

กฎของนิวตัน (Newton's laws)

เซอร์ ไอแซค นิวตัน (Sir Isaac Newton) เป็นนักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ ถือกำเนิดในปี ค.ศ.1642 นิวตันสนใจดาราศาสตร์ และได้ประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง (Reflecting telescope) ขึ้นโดยใช้โลหะเงาไว้ในกรรวมแสง แทนการใช้เลนส์ เช่นในกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง (Refracting telescope) นิวตันตีความในปริศนาที่ว่า แรงอะไรทำให้ผลแอปเปิลตกสู่พื้นดินและทรงดวงจันทร์ไว้กับโลก และสิ่งนี้เองที่นำไปสู่การค้นพบกฎที่สำคัญ 3 ข้อ



ภาพที่ 1 เซอร์ไอแซค นิวตัน

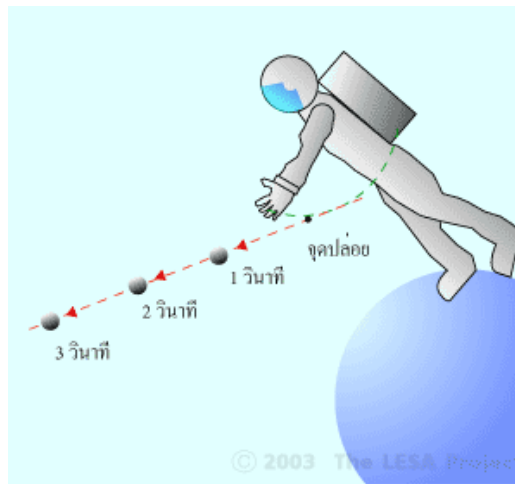
กฎข้อที่ 1 กฎของความเฉื่อย (Inertia)

“วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่งอยู่กับที่ วัตถุที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่ จะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ วัตถุที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำเช่นกัน”

ตัวอย่าง:

ขณะที่รถติดสัญญาณไฟแดง ตัวเราหยุดนิ่งอยู่กับที่

- แต่เมื่อสัญญาณไฟแดงเปลี่ยนเป็นไฟเขียว เมื่อคนขับเหยียบคันเร่งให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แต่ตัวของเราจะพยายามคงสภาพหยุดนิ่งไว้ ผลคือ หลังของเราจะถูกผลักติดกับเบาะ ขณะที่รถเกิดความเร่งไปข้างหน้า
- ในทำนองกลับกัน เมื่อสัญญาณไฟเขียวเปลี่ยนเป็นไฟแดง คนขับรถเหยียบเบรกเพื่อจะหยุดรถ ตัวเราซึ่งเคยเคลื่อนที่ด้วยความเร็วพร้อมกับรถ ทันใดเมื่อรถหยุด ตัวเราจะถูกผลักมาข้างหน้า



ภาพที่ 2 การเคลื่อนที่ในอวกาศ

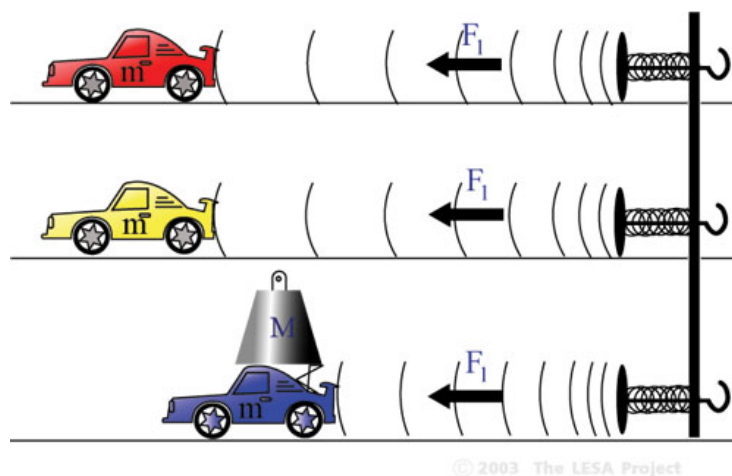
นิวตันอธิบายว่า ในอวกาศไม่มีอากาศ ดาวเคราะห์จึงเคลื่อนที่โดยปราศจากความเสียด โดยมีความเร็วคงที่ และมีทิศทางเป็นเส้นตรง เขาให้ความคิดเห็นว่า การที่ดาวเคราะห์โคจรเป็นรูปร่างรีนั้น เป็นเพราะมีแรงภายนอกมากกระทำ (แรงโน้มถ่วงจากดวงอาทิตย์) นิวตันตั้งข้อสังเกตว่า แรงโน้มถ่วงที่ทำให้แอปเปิลตกสู่พื้นดินนั้น เป็นแรงเดียวกันกับแรงที่ดึงดวงจันทร์ไว้กับโลก หากปราศจากซึ่งแรงโน้มถ่วงของโลกแล้ว ดวงจันทร์ก็ควรจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงผ่านโลกไป

กฎข้อที่ 2 กฎของแรง (Force)

“ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ”

$$\text{ความเร่งของวัตถุ} = \text{แรงที่กระทำต่อวัตถุ} / \text{มวลของวัตถุ} \quad (\text{หรือ } a = F/m)$$

- ถ้าเราผลักวัตถุให้แรงขึ้น ความเร่งของวัตถุก็จะมากขึ้นตามไปด้วย
- ถ้าเราออกแรงเท่า ๆ กัน ผลักวัตถุสองชนิดซึ่งมีมวลไม่เท่ากัน วัตถุที่มีมวลมากจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งน้อยกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย

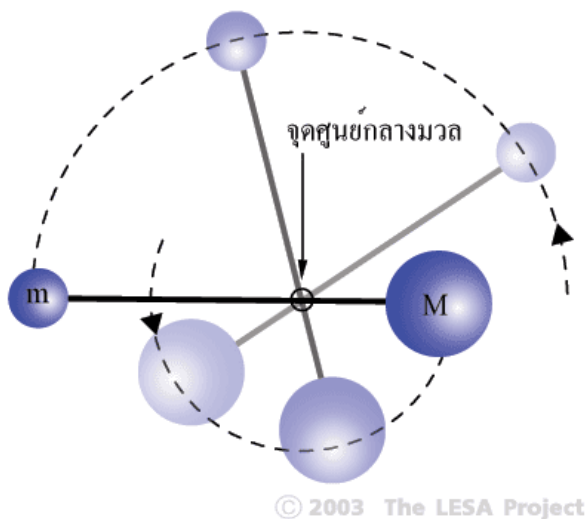


ภาพที่ 3 ความเร่งแปรผกผันกับมวล

ตัวอย่าง: เมื่อออกแรงเท่ากันผลักรถให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า

รถที่ไม่บรรทุกของ จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมากกว่า รถที่บรรทุกของ

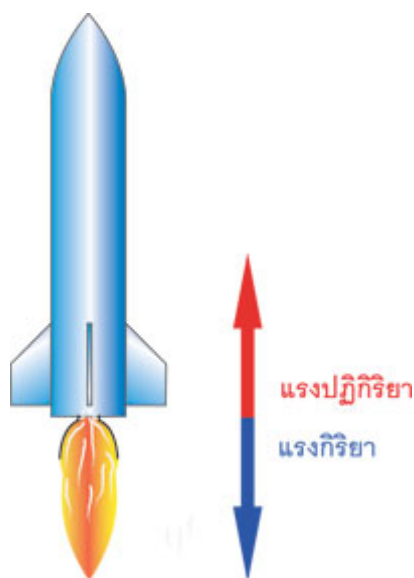
ในเรื่องดาราศาสตร์ นิวตันอธิบายว่า ดาวเคราะห์และดวงอาทิตย์ต่างโคจรรอบกันและกัน โดยมีจุดศูนย์กลางร่วม แต่เนื่องจากดวงอาทิตย์มีมวลมากกว่าดาวเคราะห์หลายแสนเท่า เราจึงมองเห็นว่า ดาวเคราะห์เคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วมมากกว่าดวงอาทิตย์ และมีจุดศูนย์กลางร่วมอยู่ภายในตัวดวงอาทิตย์เอง ดังเช่น การหมุนลูกตุ้มดัมเบลสองข้างที่มีมวลไม่เท่ากันในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การเคลื่อนที่รอบจุดศูนย์กลางมวล

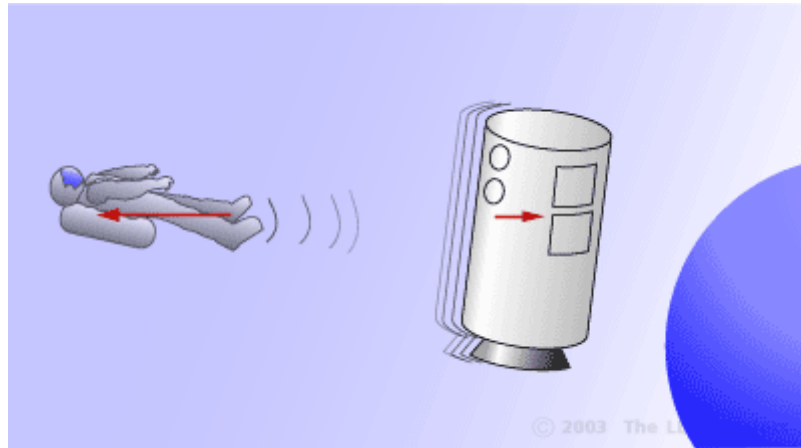
กฎข้อที่ 3 กฎของแรงปฏิกิริยา (Action = Reaction)

“แรงที่วัตถุหนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สอง ย่อมเท่ากับ แรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง แต่ทิศทางตรงข้ามกัน”



ภาพที่ 5 แรงกิริยา = แรงปฏิกิริยา

หากเราออกแรงถีบยานอวกาศในอวกาศ ทั้งตัวเราและยานอวกาศต่างเคลื่อนที่ออกจากกัน (กฎข้อที่ 3: แรงกระทำ = แรงปฏิกิริยา) แต่ตัวเราจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งที่มากกว่ายานอวกาศ ทั้งนี้เนื่องจากตัวเรามีมวลน้อยกว่ายานอวกาศ (กฎข้อที่ 2: $a = F/m$) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การเคลื่อนที่ในอวกาศ

นิวตันอธิบายว่า ขณะที่ดวงอาทิตย์มีแรงกระทำต่อดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์ก็มีแรงกระทำต่อดวงอาทิตย์ในปริมาณที่เท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม และนั่นคือแรงดึงดูดรวม

นิวตันอธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ ตามกฎของเคปเลอร์

การค้นพบกฎทั้งสามข้อนี้ นำไปสู่การค้นพบ “กฎความโน้มถ่วงแห่งเอกภพ” (The Law of Universal) “วัตถุสองชิ้นดึงดูดกันด้วยแรงซึ่งแปรผันตามมวลของวัตถุ แต่แปรผกผันกับระยะทางระหว่างวัตถุยกกำลังสอง” ซึ่งเขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$F = G (m_1 m_2 / r^2)$$

โดยที่ F = แรงดึงดูดระหว่างวัตถุ

m_1 = มวลของวัตถุชิ้นที่ 1

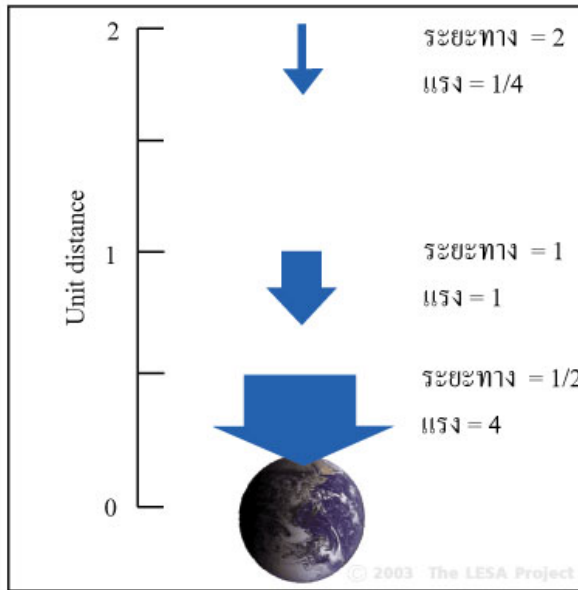
m_2 = มวลของวัตถุชิ้นที่ 2

r = ระยะห่างระหว่างวัตถุทั้ง 2 ชิ้น

G = ค่าคงที่ของแรงโน้มถ่วง = 6.67×10^{-11} newton m^2/kg^2

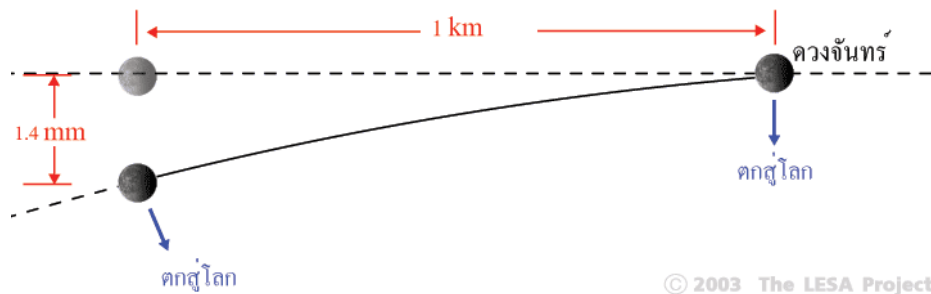
บางครั้งเราเรียกกฎข้อนี้อย่างง่าย ๆ ว่า “กฎการแปรผกผันยกกำลังสอง” (Inverse square law) นิวตันพบว่า “ขนาดของแรง จะแปรผกผันกับ ค่ากำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุ”

ตัวอย่าง: เมื่อระยะทางระหว่างวัตถุเพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงดึงดูดระหว่างวัตถุจะลดลง 4 เท่า ดังที่แสดงในภาพที่ 7 เขาอธิบายว่า การร่วงหล่นของผลแอปเปิล ก็เช่นเดียวกับการร่วงหล่นของดวงจันทร์ ณ ตำแหน่งบนพื้นผิวโลก สมมติว่าแรงโน้มถ่วงบนพื้นผิวโลกมีค่า = 1 ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์มีค่า 60 เท่าของรัศมีโลก ดังนั้นแรงโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งวงโคจรของดวงจันทร์ย่อมมีค่าลดลง = $(60)^2 = 3,600$ เท่า



ภาพที่ 7 ขนาดของแรง แปรผกผันกับ ค่ากำลังสองของระยะห่าง

ในภาพที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ใน 1 วินาที ดวงจันทร์เคลื่อนที่ไปได้ 1 กิโลเมตร จะถูกโลกดึงดูดให้ตกลงมา 1.4 มิลลิเมตร เมื่อดวงจันทร์โคจรไปได้ 1 เดือน ทั้งแรงดึงดูดของดวงจันทร์ และแรงโน้มถ่วงของโลก ก็จะทำให้ดวงจันทร์โคจรได้ 1 รอบพอดี เราเรียกการตกเช่นนี้ว่า **"การตกแบบอิสระ"** (Free fall) อันเป็นหลักการซึ่งมนุษย์นำไปประยุกต์ใช้กับการส่งยานอวกาศ และดาวเทียม ในยุคต่อมา



ภาพที่ 8 การเคลื่อนที่ของดวงจันทร์

ตอนที่เคปเลอร์ค้นพบกฎการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ ซึ่งได้จากผลของการสังเกตการณ์ในคริสต์ศตวรรษที่ 16 นั้น เขาไม่สามารถอธิบายว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จวบจนอีกหนึ่งศตวรรษต่อมา นิวตันได้ใช้กฎการแปรผกผันยกกำลังสอง อธิบายเรื่องการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ ตามกฎทั้งสามข้อของเคปเลอร์ ดังนี้

- ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรี เกี่ยวเนื่องจากระยะทางและแรงโน้มถ่วงจากดวงอาทิตย์
- ในวงโคจรรูปวงรี ดาวเคราะห์จะเคลื่อนที่เร็ว ณ ตำแหน่งใกล้ดวงอาทิตย์ และเคลื่อนที่ช้า ณ ตำแหน่งไกลจากดวงอาทิตย์ เนื่องจากอิทธิพลของระยะห่างระหว่างดวงอาทิตย์
- ดาวเคราะห์ดวงในเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าดาวเคราะห์ดวงนอก เป็นเพราะว่าอยู่ใกล้กับดวงอาทิตย์มากกว่า จึงมีแรงโน้มถ่วงระหว่างกันมากกว่า

ความเร็ว (Speed) หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปใน 1 หน่วยของเวลา (ระยะทาง/เวลา)

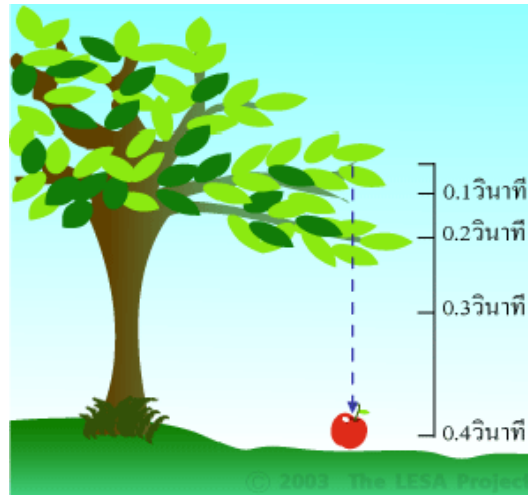
ความเร่ง (Acceleration) หมายถึง ความเร็วของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปใน 1 หน่วยเวลา (ระยะทาง/เวลา²)

ตัวอย่าง

ในวินาทีแรก รถเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1 เมตร/วินาที

ในวินาทีที่สอง รถคันนี้เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที

เพราะฉะนั้น รถคันนี้มีความเร่ง 4 (เมตร/วินาที)/วินาที



ภาพที่ 9 ความเร่งของการร่วงหล่น

ณ ตำแหน่งพื้นผิวโลก วัตถุจะร่วงหล่นสู่พื้นด้วยความเร่ง (9.8 เมตร/วินาที)/วินาที ภาพที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ความเร็วของแอปเปิลเพิ่มมากขึ้นในแต่ละช่วงเวลา 0.1 วินาที

การทดสอบกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ระดับชั้นเรียน: ประถมศึกษาขึ้นไป

กำหนดเวลา: 1 - 2 ชั่วโมง

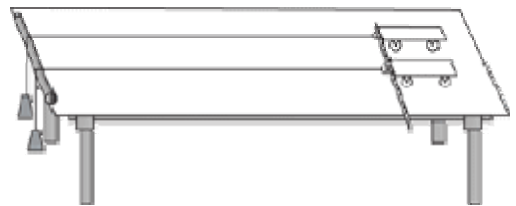
วัตถุประสงค์: ให้นักเรียนมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

อุปกรณ์:

1. รถของเล่น 2 คัน
2. เชือกไนลอน 2 เส้น
3. คีมถ่วงน้ำหนัก 3 ก้อน
4. ไม้บรรทัด
5. เทปใส
6. ท่อร้อยสายไฟ ยาว 1 ฟุต

การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง

1. วางท่อที่ขอบโต๊ะ แล้วยึดด้วยเทปใสเพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างพื้นกับเชือก
2. นำเชือกทั้ง 2 เส้น ผูกเข้ากับด้านหน้าของรถทั้ง 2 คัน
3. นำส่วนปลายเชือกอีกด้านของทั้ง 2 เส้น ผูกเข้ากับคีมถ่วงน้ำหนัก
4. วางเชือกให้คาดอยู่บนท่อที่ขอบโต๊ะ ดังรูป

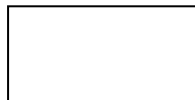


หลักการ :

กฎข้อที่ 1 (กฎแห่งความเฉื่อย) “วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่งอยู่กับที่ วัตถุที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่จะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ วัตถุที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำเช่นกัน “

กฎข้อที่ 2 (กฎของแรง) “ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ”

$$F = ma$$



กำหนดให้ F = แรงที่มากกระทำกับวัตถุ

m = มวลของวัตถุ

a = ความเร่งของวัตถุ

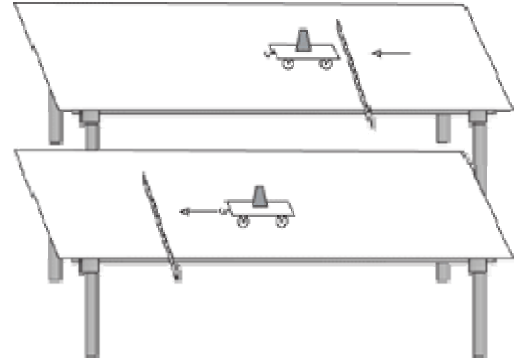
การดำเนินกิจกรรม:

แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละเท่าๆ กันตามความเหมาะสม แจกอุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันจัดเตรียม อุปกรณ์การทดลอง ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 กฎแห่งความเฉื่อย

วิธีการทดลอง

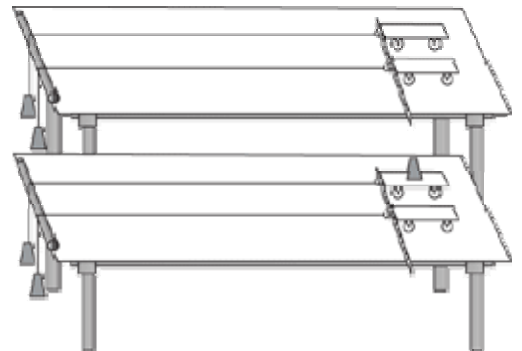
1. นำรถของเล่นวางบนโต๊ะ นำค้อนน้ำหนักวางบนรถ ดังรูป แล้วใช้ไม้บรรทัดตีให้รถเคลื่อนที่ด้วยความรวดเร็ว สังเกตการเคลื่อนที่ของค้อนน้ำหนัก บันทึกผลการทดลอง
2. นำรถของเล่นวางบนโต๊ะ วางค้อนน้ำหนักบนรถ ดังรูป แล้วผลักให้รถวิ่งไปพร้อมกับค้อนน้ำหนัก โดยใช้ไม้บรรทัดกั้นให้รถของเล่นหยุดกะทันหัน สังเกตการเคลื่อนที่ของค้อนน้ำหนัก บันทึกผลการทดลอง



ตอนที่ 2 กฎของแรง

วิธีการทดลอง

1. ผูกเชือกกับรถของเล่นวางบนโต๊ะ แล้วใช้ไม้บรรทัดกั้นเอาไว้ ดังรูป
2. นำไม้บรรทัดที่กั้นออกสังเกตการเคลื่อนที่ของรถทั้งสอง บันทึกผลการทดลอง
3. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 โดยเพิ่มค้อนน้ำหนัก ให้รถอีกคันหนึ่ง ดังรูป
4. นำไม้บรรทัดที่กั้นออก สังเกตการเปลี่ยนแปลงของการเคลื่อนที่ของรถทั้งสอง บันทึกผลการทดลอง



สรุปกิจกรรม:

หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้และสนุกกับการทดลองแล้ว ให้นักเรียนสรุปผลการทดลอง และส่งตัวแทนออกมา นำเสนอที่ละกลุ่ม และช่วยกันสรุปผลการทดลองอีกครั้ง

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คดีปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

