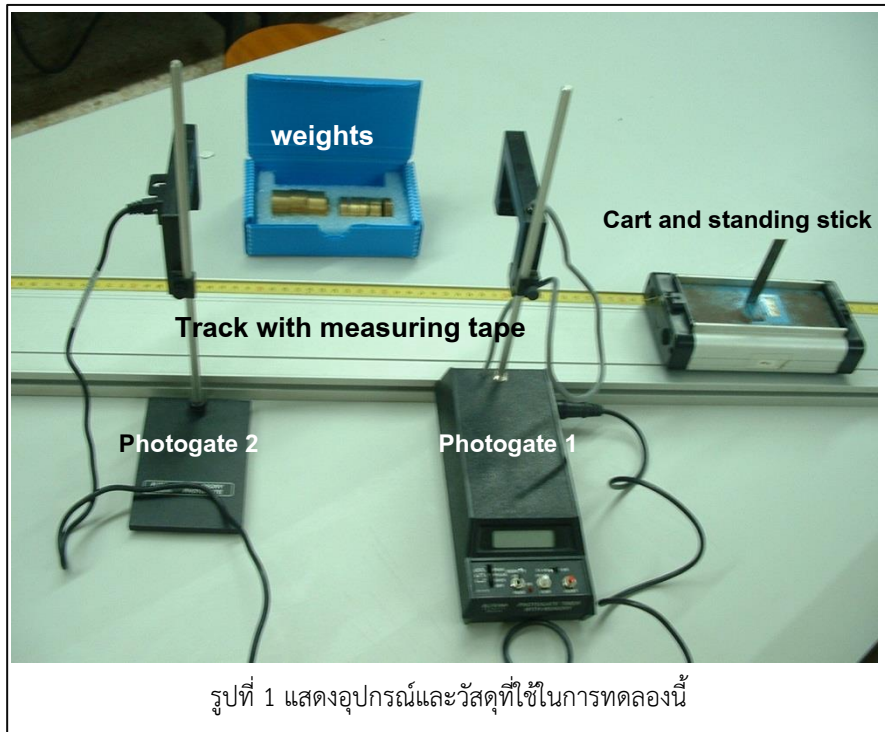


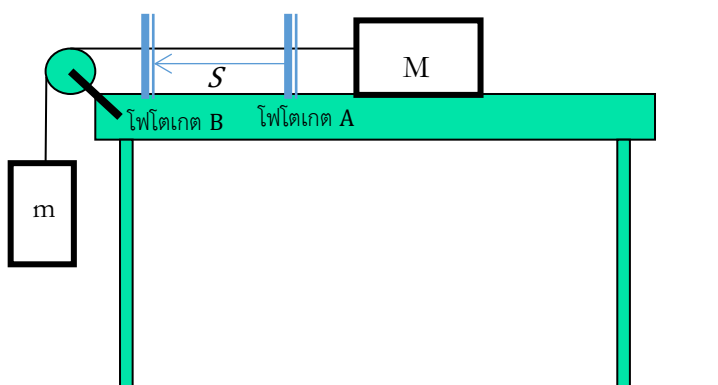
ปฏิบัติการประจำห้อง F10302 : การเคลื่อนที่เชิงเส้นด้วยความเร่งคงตัว

การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาค่าอัตราเร่งของรถที่ถูกดึงด้วยมวลถ่วงค่าหนึ่ง รูปที่ 1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง นี้ รูปที่ 2 แสดงแผนภาพการจัดอุปกรณ์ในการทดลอง



เมื่อนักศึกษาเรียนปฏิบัติการนี้เสร็จแล้วนักศึกษาควรที่จะทำสิ่งต่อไปนี้ได้ (วัตถุประสงค์ย่อยของการทดลอง)

1. ทำนายค่าของความเร่งรถที่ถูกดึงด้วยมวลถ่วง m ในสถานการณ์ดังแสดงในรูปที่ 2 ได้
2. ใช้ Photogates ในการวัดค่าช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ของรถได้
3. บันทึกค่าระยะความยาวกับช่วงเวลาพร้อมหน่วยและค่าความคลาดเคลื่อนจากการวัดได้ถูกต้องตามแบบมาตรฐาน
4. บันทึกค่าช่วงเวลาเฉลี่ยพร้อมหน่วยและค่าความคลาดเคลื่อนที่เหมาะสมได้ถูกต้องตามแบบมาตรฐาน
5. คำนวณหาความเร็วเฉลี่ยพร้อมค่าความคลาดเคลื่อนได้
6. ใช้การพล็อตกราฟเส้นตรง วิเคราะห์หาค่าความเร็วต้นและความเร่งของรถพร้อมค่าความคลาดเคลื่อนได้
7. เปรียบเทียบค่าความเร่งทำนาย กับค่าที่ได้จากกราฟได้ ด้วยการใช้ t -score



รูปที่ 2 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ในการทดลองนี้

ความรู้ที่นักศึกษาควรทราบ

เมื่อพิจารณาแผนภาพในรูปที่ 2 มวลถ่วง m ดึงมวล M ถ้าเราคิดว่าแรงเสียดทานกับแรงต้านอากาศมีค่าน้อยมากเราจะทำนายค่าความเร่งของรถได้จากสมการ

$$a = \frac{mg}{m + M}$$

โดย $g = 9.78 \pm 0.01 \text{ m/s}^2$ อัตราเร่งโน้มถ่วงของโลกที่ มทส.

ถาม 1 นักศึกษาอธิบายที่มาของสมการด้านบนนี้ได้ไหมคะ

ถ้ากำหนดให้ δM , δm กับ δg คือ ความคลาดเคลื่อนของ M , m กับ g ตามลำดับ ดังนั้นเราสามารถหาความคลาดเคลื่อนของความเร่ง δa ได้จาก

$$\frac{\delta a}{a} = \sqrt{\left(\frac{\delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\delta g}{g}\right)^2 + \left(\frac{\delta(m + M)}{m + M}\right)^2}$$

โดย $\delta(m + M) = \sqrt{(\delta m)^2 + (\delta M)^2}$

วัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงตัว a ถ้าที่เวลาเริ่มต้น $t = 0$ วัตถุมีความเร็วต้น u เมื่อเวลาผ่านไป $t = t_{AB}$ วัตถุจะเคลื่อนที่ได้การกระจัด S เท่ากับ

$$S = ut_{AB} + \frac{1}{2}at_{AB}^2$$

ถาม 2 ถ้านักศึกษานำ S มาพล็อตเป็นแกนตั้งโดยมี t_{AB} เป็นแกนนอน กราฟที่ออกมาจะเป็นเส้นตรงไหมคะ ถ้าเป็น ความชันจะตรงกับปริมาณอะไร และจุดตัดแกนตั้งจะตรงกับปริมาณอะไร ถ้าไม่เป็น เราควรพล็อตอะไร กับอะไร แทน เพื่อให้ได้เส้นตรง

การทดลอง

ปริมาณที่นักศึกษาวัดได้โดยตรง คือ

- ✓ ความยาวที่รถเคลื่อนที่ได้ หรือขนาดของค่า S
- ✓ ช่วงเวลา t_{AB} ที่รถใช้เคลื่อนที่จากโฟโตเกต A ถึง B
- ✓ และมวลที่เกี่ยวข้อง

ในการทดลองนี้ นักศึกษาจะเปลี่ยนค่า S โดยการเปลี่ยนตำแหน่งของโฟโตเกต B โดยให้ตำแหน่งปล่อยรถและตำแหน่งของโฟโตเกต A อยู่ที่เดิมตลอดการทดลอง เพื่อที่ว่าความเร็วต้นของรถ (ความเร็วตอนที่ผ่านโฟโตเกต A) จะได้มีค่าคงเดิม ตลอดการทดลอง สำหรับค่า S แต่ละค่า นักศึกษาจะได้วัดค่าช่วงเวลา t_{AB} จากโฟโตเกต และเนื่องจากการวัดค่าช่วงเวลานี้อาจได้ไม่เท่ากันสำหรับการวัดแต่ละครั้งที่ค่า S หนึ่ง ๆ เราจึงจะวัดมากกว่า 1 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม

จากสมการความสัมพันธ์ระหว่าง S กับ t_{AB} : $S = ut_{AB} + \frac{1}{2}at_{AB}^2$ ด้านบน ถ้าเราพล็อตระหว่าง S กับ t_{AB} เราจะไม่ได้สมการเส้นตรง แต่หากเราจัดรูปใหม่เป็น

$$\frac{S}{t_{AB}} = u + \frac{1}{2}at_{AB}$$

[โดย S/t_{AB} คือ ค่าความเร็วเฉลี่ยของรถในช่วงของการเคลื่อนที่จากโฟโตเกต A ไปยังโฟโตเกต B] และพล็อตระหว่าง S/t_{AB} กับ t_{AB} เราจะได้กราฟเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ $\frac{1}{2}a$ และจุดตัดแกนตั้งเป็น u

หมายเหตุ เราสามารถหาความคลาดเคลื่อนของปริมาณ $\delta\left(\frac{S}{t_{AB}}\right)$ ได้จาก

$$\delta\left(\frac{S}{t_{AB}}\right) = \frac{S}{t_{AB}} \sqrt{\left(\frac{\delta S}{S}\right)^2 + \left(\frac{\delta t_{AB}}{t_{AB}}\right)^2}$$

โดย δS กับ δt_{AB} คือ ความคลาดเคลื่อน S กับ t_{AB} ตามลำดับ

ใบบันทึกผลการทดลองประจำห้อง F10302 : การหาความเร่งของรถ

ชื่อ _____ รหัสนักศึกษา _____

การทำนายค่าความเร่งของรถจากการคำนวณโดยประมาณว่าแรงเสียดทานและแรงต้านการเคลื่อนที่อื่น ๆ มีค่าน้อยมาก
(2)

วัดมวลรวมของรถได้ $M \pm \delta M =$ _____

วัดมวลของมวลถ่วงได้ $m \pm \delta m =$ _____

ดังนั้นคำนวณค่ามวลรวมของรถและมวลถ่วงได้ $(m + M) \pm \delta(m + M) =$ _____

เมื่อเราใช้ $g = 9.78 \pm 0.01 \text{ m/s}^2$

คำนวณหาความคลาดเคลื่อนของความเร่งและความเร่งได้

$\delta a_{\text{predicted}} =$ _____

$a_{\text{predicted}} =$ _____

สรุปว่าค่าความเร่งของรถว่าเท่ากับ $a_{\text{predicted}} \pm \delta a_{\text{predicted}} =$ _____

การหาค่าความเร่งรถจากการวัดการกระจัดและช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ _____ โดยใช้มวลถ่วงเดียวกับที่เราใช้ทำนายค่า
ความเร่ง

ตารางบันทึกผลการทดลอง [(2+2) ให้ระบุหน่วยในวงเล็บ]

S (_____) Reading error = ____	t_{AB} (_____) Reading error = _____			\bar{t}_{AB} (_____)	SD ของ \bar{t}_{AB} (_____)	$\delta\bar{t}_{AB}$ (_____) These are random errors

$\bar{t}_{AB} \pm \delta\bar{t}_{AB}$ (_____)	$\frac{S}{\bar{t}_{AB}}$ (_____)	$\delta\left(\frac{S}{\bar{t}_{AB}}\right)$ (_____)

การวิเคราะห์ผลด้วยการพล็อตกราฟ (2+2)

จากกราฟที่พล็อตระหว่าง S/\bar{t}_{AB} กับ \bar{t}_{AB}

เราหาความชันได้เท่ากับ $\text{slope} \pm \delta(\text{slope}) =$ _____

และจุดตัดแกนตั้งมีค่าเท่ากับ $y\text{-intercept} \pm \delta(y\text{-intercept}) =$ _____

เมื่อเทียบกับกราฟ S/\bar{t}_{AB} กับ \bar{t}_{AB} ที่เราพล็อตกับสมการ $\frac{S}{t_{AB}} = u + \frac{1}{2}at_{AB}$ เราจะได้ว่า

ความเร่งมีค่าเท่ากับ $a \pm \delta a =$ _____

ความเร็วต้น (ตอนที่ผ่านโฟโตเกต A) มีค่าเท่ากับ $u \pm \delta u =$ _____

อภิปรายผล (2)

เมื่อเปรียบเทียบค่าระหว่าง $a_{\text{predicted}} \pm \delta a_{\text{predicted}}$ กับ $a \pm \delta a$ แล้ว ค่า t-score = _____

แสดงว่า _____

ที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจาก _____

สรุปผลการเรียนรู้ของตนเอง (2)

สิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำการทดลองนี้คือ _____
