

ปฏิบัติการที่ 1

การวัดอัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะใด ๆ และอัตราเร่งเฉลี่ย

จุดประสงค์

- 1 เพื่อศึกษาวิธีวัดอัตราเร็วขณะใด ๆ และอัตราเร็วเฉลี่ย
- 2 เพื่อศึกษาวิธีวัดอัตราเร่งเฉลี่ย

ทฤษฎี

อัตราส่วนระหว่างระยะทาง (ΔS) กับช่วงเวลา (Δt) ที่วัตถุใช้เคลื่อนที่ เรียกว่า “อัตราเร็วเฉลี่ย (V_{AV})” ตามความสัมพันธ์สมการ 1 แต่ในกรณีที่ช่วงเวลาสั้นมาก ๆ จนเกือบเป็นศูนย์ เราเรียกอัตรส่วนนี้ว่า “อัตราเร็วขณะใด ๆ (V_{in})” หรืออัตราเร็วขณะนั้น ๆ ตามสมการ 1.5

$$V_{AV} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (1)$$

$$V = V_{in} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt} \quad (2)$$

เรานิยมเรียกอัตรเร็วขณะนั้น ๆ (V_{in}) ว่า “อัตราเร็ว (V)” โปรดสังเกตว่าทั้งอัตราเร็วเฉลี่ย และอัตราเร็ว มีหน่วย เมตรต่อวินาที (m/s) และเป็นปริมาณสเกลาร์

อัตราส่วนระหว่างการกระจัด ($\Delta \bar{S}$) กับช่วงเวลา (Δt) ที่วัตถุใช้เคลื่อนที่ เรียกว่า “ความเร็วเฉลี่ย ($\bar{V}_{AV}$)” ตามความสัมพันธ์สมการ 3 แต่ในกรณีที่ช่วงเวลาสั้นมาก ๆ จนเกือบเป็นศูนย์ เราจะเรียกอัตรส่วนนี้ว่า “ความเร็วขณะใด ๆ ($\bar{V}_{in}$)” หรือความเร็วขณะนั้น ๆ ตามสมการ 4

$$\bar{V}_{AV} = \frac{\Delta \bar{S}}{\Delta t} \quad (3)$$

$$\bar{V} = \bar{V}_{in} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \bar{S}}{\Delta t} = \frac{d\bar{S}}{dt} \quad (4)$$

เรานิยมเรียกความเร็วขณะนั้น ๆ ($\bar{V}_{in}$) ว่า “ความเร็ว ($\bar{V}$)” โปรดสังเกตว่าทั้งความเร็วเฉลี่ย และความเร็ว มีหน่วย เมตรต่อวินาที (m/s) มีทิศเดียวกับ $\Delta \bar{S}$ ช่วงนั้น จึงเป็นปริมาณเวกเตอร์

สำหรับวัตถุชิ้นหนึ่งๆ ที่กำลังเคลื่อนที่ ความเร็วจะไม่เท่ากับอัตราเร็วอย่างแน่นอน เพราะเป็นปริมาณแตกต่างกัน แต่ถ้าเปรียบเทียบระหว่างอัตราเร็วกับขนาดความเร็วก็อาจเท่ากันได้บางกรณี เช่น กรณีวัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ไม่ย้อนกลับ

อัตราส่วนระหว่างความเร็วที่เปลี่ยนไป ($\Delta \vec{V}$) กับช่วงเวลา (Δt) ของการเคลื่อนที่ช่วงใด ก็คือ “ความเร่งเฉลี่ย ($\bar{a}_{AV}$)” ตามความสัมพันธ์สมการ 5 แต่ในกรณีที่ช่วงเวลาสั้นมาก ๆ จนเกือบเป็นศูนย์ เราจะเรียกอัตราส่วนนี้ว่า “ความเร่งขณะใด ๆ ($\bar{a}_{in}$)” หรือความเร่งขณะนั้น ๆ ตามสมการ 6

$$\bar{a}_{AV} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{\Delta t} \quad (5)$$

$$\bar{a} = \bar{a}_{in} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \frac{d\vec{V}}{dt} \quad (6)$$

เรานิยมเรียกความเร่งขณะนั้น ๆ ($\bar{a}_{in}$) ว่า “ความเร่ง ($\bar{a}$)” โปรดสังเกตว่าทั้งความเร่งเฉลี่ยและความเร่งมีหน่วยเมตรต่อวินาทีกำลังสอง (m/s^2) มีทิศเดียวกับ $\Delta \vec{V}$ ช่วงนั้น เป็นปริมาณเวกเตอร์ บางครั้งขนาดของความเร่งเราเรียกอีกอย่างว่า “อัตราเร่ง (a)” และกรณีวัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงไม่ย้อนกลับ เราสามารถอัตราเร่งเฉลี่ย (a_{AV}) ได้ตามสมการ

$$a_{AV} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{\Delta t} \quad (7)$$

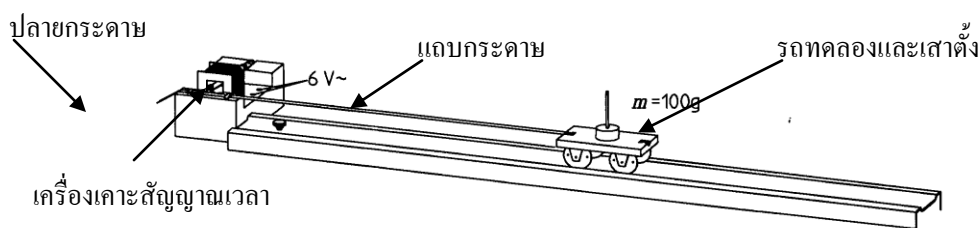
การวัดอัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะนั้น ๆ และอัตราเร่งเฉลี่ย มีหลายวิธี แต่ในการทดลองต่อไปนี้เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้ผลดีพอสมควร

อุปกรณ์การทดลอง

เครื่องเคาะสัญญาณเวลา รางทดลอง รถทดลอง เชือก แถบกระดาษ เครื่องแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ 12 โวลต์ คีมหนี้นัก(มวถ่วง) เทปขาว ฐานถ่วง

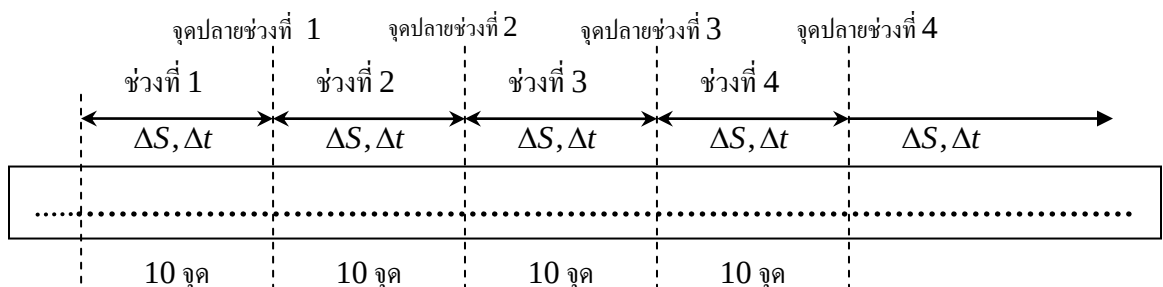
วิธีทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์ โดยวางเครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่ปลายรางตามรูปที่ 1 ต่อสายไฟเครื่องเคาะสัญญาณกับแหล่งจ่ายไฟ AC 12V ติดแถบกระดาษกับรถทดลองโดยใช้เทปขาว แล้วสอดปลายหนึ่งของแถบกระดาษเข้าช่องเคาะของเครื่องเคาะสัญญาณให้ปลายนี้หย่อนพาดไปด้านล่าง



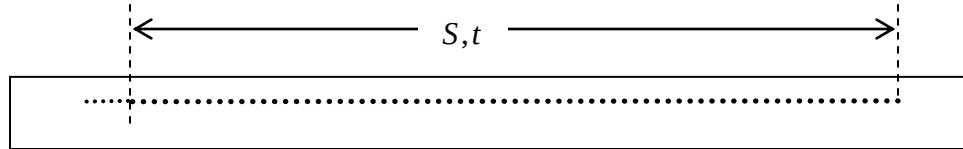
รูปที่ 1 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราเร็ว อัตราเร่ง

2. ใส่ลูกน้ำหนัก(มวลถ่วง) 50g ในสายค้ำน้ำหนักบนรถ วางรถบนรางชิดกับเครื่องเคาะสัญญาณ ค้างเทปวัดระยะทางให้เรียบวางตัวในลักษณะที่จะถูกดึงผ่านช่องเคาะสัญญาณได้ง่ายไม่ให้เทปนี้พันกับสิ่งใดๆ ขณะรถเคลื่อนที่
- 3 ทดสอบการเคลื่อนที่โดยเอียงรางเล็กน้อย ปลดขรถทดลองให้เคลื่อนที่ โดยไม่ต้องปล่อยกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดให้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำงาน สังเกตการเคลื่อนของแถบกระดาษว่าคล่องหรือไม่ ดัดขัดตรงที่ไหน แล้วปรับให้แถบกระดาษเคลื่อนคล่องและเร็วขึ้น ๆ พอสมควร ไม่สะดุด เมื่อได้ระยะเอียงของรางที่เหมาะสม ให้หาวัสดุหนุนรางให้รางเอียงตำแหน่งนั้น นิสิตต้องระมัดระวังอย่าให้รถทดลองวิ่งไปกระแทกปลายราง เพราะจะทำให้รถทดลองเสียหาย ด้วยการใช่มือจับรถทดลองก่อนที่จะไปกระแทก
4. เปิดแหล่งกำเนิดไฟฟ้าให้เครื่องเคาะสัญญาณทำงานพร้อมกับปลดขรถให้เคลื่อนที่ เมื่อรถวิ่งมาถึงจะถึงปลายอีกด้านหนึ่งต้องจับรถหยุดก่อนที่รถจะกระแทกกับปลายราง แล้วปิดสวิทซ์แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สังเกตจุดบนแถบกระดาษชัดเจนหรือไม่ ถ้าไม่ชัดเจนให้ปรับมุมเอียงของรางและจัดอุปกรณ์ไม่ให้ดัดขัด แล้วทดลองใหม่ หรือเปลี่ยนกระดาษจนได้จุดบนกระดาษชัดเจน
5. เมื่อทดลองได้จุดบนแถบกระดาษชัดเจน (สังเกตจุดจะเริ่มห่างกันมากขึ้น) ใช้ดินสอขีดทำเครื่องหมายจุดเริ่มต้นที่ประมาณจุดที่ 5 หรือ 6 หรือ 7 จุดใดจุดหนึ่ง เป็นจุด 0 (จุดเริ่มต้น) จากนั้นนับจากจุดเริ่มต้นที่ตำแหน่งนี้ไป 10 ช่อง ใช้ดินสอขีดที่จุดนี้ และเขียนคำว่า “จุดปลายช่วงที่ 1” แล้วนับต่อไปทุกๆ 10 ช่อง ขีดและเขียนคำว่า “จุดปลายช่วงที่ 2, 3, 4,” ตามลำดับ จนตลอดแถบกระดาษ (อาจเลือกจำนวนจุดแต่ละช่วงมากหรือน้อยกว่า 10 จุดก็ได้)



รูปที่ 2 แสดงการกำหนดระยะทาง ΔS แต่ละช่วงการทดลอง

6. วัดระยะทาง ΔS และหาเวลา Δt ของทุก ๆ ช่วงจุด บันทึกค่าระยะทาง ΔS และเวลา Δt ลงในตารางบันทึกผล
7. คำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ย (V_{av}) ของแต่ละช่วงจุด โดยใช้สมการ 1 บันทึกผล
8. หาอัตราเร็วเฉลี่ยตลอดการเคลื่อนที่ของรถทดลอง โดยนำระยะทางทั้งหมด โดยนับจาก จิต 0 ไปจนถึงปลายช่วงสุดท้ายหรือจุดไกลสุดที่เห็นชัดเจน วัดระยะทางทั้งหมด (S) และเวลาทั้งหมด(t) ดังรูป 3 บันทึกผลในตาราง



รูปที่ 3 การหาอัตราเร็วเฉลี่ยตลอดการเคลื่อนที่

9. หาอัตราเร็วขณะนั้น ๆ (V_{in}) ณ จุดปลายแต่ละช่วง โดยนับย้อนหลังจากเส้นจิตปลายของแต่ละช่วงไป 1 ช่อง และไปหน้าอีก 1 ช่วง (รวมกันเป็น 2 ช่อง) วัดระยะ ΔS และเวลา Δt แล้วนำไปหาอัตราเร็วขณะใด ๆ ซึ่งเป็นอัตราเร็วขณะวัตถุผ่านจุดปลายแต่ละช่วง โดยใช้สมการ 1 บันทึกผลในตาราง
10. หาอัตราเร่งเฉลี่ยระหว่างจุดปลายช่วงที่ 1 กับจุดปลายช่วงที่ 2 และระหว่างช่วงอื่น ๆ โดยใช้สมการ 7
11. หาอัตราเร่งเฉลี่ยตลอดการเคลื่อนที่ โดยใช้สมการ 7

บันทึกผลปฏิบัติการที่ 1

การวัดอัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะใด ๆ และอัตราเร่งเฉลี่ย

ชื่อ สกุล รหัส คณะ

วันที่ เดือน พ.ศ. 25..... กลุ่มที่ ทดลองครั้งที่

ผู้ร่วมงาน รหัส

ผู้ร่วมงาน รหัส

ผู้ร่วมงาน รหัส

ช่วงที่	ΔS (.....)	Δt (.....)	ความเร็วเฉลี่ย V_{av} (.....)	ความเร็ว ณ จุดปลาย V_{in} (.....)

อัตราเร็วเฉลี่ยตลอดการเคลื่อนที่ เท่ากับ $\pm$ (.....)

แสดงการคำนวณ อัตราเร็วเฉลี่ยตลอดการเคลื่อนที่

.....

.....

.....

อัตราเร่งเฉลี่ยระหว่างช่วงที่ 1 กับช่วงที่ 2 เท่ากับ $\pm$ (.....)

แสดงวิธีคำนวณ

.....

.....

.....

อัตราเร่งเฉลี่ยระหว่างช่วงที่ 2 กับช่วงที่ 3 เท่ากับ $\pm$ (.....)

อัตราเร่งเฉลี่ยระหว่างช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 4 เท่ากับ $\pm$ (.....)

อัตราเร่งเฉลี่ยตลอดการเคลื่อนที่ เท่ากับ $\pm$ (.....)

แสดงวิธีคำนวณ

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

อัตราเร็วเฉลี่ยแต่ละช่วง แตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด และสอดคล้องการกับการเคลื่อนที่จริงของรถหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

อัตราเร็วเฉลี่ยแต่ละช่วง และอัตราเร็วเฉลี่ยตลอดการเคลื่อนที่ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และใช้แทนกันได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

อัตราเร่งเฉลี่ยแต่ละช่วง แตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด และสอดคล้องการกับการเคลื่อนที่จริงของรถหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

อัตราเร่งเฉลี่ยแต่ละช่วง และอัตราเร่งเฉลี่ยตลอดการเคลื่อนที่ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และใช้แทนกันได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

วิเคราะห์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบคำถาม

1. ทำไมเวลาแต่ละช่วงช่วงจุด จึงเท่ากับ 0.02 วินาที
2. อัตราเร็วเฉลี่ย และอัตราเร็ว ณ จุดต่างๆ อัตราเร็วชนิดใดอธิบายการเคลื่อนที่จริงๆ ของวัตถุได้ชัดเจน เหมือนสภาพการเคลื่อนที่จริงได้มากกว่า