

ปฏิบัติการที่ 1

กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน

จุดประสงค์ เพื่อศึกษากฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อ 2

ทฤษฎี

การเคลื่อนที่ของอนุภาคเล็ก ๆ หรือวัตถุขนาดใหญ่ ในจักรวาลนี้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ และ การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่คงที่หรือการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง เซอร์ ไอแซค นิวตัน (Sir Issac Newton) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษเป็นผู้พบความจริงนี้ และได้ตั้งเป็นกฎการเคลื่อนที่ เรียกว่า “กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน” ซึ่งมีทั้งหมด 3 ข้อ

กฎข้อที่ 1 กล่าวว่า “ถ้าแรงลัพธ์ ($\Sigma \vec{F}$) ของวัตถุเท่ากับศูนย์ วัตถุจะอยู่นิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่”

โดยวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่นั้น ขนาดความเร็วหรืออัตราเร็ว ณ ตำแหน่งต่างๆ จะเท่าเดิมเสมอ และทิศการเคลื่อนที่จะเป็นแนวตรงไม่ย้อนกลับ

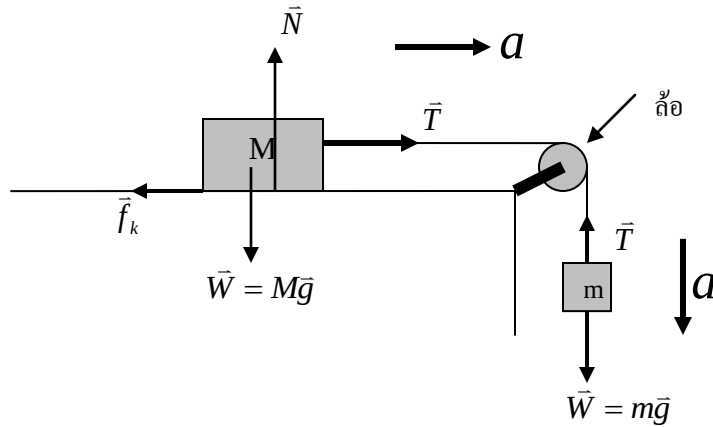
กฎข้อที่ 2 กล่าวว่า “ถ้าแรงลัพธ์ ($\Sigma \vec{F}$) ของวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง โดยความเร่งจะเป็น ปฏิภาคตรงและมีทิศเดียวกับทิศแรงลัพธ์ แต่จะผกผันกับมวลของวัตถุ” เขียนเป็นสมการดังนี้

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

ถ้าแรงลัพธ์ ($\Sigma \vec{F}$) และมวล m ของวัตถุคงที่ ความเร่ง $\vec{a}$ จะคงที่ด้วย ส่วนแนวการเคลื่อนที่นั้นจะเป็นแนวใดก็ได้

กฎข้อที่ 3 กล่าวว่า “ทุกแรงกิริยา จะมีแรงปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากัน แต่ทิศตรงข้าม”

การเคลื่อนที่ของวัตถุส่วนใหญ่ที่เราพบในชีวิตประจำวันจะเป็นตามกฎข้อ 2 ของนิวตันเกือบทั้งสิ้น การทดลองเพื่อพิสูจน์กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 และ 2 ของนิวตันทำได้หลายวิธี แต่ครั้งนี้จะใช้วิธีดังนี้

รูปที่ 2.1 การเคลื่อนที่ของมวล M และ m

พิจารณารูปที่ 2.1 ถ้ามวล m มากพอ ล้อลื่นคล่อง และเชือกเบามากๆ เมื่อปล่อยให้เคลื่อนที่ ระบบจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่ง a ทิศดังรูป 2.1

สมการเคลื่อนที่มวล M คือ $N = mg$ (2)

และ $T - f_k = Ma$ (3)

โดย $f_k = \mu_k N$ เมื่อ μ_k คือสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ สำหรับมวล m สมการเคลื่อนที่ คือ

$$mg - T = ma \quad (4)$$

เมื่อนำสมการ (2.3) บวก (2.4) จะได้

$$mg - f_k = (M + m)a \quad (5)$$

แสดงว่า เราสามารถหาอัตราเร่ง a จากสมการ (2.5) ได้

ถ้ามวล m พอเหมาะ แล้วทำให้ระบบเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ($a = 0$) ขณะนั้นแรงดึงของมวล (mg) จะเท่ากับแรงเสียดทานจลน์ของรถทดลอง (f_k) ตามสมการ

$$mg = f_k \quad (6)$$

ในการทดลองต่อไปนี้ จะทดลองเพื่อพิสูจน์กฎข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ของนิวตันเท่านั้น

อุปกรณ์การทดลอง

เครื่องแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ เครื่องเคาะสัญญาณเวลา รางพร้อมอุปกรณ์ รถทดลอง เทปวัด กระดาษ แถบกระดาษ ค้อนน้ำหนัก(มวลถ่วง) ฐานห้อย

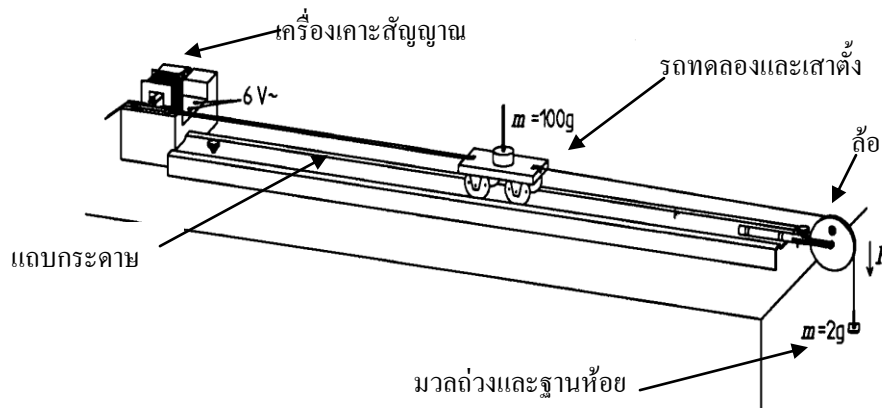
วิธีทดลอง

กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

- 1 จัดอุปกรณ์ตามรูปที่ 2.2 พยายามปรับรางให้อยู่ในแนวระดับโดยใช้ระดับน้ำ ถอดกระดาษคาร์บอนในเครื่องเคาะสัญญาณเวลาออกด้วย
- 2 วางรถทดลองพร้อมเสาดั่ง บนรางชิดกับเครื่องเคาะสัญญาณ ดึงแถบกระดาษวัดระยะทางให้เรียบและวางตัวในลักษณะที่จะถูกดึงผ่านช่องเคาะสัญญาณได้ง่าย ไม่ให้แถบกระดาษนี้พันกับสิ่งใดๆ ติดตั้งล้อ(pulley)เข้ากับปลายรางด้านตรงกันข้ามกับเครื่องเคาะสัญญาณ ต่อด้วยพาดผ่านล้อ ผูกกรรเข้ากับฐานห้อย
- 3 ทดสอบว่าเมื่อปล่อยมือ รถทดลองเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่หรือไม่ ถ้าไม่เคลื่อนที่ ให้ค่อยๆ เพิ่มมวลลงบนฐานห้อยทีละน้อยๆ จนกระทั่งรถทดลองเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอ หรือความเร็วคงที่ (ใช้นิ้วเคาะเบาๆ เพื่อกระตุ้นให้เริ่มเคลื่อนที่)

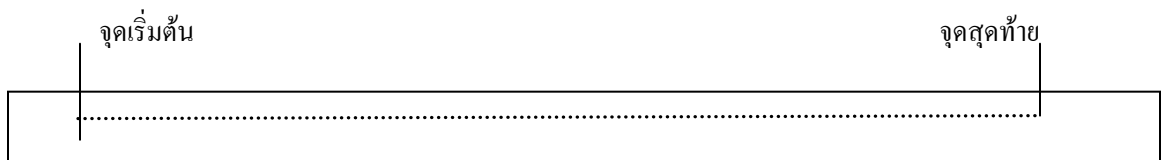
ในการทดสอบปล่อยให้วิ่งนั้น ต้องเปิดแหล่งจ่ายไฟให้เครื่องเคาะสัญญาณทำงานด้วยโดยไม่ต้องเอากระดาษคาร์บอนออก และสังเกตดูว่ารถทดลองเคลื่อนที่ได้สะดวกหรือไม่ แถบกระดาษเลื่อนคล่องหรือไม่ ถ้าเลื่อนไม่คล่องให้ปรับให้คล่องอย่างดีที่สุด การเพิ่มมวลนั้นอาจใช้น้ำมันเพิ่มขึ้นทีละน้อยๆ ก็ได้ เมื่อได้มวลถ่วง m ที่เหมาะสมแล้วให้นำกระดาษคาร์บอนติด ตั้งบนเครื่องเคาะสัญญาณเวลาเหมือนเดิม

นิสิตต้องทดลองขั้นตอนนี้ให้ดีที่สุด เพราะจะส่งผลต่อขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 2.2 การจัดอุปกรณ์ทดลองตามกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน

4. เมื่อทุกอย่างพร้อม ให้เปิดสวิตช์เครื่องเคาะสัญญาณ เคาะเบาๆ เพื่อกระตุ้นให้รถวิ่งด้วยความเร็วคงที่ไปจนสุดราง จับรถหยุดก่อนจะชนปลายราง ปิดเครื่องเคาะสัญญาณ นำรถทดลองพร้อมเสา และมวลถ่วงพร้อมฐานห้อย ไปชั่ง บันทึกลงเป็นค่า M และ m ตามลำดับ ในตารางบันทึกผล และเขียนกำกับบนแถบกระดาษด้วย (แถบกระดาษที่ 1)
- คำแนะนำ เมื่อสังเกตจุดบนแถบกระดาษ จะเห็นว่าระยะห่างระหว่างแต่ละจุดจะต้องเท่าๆ กัน แต่ถ้าไม่เท่ากัน นิสิตควรทดลองใหม่
- 5 ทำการทดลองโดยให้มวล M คงที่ แต่เพิ่มมวล m จนรถทดลองเคลื่อนที่ด้วยความเร่งหรือ เคลื่อนที่เร็วขึ้นเรื่อย ๆ โดยทดลอง 2-3 ครั้ง แต่ละครั้งบันทึก
- คำแนะนำ ในการทดลองแต่ละครั้ง ไม่ต้องนำกระดาษคาร์บอนออกจากเครื่องเคาะสัญญาณเวลา
- 6 นำมวล M และ m และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เฉลี่ย (μ_k) ซึ่งหาได้จากการทดลองตอนที่ 1 ไปคำนวณหาความเร่งของการทดลองแต่ละครั้ง โดยใช้สมการ 2.5 บันทึกผล
- 7 อาศัยจุดบนแถบกระดาษที่ได้จากการทดลองแต่ละครั้ง คำนวณหาความเร่งเฉลี่ยตลอดการเคลื่อนที่ โดยใช้วิธีการเหมือนปฏิบัติการที่ 1 (ใช้สมการ 1.10) โดยเลือกจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายตามความเหมาะสม บันทึกผล



- 8 เปรียบเทียบความเร่งที่คำนวณได้ข้อ 3 กับข้อ 4 (ควรจะได้ใกล้เคียงกัน) แล้วหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง บันทึกผล

บันทึกผลปฏิบัติการที่ 1

กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน

ชื่อ สกุล รหัส คณะ

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

ผู้ร่วมงาน รหัส

ผู้ร่วมงาน รหัส

ผู้ร่วมงาน รหัส

ตอนที่ 1 กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

แถบ กระดาษ	M (.....)	m (.....)	a (.....)
1			
2			
3			
4			
5			

สรุปผลการทดลอง

แสดงการคำนวณหาค่าความเร่ง โดยใช้สมการ 2.5 ของแถบกระดาษ 1 แถบพร้อมแสดงการหา

.....

.....

.....

.....

.....

การเคลื่อนที่ของรถทดลอง เป็นไปตามกฎข้อ 2 ของนิวตันหรือไม่ เหตุผลใดจึงสรุปเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง สอดคล้องการเคลื่อนที่จริงของรถหรือไม่ เหตุผลใด

.....

.....

.....

วิเคราะห์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

- 1 การทดลองครั้งนี้ มีข้อบกพร่องตรงไหน อย่างไร และจะแก้ไขได้อย่างไร
- 2 มีวิธีทดลองเพื่อพิสูจน์กฎข้อการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน ด้วยวิธีอื่นอย่างไรบ้าง