) การให้ผลย้อนกลับ | | | | | |

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการสอน Physics Cyber Lab

เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวราบ
ตาม กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

แผนการสอน Physics Cyber Lab

เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวราบ
ตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์
พื้นฐาน เวลา 3 ชั่วโมง

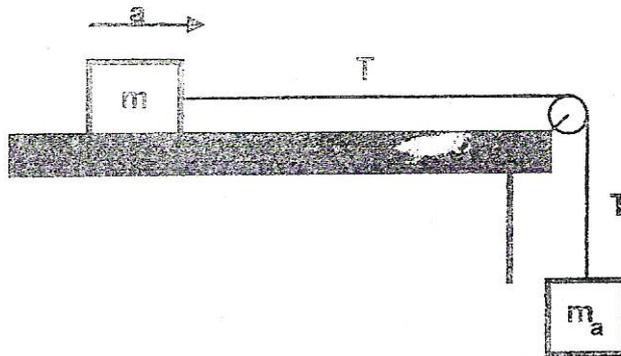
สาระสำคัญ

ทฤษฎี

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันที่กล่าวว่า แรงลัพธ์ F ที่กระทำกับวัตถุมวล m ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง a สามารถเขียนความสัมพันธ์กับสมการได้ดังนี้

$$F = ma$$

ถ้าพิจารณาตามรูปที่ 1



รูปที่ 1

ถ้าคิดว่าเส้นเชือกและรอกมีมวลน้อย แรงที่เชือกกระทำกับมวล m จะเท่ากับแรงที่เชือกกระทำกับมวล m_a ซึ่งเราเรียกแรงที่เชือกกระทำนี้ว่า แรงดึงเชือก T ถ้าความเสียดทานระหว่างมวล m กับพื้นผิวมีค่าน้อยแล้วแรงลัพธ์ที่กระทำกับมวล m คือ $T = ma$ สำหรับมวล m_a (คือน้ำหนักถ่วงสถิตยและขอแขวน) ซึ่งเคลื่อนที่ลงข้างล่างด้วยความเร่ง g เมื่อใช้กฎข้อที่สองของนิวตันแล้วจะได้แรงลัพธ์ ที่กระทำกับมวล m_a คือ

$$m_a g = [m + m_a] a$$

จากสมการที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะได้

$$a = \left[\frac{m}{m + m_a} \right] g$$

m คือมวลของรถทดลอง รวมกับแผ่นฟิกเกตเพนซ์

m_a คือมวลของขอแขวนและน้ำหนักสลิตเวท

a คือ ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวราบที่ต้องการหา

g คือ แรงโน้มถ่วงของโลก มีค่าประมาณ 9.81

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อศึกษากฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อที่ 2
2. เพื่อศึกษาการหาค่า g

สื่อการเรียนการสอน

1. สื่อ ซีดีรอม Physics Cyber Lab เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวราบ
2. คอมพิวเตอร์
3. ใบบันทึกผลการทดลอง

ใบบันทึกผลการทดลอง

เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวราบตามกฎข้อ 2 ของนิวตัน

หัวข้อที่ศึกษา

การเคลื่อนที่ของวัตถุตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

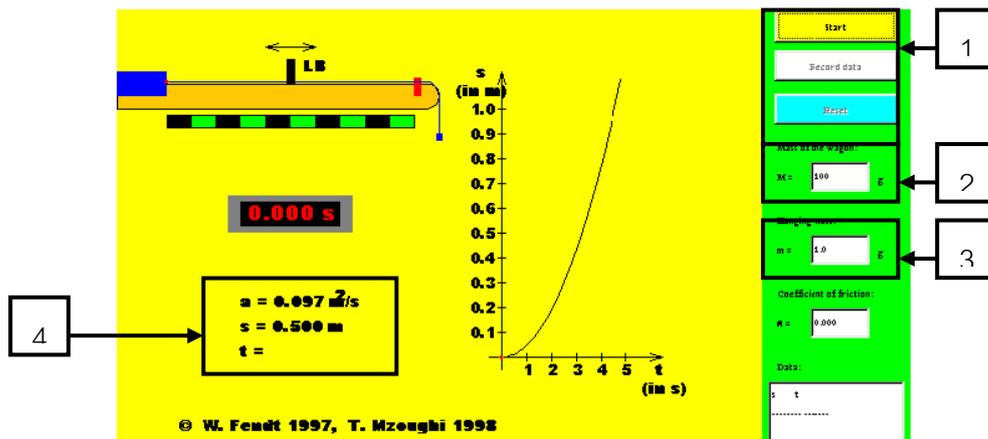
จุดประสงค์ เพื่อศึกษากฎการเคลื่อนที่ของวัตถุข้อที่ 2 ของนิวตัน

การทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง

จุดประสงค์ย่อย เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่มากกระทำต่อวัตถุกับความเร่งของวัตถุที่เป็นผลมาจากแรงนั้นเมื่อมวลของวัตถุที่พิจารณามีค่าคงตัว

ศึกษาวิธีการใช้งานของโปรแกรม Newton's Second Law Experiment

ศึกษาโปรแกรม Newton's Second Law Experiment จากเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมจะแสดงดังรูป



- กลุ่ม 1 ปุ่มเริ่ม (Start) ให้โปรแกรมทำงาน
 ปุ่มบันทึกข้อมูล (Record data)
 ปุ่มตั้งค่าใหม่ (Reset)
- กลุ่ม 2 M ... mass of the car (มวลของรถทดลอง)
- กลุ่ม 3 m ... hanging mass (มวลที่แขวน)
- กลุ่ม 4 ส่วนแสดงผลการทดลองที่บอกค่า
 ความเร่ง (a ... acceleration)
 ระยะทาง (s ... distance) และ
 เวลา (t ... time) ที่วัตถุมวล M เคลื่อนที่ได้จากโปรแกรม

ตอนที่ 1

วิธีทำ กิจกรรมการทดลอง

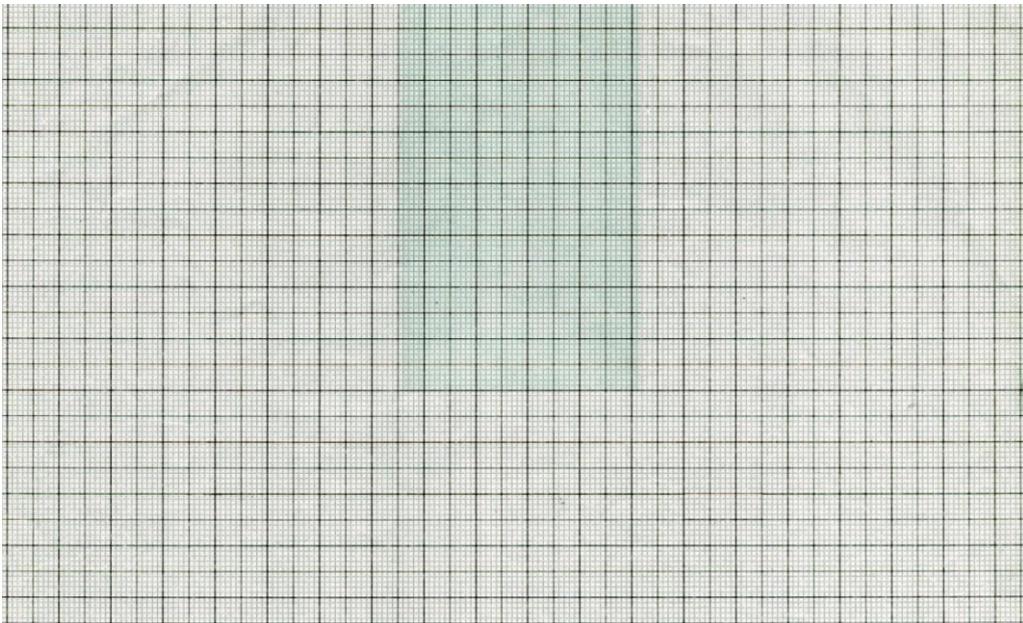
1. จากโปรแกรม Newton's Second Law Experiment จากเครื่องคอมพิวเตอร์
2. ดูค่าที่ $M = 100 \text{ g}$ และ $m = 10 \text{ g}$ แล้วให้กดปุ่ม Start ให้โปรแกรมดำเนินการจนจบ ให้อ่านค่า ความเร่ง(a) ระยะทาง (s) และ เวลา (t) บันทึกค่าที่ได้ลงในตาราง
3. กดปุ่ม Reset (เพื่อทำการตั้งค่าใหม่) แล้วให้ เปลี่ยนค่า ใน m ให้เป็น 20 g และคงค่า $M = 100 \text{ g}$ ไว้ แล้วกดปุ่ม Start ให้โปรแกรมดำเนินการจนจบ จากนั้นอ่านค่า ความเร่ง(a) ระยะทาง (s) และเวลา (t) บันทึกค่าที่ได้ลงในตาราง
4. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่เปลี่ยนค่า m ให้เป็น 30, 40, 50 และ 60 g ตามลำดับ บันทึกผล
5. วิเคราะห์หาค่าความเร่ง แล้วเขียนกราฟระหว่าง แรงที่ดึงมวล M (F)กับ ขนาดความเร่ง (a) ของมวล M โดยให้ F เป็นแกนนอนและความเร่ง (a) เป็นแกนตั้ง

บันทึกข้อมูลตาราง

| มวล (m) g | แรงที่กระทำกับ มวล M ($F = mg$) N | ระยะทาง (s) m | เวลา (t) s | ความเร่ง (a) m/s^2 |
|-----------|---|---------------|------------|-----------------------------|
| 10 | | 0.5 | | |
| 20 | | 0.5 | | |
| 30 | | 0.5 | | |
| 40 | | 0.5 | | |
| 50 | | 0.5 | | |
| 60 | | 0.5 | | |

* จากโปรแกรม ให้ค่า g ... gravitational acceleration (ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างมวล m กับโลก) = 9.81 m/s^2

กราฟแรงที่ดึงมวล M (F) กับ ขนาดความเร่ง (a) ของมวล M โดยให้ F เป็นแกนนอนและ ความเร่ง (a) เป็นแกนตั้ง



ตอนที่ 2

การทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับความเร่ง

จุดประสงค์ย่อย เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลของวัตถุ (M) กับความเร่ง (a) ของวัตถุที่เป็นผลมาจากแรงนั้นเมื่อแรงที่กระทำวัตถุที่พิจารณามีค่าคงตัว

วิธีทำ กิจกรรมการทดลอง

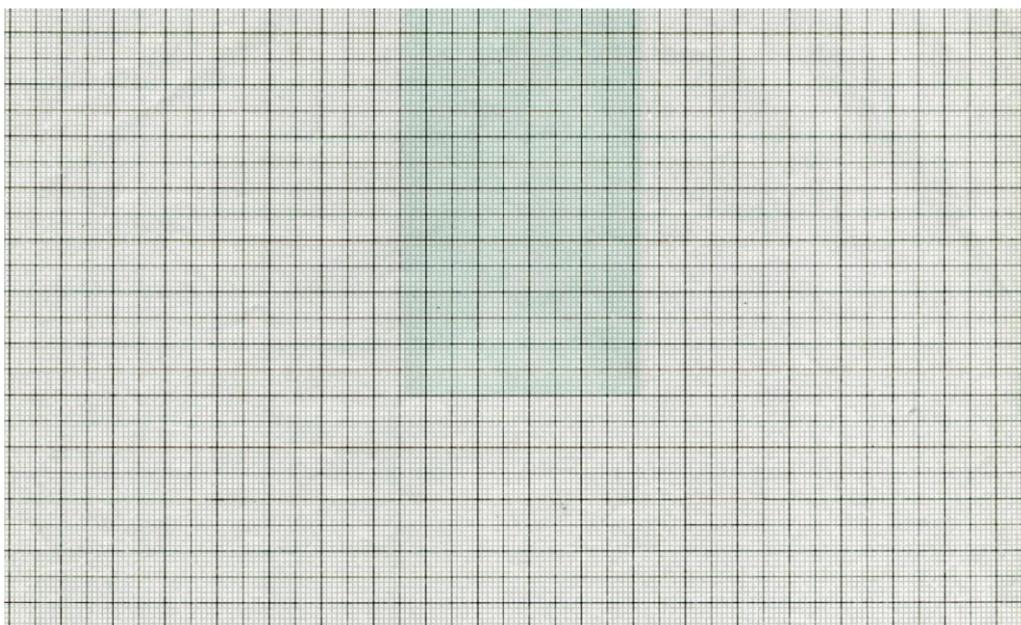
1. จากโปรแกรม Newton's Second Law Experiment จากเครื่องคอมพิวเตอร์ (เช่นเดียวกับกิจกรรมการทดลองตอนที่ 1)
2. ให้ดูค่าที่ $M = 10$ g และ $m = 1$ g แล้วกดปุ่ม Start ให้โปรแกรมดำเนินการจนจบ อ่านค่า ความเร่ง(a) ระยะทาง (s) และเวลา (t) บันทึกค่าที่ได้ลงในตาราง
3. กดปุ่ม Reset (เพื่อทำการตั้งค่าใหม่) แล้วเปลี่ยนค่า ใน M ให้เป็น 20 g และคงค่า $m = 1$ g ไว้ แล้วกดปุ่ม Start ให้โปรแกรมดำเนินการจนจบ จากนั้นอ่านค่า ความเร่ง(a) ระยะทาง (s) และเวลา (t) บันทึกค่าที่ได้ลงในตาราง
4. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่เปลี่ยนค่า M ให้เป็น 30, 40, 50 และ 60 g ตามลำดับ บันทึกผล

5. วิเคราะห์ค่าความเร่ง แล้วเขียนกราฟระหว่าง ส่วนกลับของมวลทดลอง M ($1/M$) กับ ขนาดความเร่ง a ของมวลทดลองที่เคลื่อนที่โดยให้ $1/M$ อยู่บนแกนนอน และ a อยู่บนแกนยืน

บันทึกข้อมูลตาราง

| มวล $M(M)$ g | ค่า $1/M$ | แรงที่กระทำกับ มวล M ($F = mg$) N | ระยะทาง (s) m | เวลา (t) s | ความเร่ง (a) m/s^2 |
|-----------------|--------------|---|------------------|---------------|-------------------------|
| 10 | | | 0.5 | | |
| 20 | | | 0.5 | | |
| 30 | | | 0.5 | | |
| 40 | | | 0.5 | | |
| 50 | | | 0.5 | | |
| 60 | | | 0.5 | | |

กราฟ ส่วนกลับของมวล M ($1/M$) กับ ขนาดความเร่ง (a) ของมวล M โดยให้ ค่า $1/M$ เป็นแกนนอนและ ขนาดของความเร่ง (a) เป็นแกนตั้ง



ตอนที่ 3

จุดประสงค์ย่อย เพื่อศึกษาการหาค่า g

วิธีทำ กิจกรรมการทดลอง

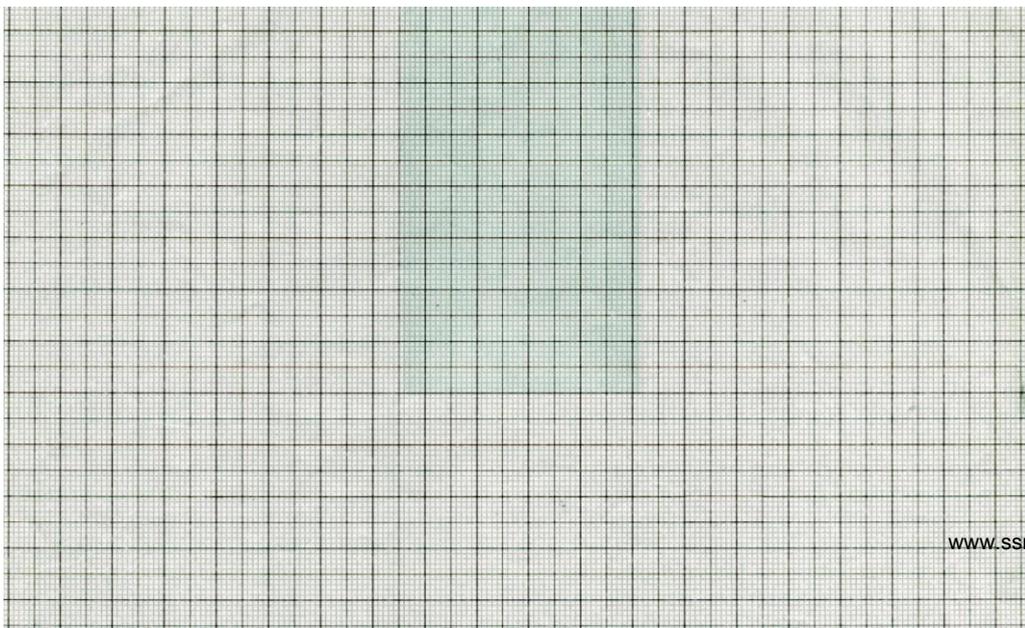
ให้ปรับแต่งตำแหน่งการวัด โดยใช้วัดเปลี่ยนตำแหน่งหัววัดแสง LB (Light Barrier) ซึ่งหัววัดนี้มีความถูกต้องแม่นยำ 5 มิลลิเมตร เมื่อการเคลื่อนที่สิ้นสุดลงจะปรากฏเวลาของการเคลื่อนที่ ซึ่งหน้าต่างแสดงนาฬิกามีความละเอียดของการวัด 1 มิลลิวินาที ให้กดปุ่มบันทึกข้อมูล ครั้งแรก หน้าต่างทางด้านล่างจะปรากฏค่า s กับ t ต่อไปให้เปลี่ยนค่า LB และบันทึกค่าถัดไป

ตารางบันทึกข้อมูล

กำหนดให้ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน = 0 มวล $M = 100$ กรัม มวล $m = 5$ กรัม

| S(m) | t(s) | อัตราเร็วในช่วงเวลานั้น (เมตร/วินาที) $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ |
|------|---------|---|
| 0.2 | $t_1 =$ | $v_2 = 0.2 / (t_2 - t_1) =$ |
| 0.4 | $t_2 =$ | $v_3 = 0.2 / (t_3 - t_2) =$ |
| 0.6 | $t_3 =$ | $v_4 = 0.2 / (t_4 - t_3) =$ |
| 0.8 | $t_4 =$ | $v_5 = 0.2 / (t_5 - t_4) =$ |
| 1.0 | $t_5 =$ | $v_6 = 0.2 / (t_6 - t_5) =$ |

นำค่า v และ t ทั้ง 5 ชุด มาพล็อตกราฟ



จากกราฟจะได้ $x_1 = \dots\dots\dots$ $y_1 = \dots\dots\dots$

$x_2 = \dots\dots\dots$ $y_2 = \dots\dots\dots$

ความชัน = $\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \dots\dots\dots$

จากสมการ $\Delta v = a\Delta t$ ซึ่งจะได้ความชันของกราฟ $t - v$ ออกมาเป็นค่า a นั่นเอง
ดังนั้น

ความเร่งของการเคลื่อนที่ $a = \dots\dots\dots$ เมตร / วินาที²

มวลของรถทดลอง $m = \dots\dots\dots$ กิโลกรัม

มวลของน้ำหนักถ่วงและขอแขวน $m_a = \dots\dots\dots$ กิโลกรัม

จาก
$$g = \left(\frac{m + m_a}{m_a} \right) a$$

แทนค่า...

ค่า g ที่หาได้จากการทดลองจะเท่ากับ.....
เมตร / วินาที²

แต่ค่า g จากทฤษฎีมีค่าเท่ากับ 9.81 เมตร / วินาที² ดังนั้นความคลาดเคลื่อนของการหาค่า g นี้เท่ากับ

ความคลาดเคลื่อน = $\frac{|g - 9.81|}{9.81} \times 100 = \dots\dots\dots$ %

สรุปผลการทดลอง

สรุปได้ว่าค่า g ที่หาได้จากการทดลองมีเท่าใด และมีความคลาดเคลื่อนจากทฤษฎีกี่เปอร์เซ็นต์

แบบฝึกหัดท้ายการทดลอง

ข้อ 1- 5 จงขีดเส้นใต้คำตอบที่ถูกต้องที่สุด 6 – 10 เติมคำ

1. เมื่อใส่มวล m ลงในขอเกี่ยวโลหะ ขณะมวล M เคลื่อนที่ มีแรงลัพธ์กระทำต่อมวล M ทดลองหรือไม่ (มี / ไม่มี)

2. กราฟระหว่างขนาดความเร่ง a กับขนาดของแรง F มีลักษณะอย่างไร

(เส้นตรงโดย a แปรผันตาม F / เส้นตรงโดย a แปรผกผันกับ F)

3. เมื่อมวลของวัตถุ (M) มีค่าคงตัว ให้แรงลัพธ์ (F) กระทำต่อวัตถุเพิ่มขึ้นมีค่าเปลี่ยนแปลงผลที่เกิดขึ้น คือ a เปลี่ยนแปลงอย่างไร

(เท่าเดิม / ลดลง / เพิ่มขึ้น)

4. เมื่อแรงลัพธ์ (F) มีค่าคงตัว เมื่อเปลี่ยนมวล (M) ของวัตถุเพิ่มขึ้น ผลที่เกิดขึ้น คือ a เปลี่ยนแปลงอย่างไร

(เท่าเดิม / ลดลง / เพิ่มขึ้น)

5. จากกราฟการทดลอง แรงที่ดึงมวล M (F) กับ ขนาดความเร่ง (a) ของมวล M มีหน่วยความชันกราฟคืออะไร

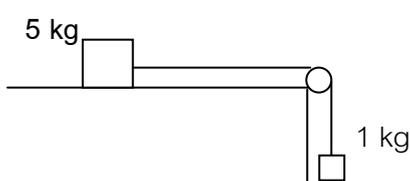
($kg, m/s, m/s^2$)

7. วัตถุมวล 10 kg ถูกแรง 100 N กระทำจะมีความเร่งเท่าไร (_____)

8. ถ้าจะให้มวล 10 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 2 m/s^2 จะต้องใช้แรงเท่าใดมากที่สุด (_____)

9. วัตถุหนึ่ง เมื่อถูกแรงผลัก 100 N จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 2 m/s^2 จงหาขนาดของมวลนั้น (_____)

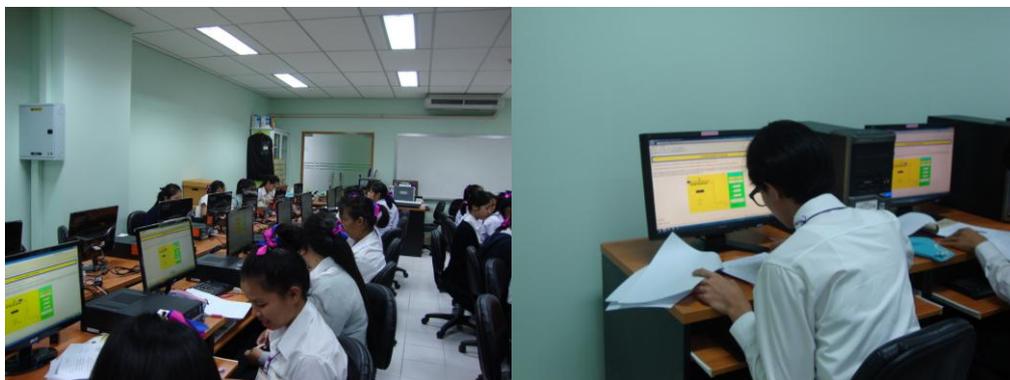
10.



จากรูป เมื่อปล่อยให้เคลื่อนที่ มวล 5 kg จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าไร (_____)



นักศึกษาทำแบบทดสอบมโนทัศน์ก่อนการเรียน



นักศึกษาปฏิบัติการทดลองจาก Cyber Lab



นักศึกษาทำแบบทดสอบมโนทัศน์หลังการเรียน