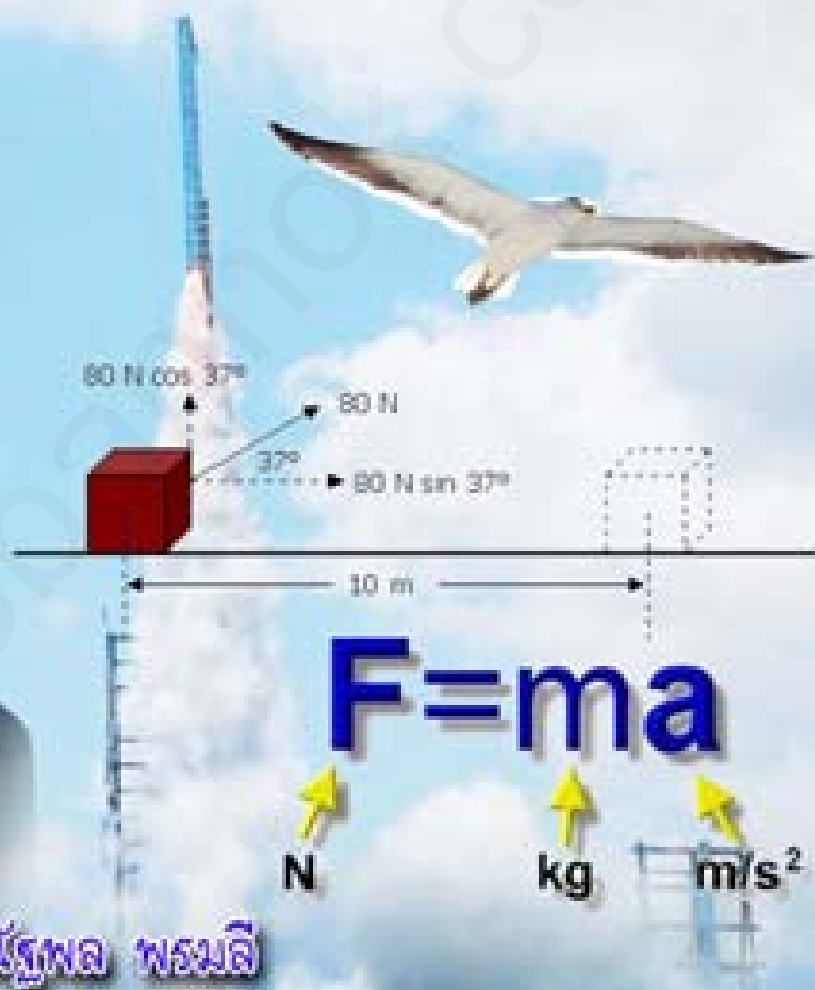


แบบฝึกทักษะการแก้ไขโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

เล่มที่ ๒ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน



นายณัฐพล พรหมลี
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๓๓ จังหวัดปทุมธานี

สังกัดสำนักงานบริหารงานการศึกษาพิเศษ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

แรงและกฎการเคลื่อนที่

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา แบบทดสอบ เฉลยแบบทดสอบ

คุณครูณัฐพล ขจรวุฒิ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 28 จังหวัดยโสธร

สังกัดสำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน



คำนำ

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วย ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียนและแบบฝึกทักษะ จำนวน 6 เล่ม ได้แก่

เล่มที่ 1 แรงและการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

เล่มที่ 2 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

เล่มที่ 3 น้ำหนัก และแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

เล่มที่ 4 แรงเสียดทาน

เล่มที่ 5 วัตถุไหลลงบนพื้นเอียงและการคิดระบบ

เล่มที่ 6 รอกเดี่ยวตายตัว และรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

ในเล่มประกอบด้วย ใบความรู้ แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน พร้อมกับเฉลยเพื่อใช้ในการตรวจสอบคำตอบ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเพื่อฝึกทักษะกระบวนการการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ และค้นคว้าของผู้เรียนต่อไป

ณัฐพล พรหมลี

คำแนะนำการใช้แบบฝึกทักษะ

1. ให้นักเรียนอ่านคำแนะนำในการใช้แบบฝึกทักษะอย่างรอบคอบ
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ตรวจสอบคำตอบจากเฉลย และบันทึกคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ศึกษาแบบฝึกทักษะด้วยความตั้งใจ ตามลำดับที่ละหน้าไปจนถึงหน้าสุดท้ายของบทเรียน โดยที่ไม่ข้ามหน้าใดหน้าหนึ่งไป เพราะอาจทำให้ขาดการต่อเนื่องของการลำดับเนื้อหา
4. เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาในแบบฝึกทักษะจบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ จากนั้นตรวจสอบคำตอบและบันทึกคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะ
5. การศึกษาบทเรียนแต่ละครั้ง นักเรียนสามารถศึกษาโดยลำพัง และไม่ต้องแข่งขันกับผู้อื่น หากมีข้อสงสัยให้สอบถามจากครูหรือผู้ควบคุมการเรียนรู้ ห้ามนักเรียนเปิดดูคำตอบก่อน เพราะจะทำให้การศึกษาแบบฝึกทักษะไม่ได้ผล
6. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นตรวจสอบคำตอบ และบันทึกคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ ถ้าได้คะแนนน้อยกว่าแบบทดสอบก่อนเรียน ควรกลับไปศึกษาบทเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
คำแนะนำในการใช้แบบฝึกทักษะ	ข
สารบัญ	ค
แบบทดสอบก่อนเรียน	1
กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	5
จุดประสงค์การเรียนรู้	5
กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน	5
กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน	7
กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน	16
แบบฝึกทักษะที่ 1	19
แบบฝึกทักษะที่ 2	21
แบบฝึกทักษะที่ 3	23
แบบทดสอบหลังเรียน	26
บรรณานุกรม	30
ภาคผนวก	31
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	32
แนวคำตอบแบบฝึกทักษะที่ 1	33
แนวคำตอบแบบฝึกทักษะที่ 2	37
แนวคำตอบแบบฝึกทักษะที่ 3	41
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	47
รายละเอียดแนวคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน	48

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้

1. ประโยคใดต่อไปนี้เป็นกรอธิบายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

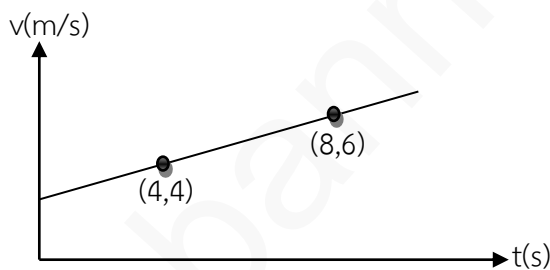
ก. ถ้า $\vec{F} = 0$ ผลที่ตามมา คือ $\vec{v} = 0$

ข. ถ้า $\vec{F} = 0$ ผลที่ตามมา คือ \vec{v} คงตัว

ค. ถ้า \vec{F} คงตัว จะได้ว่า $a = \frac{\vec{F}}{m}$

ง. ตัวเลือก ก และ ข ถูกต้อง

2. กราฟระหว่างความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของมวล m เป็นดังรูป จงหาความเร่งของมวล m เป็นเท่าใด



ก. 6.0 เมตรต่อวินาที²

ข. 4.0 เมตรต่อวินาที²

ค. 2.0 เมตรต่อวินาที²

ง. 0.5 เมตรต่อวินาที²

3. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. ชายคนหนึ่งพยายามดันวัตถุก้อนหนึ่งให้ขยับไปบนพื้นตามแนวระดับ แต่วัตถุไม่ขยับ แสดงว่ามีแรงคู่ปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศตรงกันข้าม

2. เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่ออนุภาค จะทำให้อัตราเร็วของอนุภาคเปลี่ยนไปเสมอ

3. เมื่อมีแรงที่กระทำต่อวัตถุคงตัว จะได้ขนาดของความเร่งของวัตถุแปรผกผันกับมวลของวัตถุ

ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

ก. เฉพาะข้อ 2

ข. เฉพาะข้อ 3

ค. ข้อ 1 และ 2

ง. ข้อ 1 และ 3

14. ช้างลากท่อนซุงมวล 30 กิโลกรัม โดยเชือกที่ลากท่อนซุงทำมุม 60 องศาับแนวระดับ ทำให้ท่อนซุงเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 10 เมตรต่อวินาที² อยากทราบว่าช้างออกแรงดึงท่อนซุงเท่าใด

ก. 150 นิวตัน

ข. 300 นิวตัน

ค. 450 นิวตัน

ง. 600 นิวตัน

15. ออกแรง \vec{F} ผลักวัตถุมวล M ทำให้วัตถุนี้มีความเร่ง 2 เมตรต่อวินาที² เมื่อออกแรง เดียวกันนี้ ผลักวัตถุมวล m จากหยุดนิ่ง ทำให้วัตถุมวล m เคลื่อนที่ได้ 5 เมตร ในเวลา 1 วินาที อยากทราบว่ามวล M มีขนาดเป็นกี่เท่าของมวล m

ก. 2 เท่า

ข. 3 เท่า

ค. 5 เท่า

ง. 6 เท่า



กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. บอกกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
2. อธิบายได้ว่าเมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุคงตัว จะได้ความเร่งของวัตถุแปรผันตรงกับแรงลัพธ์ที่กระทำ
3. อธิบายได้ว่าเมื่อมีแรงที่กระทำต่อวัตถุคงตัว จะได้ขนาดของความเร่งของวัตถุแปรผกผันกับมวลของวัตถุ
4. สรุปหาความสัมพันธ์ของแรง มวล และความเร่งตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน
5. บอกได้ว่า ความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุมีทิศทางเดียวกับทิศทางของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ
6. อธิบายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน
7. วิเคราะห์ และแก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน (Newton's first law of motion)

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน มีใจความว่า วัตถุคงสรุปอยู่นิ่ง หรือสรุปเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ หรือ “กฎของความเฉื่อย” (Law of Inertia) นั่นคือ เฉื่อยต่อการเปลี่ยนรูปการเคลื่อนที่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

ภาษาอังกฤษที่คัดลอกมาจากหนังสือ Principia ของนิวตัน (จุติพันธุ์ ปรัชญพฤทธิ และ สุวรรณ คูสำราญ, 2547) มีใจความ ดังนี้ : Everybody continues in its state of rest, or of uniform motion a right line, unless it is compelled to change that state by forces impressed upon it.

ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสรุปการเคลื่อนที่ นั่นคือ ถ้าเดิมวัตถุอยู่นิ่ง ก็คงจะอยู่นิ่งต่อไป เช่น สิ่งของที่โทรศัพท์ที่วางอยู่บนโต๊ะ หนังสือ สมุดที่วางอยู่บนโต๊ะ เป็นต้น

ถ้าวัตถุเคลื่อนที่อยู่แล้วด้วยความเร็วคงตัวค่าหนึ่ง วัตถุนั้นก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงตัวเท่าเดิม เช่น พัดลมเพดานที่กำลังหมุนด้วยความเร็วคงตัว รถที่เคลื่อนที่บนถนนด้วยความเร็วคงตัว เป็นต้น

$$\sum \vec{F} = 0$$

เมื่อ $\sum \vec{F}$ คือ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

ความเฉื่อย

ความเฉื่อย (อังกฤษ: inertia) ในทางฟิสิกส์ เป็นคุณสมบัติของวัตถุทั้งหมด วัตถุที่ไม่เคลื่อนที่ยังคงหยุดนิ่งจนกว่าจะมีแรงมากระทำต่อวัตถุนั้น วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะยังคงเคลื่อนที่ต่อไปด้วยอัตราเร็วคงตัวและทิศทางเดิมจนกว่าจะมีแรงมากระทำเพื่อเปลี่ยนอัตราเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ (wikipedia สารานุกรมเสรี, 2555; ก่องกัญจน์ ภัทรากาญจน์, 2552) กฎของความเฉื่อย กล่าวว่า

มวลซึ่งอยู่กับที่ย่อมอยู่กับที่ตลอดไป หรือมวลที่เคลื่อนที่อยู่แล้ว จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงตัว เว้นแต่จะมีแรงภายนอกมาทำให้มันเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

หากกำลังนั่งอยู่ในรถยนต์ที่กำลังวิ่ง แล้วคนขับเบรกกะทันหัน เราจะต้องยึดตัวเองไว้ให้ดี เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายไปข้างหน้า ปัจจุบันมีกฎหมายบังคับให้ทุกคนที่นั่งข้างหน้าต้องคาดเข็มขัดนิรภัยเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ในทำนองเดียวกัน เมื่อรถเริ่มออกจากที่จอด เราอยู่ในรถเหมือนว่าถูกดันไปติดที่เบาะ จากตัวอย่างทั้งสองกรณี ตัวเราแสดงสมบัติของ **ความเฉื่อย**



รูป 1 ตัวตลกกำลังขับรถบนถนนด้วยอัตราเร็วคงตัว (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, online)

ความเฉื่อย (inertia) คือ สมบัติของวัตถุที่ต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรือเป็นสมบัติที่พยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่เดิมของวัตถุเอาไว้

มวล (mass) คือ ปริมาณที่บอกให้ทราบว่า วัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยวัดในระบบ SI เป็น กิโลกรัม (kg) ถูกเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ m

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน (Newton's second law of motion)

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน มีใจความว่า เมื่อมีแรงลัพธ์ซึ่งมีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากกระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

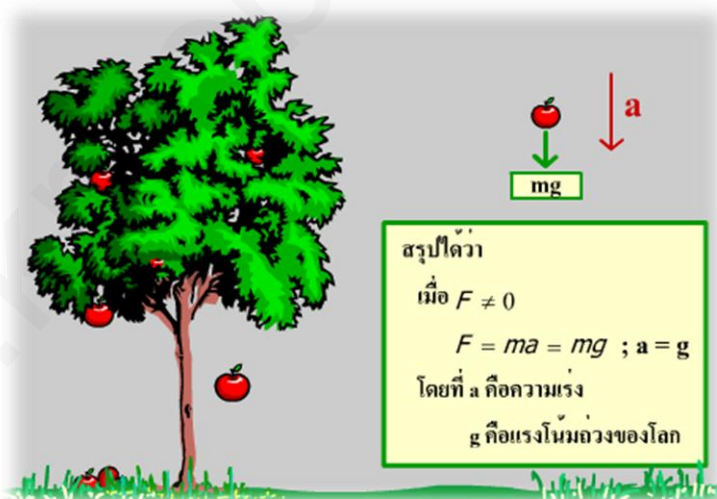
ภาษาอังกฤษที่คัดลอกมาจากหนังสือ Principia ของนิวตัน (วูธิพันธุ์ ปรัชญพทุทธิ และ สุวรรณ คูสำราญ, 2547) มีใจความว่า : The change of motion is proportional to the motive force impressed; and is made in the direction of the right line in which that force is impressed.

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

เมื่อ $\sum \vec{F}$ คือ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

m คือ มวล มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

\vec{a} คือ ความเร่ง มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที² (m/s²)



รูป 2 การเคลื่อนที่ตกของผลแอปเปิล ด้วยค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, online)

หลักในการทำโจทย์ปัญหา เราจะใช้วิธีการ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา

- ประการแรก โจทย์ถามอะไร
ประการที่สอง เรารู้อะไรจากโจทย์บ้าง

2. วางแผนแก้ปัญหา (สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา, 2553)

- กลยุทธ์ช่วยคิดที่ 1 การวาดภาพ (draw a picture)
กลยุทธ์ช่วยคิดที่ 2 การหารูปแบบ(find a pattern) การเลือกสูตร
กลยุทธ์ช่วยคิดที่ 3 การคิดแบบย้อนกลับ(word backwards)
กลยุทธ์ช่วยคิดที่ 4 การสร้างตาราง(make a table)
กลยุทธ์ช่วยคิดที่ 5 การเดาและตรวจสอบ(guess and check)
กลยุทธ์ช่วยคิดที่ 6 การทำให้อยู่ในรูปอย่างง่าย (solve a simple problem)
กลยุทธ์ช่วยคิดที่ 7 การเลือกยุทธวิธี (choose a strategy)

*** กลยุทธ์ช่วยคิดเหล่านี้นักเรียนไม่จำเป็นต้องเลือกทุกวิธี แต่เลือกให้เหมาะสมกับโจทย์ที่ถามและไม่ได้เรียงลำดับก่อนหลังในการเลือก

3. ลงมือแก้ปัญหา

- การแก้สมการ เพื่อหาคำตอบ

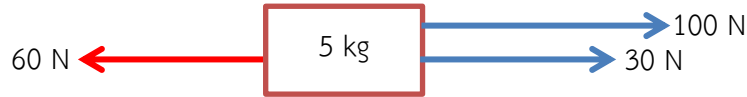
4. ตรวจสอบคำตอบ/สรุป

- ให้นักเรียนตรวจสอบว่าตอบคำถามตามที่โจทย์กำหนดครบถ้วนหรือไม่
- การใส่หน่วยในตัวแปรครบหรือไม่
- ตรวจสอบการแก้สมการว่าถูกต้องหรือไม่



รู้หลักวิธีการแก้โจทย์ปัญหาแล้ว
ลองไปดูตัวอย่างเพื่อให้เกิดความ
เข้าใจยิ่งขึ้นครับ

ตัวอย่าง กล้องมีมวล 5 กิโลกรัม และมีแรงดึงดังรูป จงหาความเร่ง และทิศทางการเคลื่อนที่ของกล้องนี้



ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา

1. ทำความเข้าใจปัญหา

ประการแรก โจทย์ถามอะไร => ความเร่ง \vec{a} และทิศทางการเคลื่อนที่ของกล้อง

ประการที่สอง เรารู้อะไรจากโจทย์บ้าง => แรงที่กระทำด้านขวา 130 นิวตัน
แรงที่กระทำด้านซ้าย 60 นิวตัน

2. วางแผนแก้ปัญหา เราอาจเลือกกลยุทธ์ที่ 5 ในการเดาและตรวจสอบปัญหาน้อย่างสมเหตุสมผลว่าแรงที่กระทำด้านขวามากกว่าทิศทางการเคลื่อนที่ของกล้องควรไปด้านขวา

เลือกสูตรที่ใช้คำนวณหาความเร่ง $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

3. ลงมือแก้ปัญหา

จากโจทย์จะพบว่าแรงที่มากระทำกับกล้องมีทั้งหมด 3 แรง คือ แรงด้านซ้ายมือจำนวน 1 แรง และ แรงด้านขวามือจำนวน 2 แรง ซึ่งในการคำนวณให้รวมแรงแบบเวกเตอร์ จะได้ว่า

$$\begin{array}{ccc} \text{แรงด้านซ้าย} & = & 60 \text{ N} \\ \leftarrow & & \longrightarrow \end{array} \quad \text{แรงด้านขวา} = 100 + 30 = 130 \text{ N}$$

ดังนั้นเราจะได้ว่า

$$\sum \vec{F} = 130 - 60 = 70 \text{ N} \quad \text{มีทิศไปทางขวา}$$

โจทย์ต้องการหาความเร่งของกล้อง ให้นักเรียนทำการเลือกสูตรที่จะนำมาใช้ในการคำนวณ

จากสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

แทนค่าตัวแปร จะได้ $70 \text{ N} = (5 \text{ kg})\vec{a}$

$$\vec{a} = \frac{70 \text{ N}}{5 \text{ kg}}$$

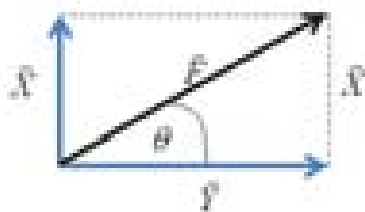
$$\vec{a} = 14 \text{ m/s}^2$$

4. การตรวจสอบ/สรุป

ความเร่งของกล้องเท่ากับ 14 เมตรต่อวินาที² มีทิศทางไปทางขวา (มีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์)

กรณีที่แรงที่มากระทำทำมุมกับแนวระดับ

คณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ที่นักเรียนควรทราบ ได้แก่ การแตกเวกเตอร์



พิจารณาสามเหลี่ยม FXY

$$\text{จะได้ว่า } \sin \theta = \frac{\bar{X}}{\bar{F}} \quad \text{ดังนั้น } \bar{X} = \bar{F} \sin \theta$$

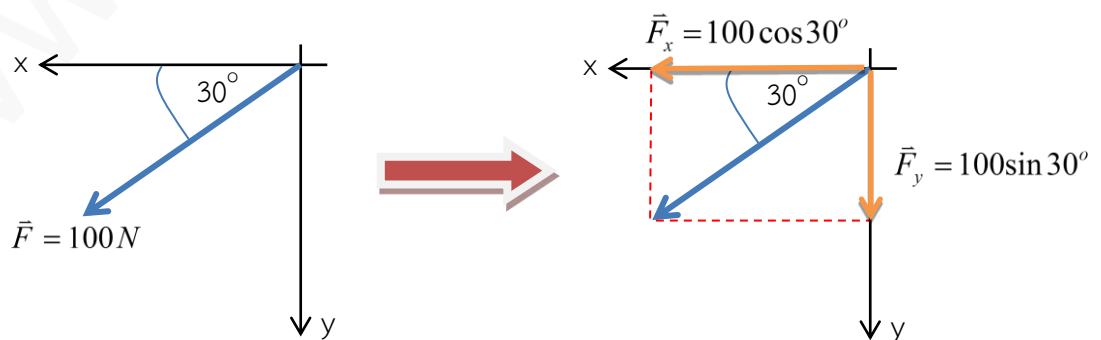
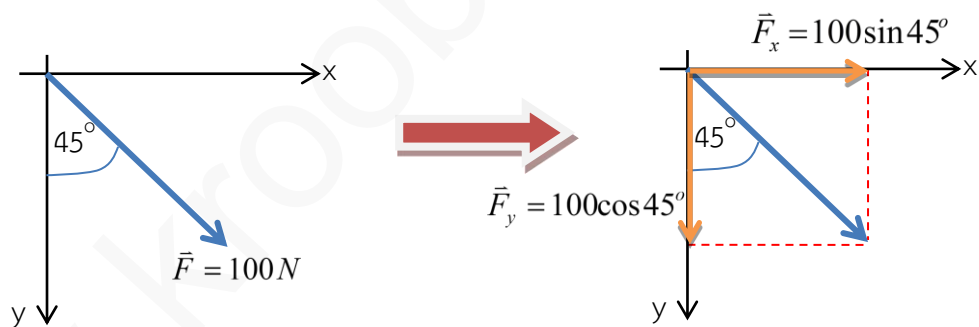
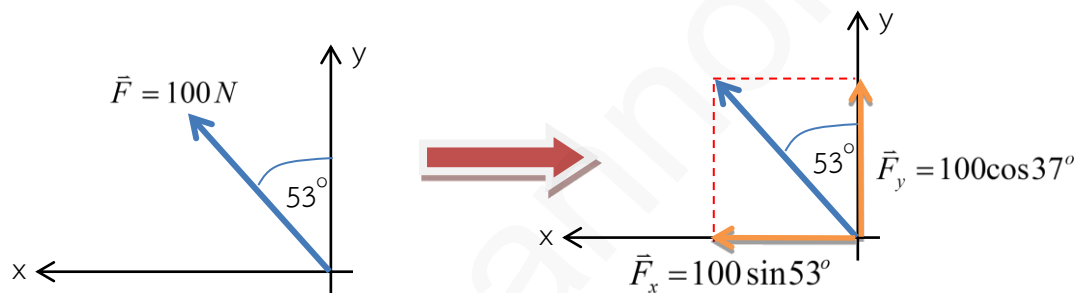
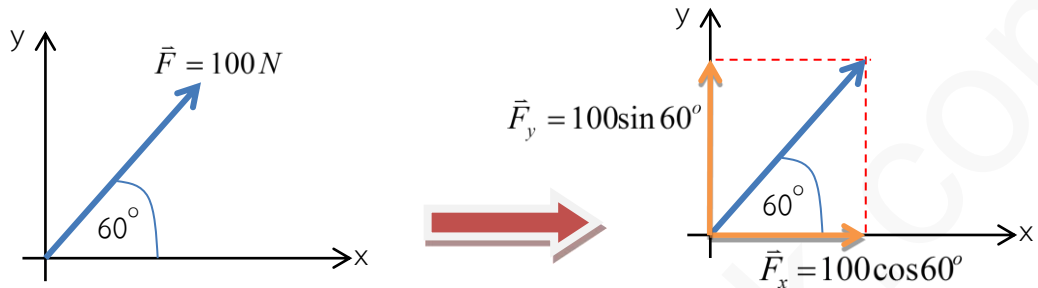
$$\cos \theta = \frac{\bar{Y}}{\bar{F}} \quad \text{ดังนั้น } \bar{Y} = \bar{F} \cos \theta$$

เทคนิคการคิดลัด หากเวกเตอร์ส่วนประกอบที่อยู่ชิดมุม θ จะใช้ $\cos \theta$
หากเวกเตอร์ส่วนประกอบที่อยู่ห่างมุม θ จะใช้ $\sin \theta$

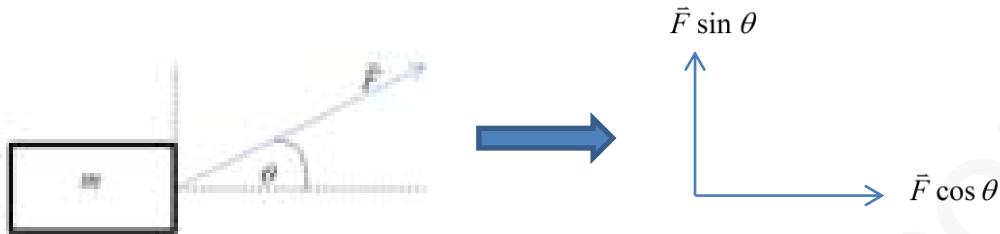
ค่ามุมที่ควรทราบ

มุม θ	$\sin \theta$	$\cos \theta$	$\tan \theta$
0°	0	1	0
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
37°	$\frac{3}{5}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$
53°	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{4}{3}$

ในการแตกเวกเตอร์ 1 เวกเตอร์ออกเป็นเวกเตอร์ส่วนประกอบ 2 เวกเตอร์ในแนวตั้งฉากกัน
 เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้นและจะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้โดยจะยกตัวอย่างเป็นรูปด้าน
 ซ้ายมือจะเป็นเวกเตอร์ \vec{F} และด้านขวามือจะแสดงเวกเตอร์ส่วนประกอบ \vec{F}_x และ \vec{F}_y



ตัวอย่าง จงหาความเร่งในการดึงกล่องมวล m กิโลกรัม ด้วยแรง \vec{F} นิวตัน



รูป (ก) การออกแรงดึงวัตถุมวล m ที่ทำมุม θ กับแนวระดับ รูป (ข) การแตกเวกเตอร์แรง \vec{F}

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์

โจทย์ต้องการทราบความเร่ง \vec{a}

โจทย์กำหนด วัตถุมวล m

โจทย์กำหนดมุมที่ทำกับแนวระดับ θ

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

ต้องทำการแตกแรง \vec{F} ออกเป็นเวกเตอร์

ส่วนประกอบในแนวตั้งฉากกัน

(เลือกใช้กลยุทธ์ช่วยคิด การวาดภาพ การหารูปแบบและเลือกสูตรคำนวณ)

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติตามแผน

การหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนั้นเมื่อแตกแรง

จะได้ดังรูป (ข) เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ในแนวระดับจะพบว่าแรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่คือ
แนวแกน x ดังนั้น จะได้ว่า

$$\sum \vec{F} = \vec{F} \cos \theta$$

โจทย์ต้องการหาความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุมวล m ที่ทำมุม θ กับแนวระดับ
สามารถหาได้จากสูตร

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

แทนค่าจะได้ว่า

$$\vec{F} \cos \theta = m\vec{a}$$

ดังนั้น

$$\vec{a} = \frac{\vec{F} \cos \theta}{m}$$

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ/สรุป

คำตอบตรงกับที่โจทย์ถาม

$$\vec{a} = \frac{\vec{F} \cos \theta}{m}$$

$$\vec{F} \cos \theta = m\vec{a}$$

นั่นคือ ความเร่งในการลากกล่องมวล m กิโลกรัม เท่ากับ $\vec{a} = \frac{\vec{F} \cos \theta}{m}$

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสมการการเคลื่อนที่ในแนวตรง

ในการคำนวณในเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันจะมีตัวแปรที่เชื่อมโยงกับสมการการเคลื่อนที่ในแนวตรง จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

สมการการเคลื่อนที่ในแนวตรงที่เกี่ยวข้องกับค่าความเร่ง \vec{a}



$$\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t$$

$$\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

$$\vec{v}^2 = \vec{u}^2 + 2\vec{a}\vec{s}$$



เมื่อ	\vec{u}	คือ ความเร็วต้น มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)
	\vec{v}	คือ ความเร็วปลาย มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)
	\vec{s}	คือ ระยะการกระจัด มีหน่วยเป็น เมตร (m)
	\vec{a}	คือ ความเร่ง มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที ² (m/s ²)
	t	คือ เวลา มีหน่วยเป็น วินาที (s)

นั่นแสดงว่า เมื่อโจทย์กำหนดสถานการณ์สำหรับการเคลื่อนที่ที่สามารถหาความเร่งจากสมการการเคลื่อนที่ในแนวตรงได้ และนำค่าความเร่งจากการคำนวณไปใช้ในสมการ $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ เพื่อคำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ต้องการทราบ

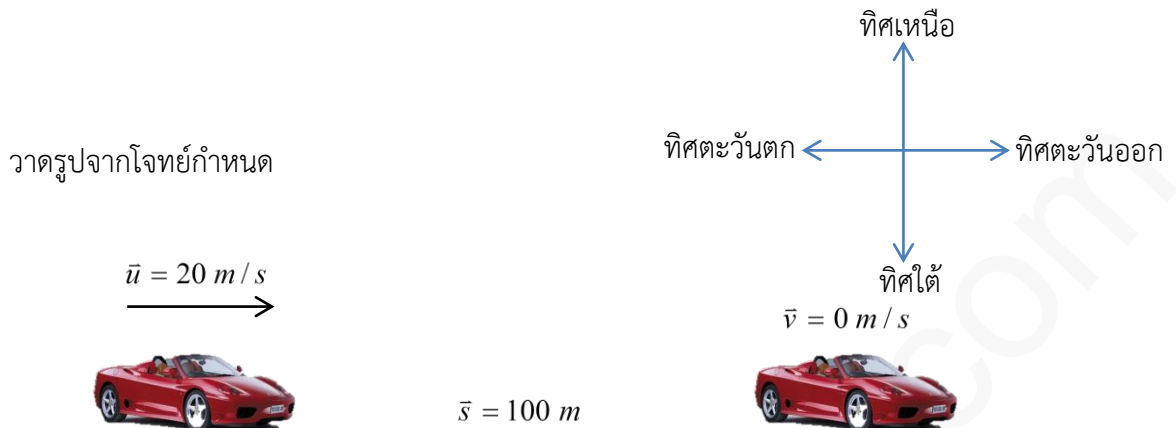
ตัวอย่าง รถยนต์คันหนึ่งมีมวล 1200 กิโลกรัม กำลังแล่นบนถนนด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาทีไปทางทิศตะวันออก เมื่อคนขับดับเครื่องยนต์ รถยนต์คันนี้แล่นต่อไปอีกเป็นระยะทาง 100 เมตร จึงหยุดนิ่ง จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อรถยนต์คันนี้

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์

โจทย์ต้องการทราบขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ $\sum \vec{F}$

โจทย์กำหนดให้ $m = 1200 \text{ kg}$, $\vec{u} = 20 \text{ m/s}$, $\vec{s} = 100 \text{ m}$, $\vec{v} = 0 \text{ m/s}$

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา (เลือกใช้กลยุทธ์ช่วยคิด การวาดภาพ การหารูปแบบและเลือกสูตรคำนวณ)



กำหนดทิศที่มีเครื่องหมายบวก แล้วหาความเร่งจากสมการ
จากนั้นนำไปหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ จากสมการ

$$\vec{v}^2 = \vec{u}^2 + 2\vec{a}\vec{s}$$

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติตามแผน

หาค่าความเร่งจากสมการการเคลื่อนที่ในแนวตรง จากสูตร

$$\vec{v}^2 = \vec{u}^2 + 2\vec{a}\vec{s}$$

แทนค่าสิ่งที่โจทย์กำหนดในตัวแปร

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } 0(\text{m/s})^2 &= (20\text{m/s})^2 + 2\vec{a}(100\text{m}) \\ 0(\text{m/s})^2 &= 400(\text{m/s})^2 + (200\text{m})\vec{a} \\ -400(\text{m/s})^2 &= (200\text{m})\vec{a} \\ \vec{a} &= \frac{-400(\text{m/s})^2}{200\text{m}} \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } \vec{a} = -2 \text{ m/s}^2$$

นั่นคือ รถยนต์แล่นด้วยความเร่ง 2 เมตรต่อวินาที² โดยทิศทางของความเร่งไปทางทิศตะวันตก

การหาแรงลัพธ์ จากสูตร

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

แทนค่าตัวแปรจากโจทย์กำหนด จะได้

$$\begin{aligned} \sum \vec{F} &= (1200\text{kg})(-2\text{m/s}^2) \\ \sum \vec{F} &= -2400\text{N} \end{aligned}$$

ขั้น 4 การตรวจสอบ/สรุปแรงลัพธ์ที่กระทำกับรถยนต์มีค่าเท่ากับ 2400 นิวตัน โดยทิศทางไปทางทิศตะวันตกหรือตรงข้ามกับการเคลื่อนที่เนื่องจากค่าที่คำนวณติดลบ

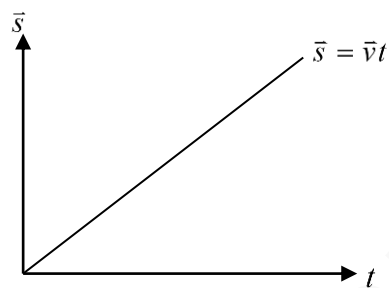
การวิเคราะห์ผลการทดลองกับกราฟความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ผลการทดลอง จะใช้กราฟเส้นตรงเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสองปริมาณที่เป็นปริมาณกัน กราฟเส้นโค้งใช้ดูการเปลี่ยนแปลงได้แต่ไม่สามารถพิสูจน์ความสัมพันธ์ได้อย่างชัดเจน (จริญ บุระตะ, 2554)

สมการของกราฟเส้นตรงจะอยู่ในรูป $y = mx + c$ เมื่อ m คือ ความชัน(slope) และ c คือจุดตัดแกน y

กราฟความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง

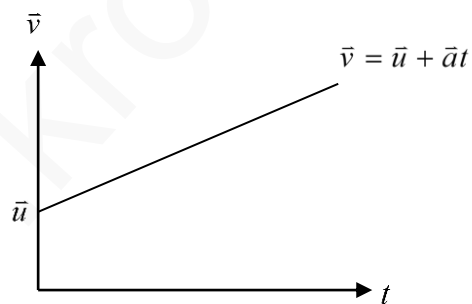
1. กราฟระหว่างการกระจัดกับเวลา



*** กราฟระหว่างการกระจัด (\bar{s}) กับเวลา (t) จะได้ ความชัน เท่ากับ ความเร็ว (\bar{v})

ความชันคงตัว \bar{v} คงตัว $\bar{a} = 0$

2. กราฟระหว่างความเร็วกับเวลา



*** กราฟระหว่างความเร็ว (\bar{v}) กับเวลา (t) จะได้ ความชัน เท่ากับ ความเร่ง (\bar{a}) และพื้นที่ใต้กราฟเท่ากับการกระจัด (\bar{s})

ความชันคงตัว \bar{a} คงตัว

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน (Newton's third law of motion)

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน มีใจความว่า **ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันและทิศตรงข้ามเสมอ** (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

ภาษาอังกฤษที่คัดลอกมาจากหนังสือ Principia ของนิวตัน (วูธิพันธุ์ ปรัชญพฤทธิ์ และ สุวรรณ คูสำราญ, 2547) มีใจความว่า : To every action there is always opposed and equal reaction: or mutual actions of two bodies upon each other are always equal, and directed to contrary parts.

นิวตัน กำหนดให้เรียกแรง 2 แรง ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตันว่า แรงกิริยา (action force) และ แรงปฏิกิริยา (reaction force) โดยเมื่อเรียกแรงหนึ่งเป็นแรงกิริยาแล้ว แรงอีกแรงหนึ่งจะเป็นแรงปฏิกิริยา หรืออาจเรียกสลับกันก็ได้ (พงษ์ศักดิ์ ชินนาบุญ, 2555)



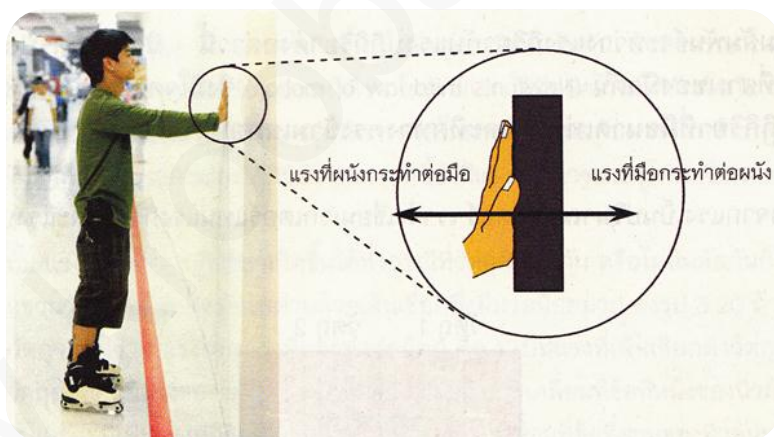
รูป 3 แรงที่กระทำต่อวัตถุ (Science New, 2553)

จากรูป 3 เมื่อออกแรงใช้ค้อนตีตะปู โดย \vec{F} ค้อนต้อนตะปู กระทำต่อตะปู ทำให้ความเร็วของตะปูเปลี่ยนจากหยุดนิ่งและเคลื่อนที่และหยุดนิ่งอีกครั้ง เมื่อพิจารณากฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันจะบอกได้ว่ามีแรงกระทำต่อตะปูในเวลาเดียวกันความเร็วของค้อนก็มีการเปลี่ยนแปลงเช่นกันแรงดังกล่าวนี้คือ \vec{F} ตะปูต้อนค้อน



รูป 4 แรงสำหรับการเคลื่อนที่ของซีปนาวุธ (ฟิสิกส์ราชมงคล, 2554)

จากรูป 4 ซีปนาวุธเคลื่อนที่ได้จากการออกแรงดันของ \vec{F} ซีปนาวุธกระทำต่อแก๊ส กระทำต่อแก๊สที่ปล่อยออกจากซีปนาวุธ จากนั้นจะมีแรง \vec{F} แก๊สกระทำต่อซีปนาวุธ กระทำต่อซีปนาวุธด้วย แรงนี้ช่วยให้ซีปนาวุธเคลื่อนที่ได้แม้อยู่ในอากาศ



รูป 5 แรงที่มือและผนังห้องกระทำต่อกัน
(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

จากรูป 5 แรงที่มือและผนังห้องกระทำต่อกัน เราเรียกแรงที่กระทำและแรงที่โต้ตอบว่าแรงกิริยากับแรงปฏิกิริยา หรือ แรงคู่กิริยา- ปฏิกิริยา (action – reaction pair)

สิ่งสำคัญจากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน คือ แรงไม่สามารถเกิดขึ้นจากวัตถุเพียงหนึ่งวัตถุได้แต่จะเกิดขึ้นได้ต้องเป็นการกระทำร่วมกันของสองวัตถุ นอกจากนี้แล้วแรงที่เกิดขึ้นยังเป็นแรงที่กระทำบนคนละวัตถุโดยเป็นแรงที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม

ข้อควรระวัง

1. ถึงแม้แรงระหว่างวัตถุจะเป็นแรงสองแรงที่มีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงกันข้าม แต่ไม่สามารถนำมารวมกันเป็นศูนย์หรือหักล้างกันตามการหาผลรวมแบบเวกเตอร์ได้ เนื่องจากเป็นแรงกระทำบนคนละวัตถุ

2. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากัน ไม่จำเป็นต้องทำให้วัตถุที่ออกแรงกระทำต่อกันเกิดความเร่งที่มีขนาดเท่ากัน สาเหตุเนื่องจากมวลของวัตถุที่ออกแรงกระทำต่อกันอาจจะไม่เท่ากัน โดยวัตถุที่มีมวลมากจะมีขนาดของความเร่งน้อยกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ตัวอย่างเช่น รถจักรยานชนกับรถบรรทุกที่มีมวลมากกว่า ถึงแม้แรงที่เกิดขึ้นระหว่างรถทั้งสองคันจะมีขนาดเท่ากัน แต่รถจักรยานที่มีมวลน้อยจะมีขนาดของความเร่งมากกว่า



สุดยอดเทคนิคพิชิตโจทย์ปัญหา
ในการนำกฎการเคลื่อนที่ของ
นิวตันไปใช้ครับ

อ่านโจทย์ด้วยความตั้งใจ

เขียนรูปใส่แรงที่กระทำทั้งหมดต่อวัตถุ

แตกแรงทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุไปใน

แนวตั้งฉากและขนานกับแนวการเคลื่อนที่

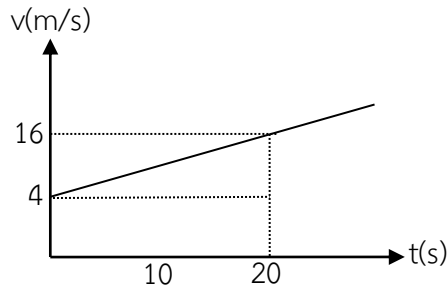
เลือกใช้สูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

โดยพิจารณาว่าความเร่งจะมีทิศตามทิศแรงที่มากกว่า

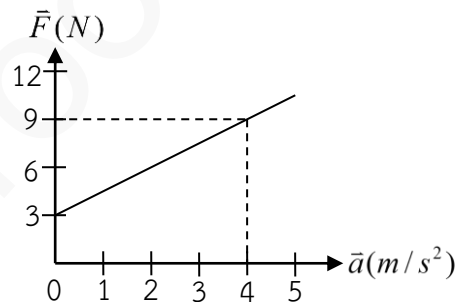
แรงที่มีทิศเดียวกับความเร่ง เป็นตัวตั้ง ส่วนแรงที่

สวนทางเป็นตัวลบ หาแรงลัพธ์ให้ได้แล้วแทนในสูตร

3. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อมวล 20 กิโลกรัม ทำให้มวลเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสัมพันธ์กับเวลาดังกราฟที่กำหนดให้ จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนี้ในหน่วยนิวตัน



4. การทดลองเพื่อพิสูจน์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยมีการชดเชยแรงเสียดทาน และใช้แรงขนาดต่าง ๆ ลากมวลและวัดความเร่ง เมื่อเขียนกราฟระหว่างแรงกับความเร่งได้กราฟดังรูป จากการทดลองนี้ แสดงว่ามวลที่ทดลองมีค่าเท่าใด



Blank handwriting practice lines.

A diagram showing a rectangular block labeled "15 kg". Two forces are applied to the block at 45-degree angles to a horizontal dashed line. The force on the left is labeled $\vec{F} = 80\text{ N}$ and points up and to the left. The force on the right is labeled $\vec{F} = 100\text{ N}$ and points up and to the right. Below the dashed line are several horizontal dotted lines for calculations.



3. นักกล้ำคนหนึ่งลากรถมวล 10 กิโลกรัม จากหยุดนิ่ง บรรจุของมวล 30 กิโลกรัม ด้วยแรง 200 นิวตัน ถ้าคิดว่าพื้นและรถไม่มีความฝืด ในเวลา 2 วินาทีนักกล้ำคนนี้จะลากรถไปได้ไกลเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. แรงขนาดหนึ่งกระทำต่อวัตถุมวล m_1 ทำให้วัตถุนั้นมีความเร่ง 6 เมตรต่อวินาที² เมื่อแรงขนาดเดียวกันนั้นกระทำต่อวัตถุซึ่งมีมวล m_2 ทำให้วัตถุมีความเร่ง 18 เมตรต่อวินาที² จงหาอัตราส่วนระหว่าง $m_1 : m_2$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



5. เมื่อใช้แรงขนาด 40 นิวตัน กระทำต่อมวล 12 กิโลกรัม ซึ่งเดิมวางอยู่นิ่งให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นราบ
ปรากฏว่าวัตถุเคลื่อนที่ไปได้ 5 เมตร ในเวลา 6 วินาที อยากทราบว่า

ก. ความเร่งของวัตถุเป็นเท่าใด

ข. อัตราส่วนระหว่างแรงที่ใช้ต่อมวลเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

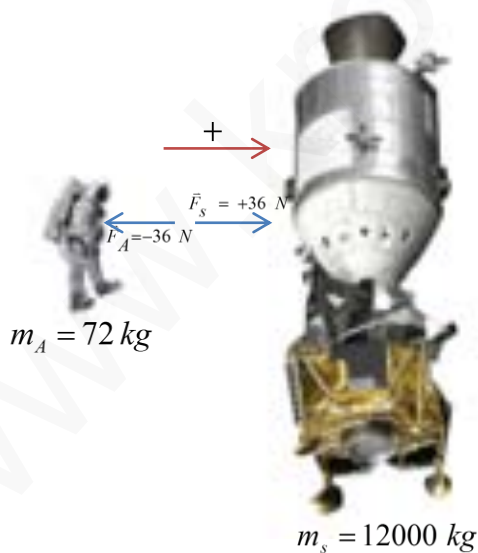
.....

.....

.....

.....

6. นักบินอวกาศมวล 72 กิโลกรัม ออกแรง 36 นิวตัน ผลักยานอวกาศมวล 12000 กิโลกรัม ดังรูป
จงคำนวณหาความเร่งของนักบินอวกาศและยานอวกาศ กำหนดให้ไม่ต้องพิจารณาแรงจากวัตถุอื่น



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ที่มา : (responsejp, 2555) และ (มนุษย์อวกาศ, 2555)



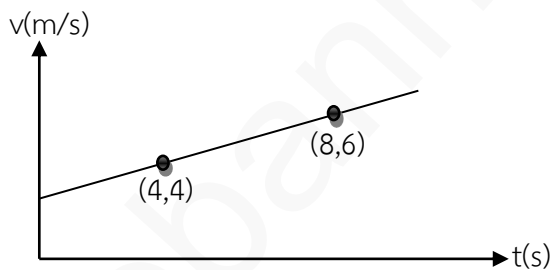
แบบทดสอบหลังเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้

1. ประโยคใดต่อไปนี้เป็นกรอธิบายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

- ก. ถ้า $\vec{F} = 0$ ผลที่ตามมา คือ $\vec{v} = 0$
- ข. ถ้า $\vec{F} = 0$ ผลที่ตามมา คือ \vec{v} คงตัว
- ค. ถ้า \vec{F} คงตัว จะได้ว่า $a = \frac{\vec{F}}{m}$
- ง. ตัวเลือก ก และ ข ถูกต้อง

2. กราฟระหว่างความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของมวล m เป็นดังรูป จงหาความเร่งของมวล m เป็นเท่าใด



- ก. 0.5 เมตรต่อวินาที²
- ข. 2.0 เมตรต่อวินาที²
- ค. 4.0 เมตรต่อวินาที²
- ง. 6.0 เมตรต่อวินาที²

3. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. ชายคนหนึ่งพยายามดันวัตถุก้อนหนึ่งให้ขยับไปบนพื้นตามแนวระดับ แต่วัตถุไม่ขยับ แสดงว่ามีแรงคู่ปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม
2. เมื่อมีแรงที่กระทำต่อวัตถุคงตัว จะได้ขนาดของความเร่งของวัตถุแปรผกผันกับมวลของวัตถุ
3. เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่ออนุภาค จะทำให้อัตราเร็วของอนุภาคเปลี่ยนไปเสมอ

ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

- ก. เฉพาะข้อ 2
- ข. ข้อ 2 และ 3
- ค. ข้อ 1 และ 2
- ง. เฉพาะข้อ 3

ก. 6 เมตรต่อวินาที²
ข. 8 เมตรต่อวินาที²
ค. 10 เมตรต่อวินาที²
ง. 12 เมตรต่อวินาที²

ก. 80 เมตรต่อวินาที ข. 100 เมตรต่อวินาที
ค. 160 เมตรต่อวินาที ง. 200 เมตรต่อวินาที

ก. 1,500 นิวตัน ข. 10,000 นิวตัน
ค. 20,000 นิวตัน ง. 40,000 นิวตัน

ก. 2 เมตร ข. 4 เมตร
ค. 8 เมตร ง. 10 เมตร

ก. 2.8 วินาที ข. 5.6 วินาที
ค. 7.0 วินาที ง. 14.0 วินาที

ก. 5.00 เมตรต่อวินาที²
ข. 7.07 เมตรต่อวินาที²
ค. 8.66 เมตรต่อวินาที²
ง. 14.14 เมตรต่อวินาที²

14. ช้างลากท่อนซุงมวล 30 กิโลกรัม โดยเชือกที่ลากท่อนซุงทำมุม 60 องศาับแนวระดับ ทำให้ท่อนซุงเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 10 เมตรต่อวินาที² อยากทราบว่าช้างออกแรงดึงท่อนซุงเท่าใด

ก. 150 นิวตัน

ข. 300 นิวตัน

ค. 450 นิวตัน

ง. 600 นิวตัน

15. ออกแรง \vec{F} ผลักวัตถุมวล M ทำให้วัตถุนี้มีความเร่ง 2 เมตรต่อวินาที² เมื่อออกแรง เดียวกันนี้ ผลักวัตถุมวล m จากหยุดนิ่ง ทำให้วัตถุมวล m เคลื่อนที่ได้ 5 เมตร ในเวลา 1 วินาที อยากทราบว่ามวล M มีขนาดเป็นกี่เท่าของมวล m

ก. 2 เท่า

ข. 3 เท่า

ค. 4 เท่า

ง. 5 เท่า

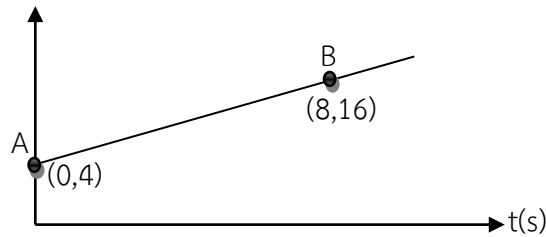


บรรณานุกรม

- ก้องกัญจน์ ภัทรากาญจน์. (2552). *ฟิสิกส์ ม.4 ฟิสิกส์ทั่วไปและกลศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จรัญ บุระตะ. (2554). *ติวโจทย์ฟิสิกส์ PAT2*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์นิพนธ์.
- ช่วง ทมิตตพงศ์ และคณะ. (2550). *รวมสุดยอดข้อสอบ PAT2 ความถนัดทางวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์*. กรุงเทพฯ: ไฮเอ็ดพับลิชชิง จำกัด.
- นิรันดร์ สุวรรรัตน์. (2555). *ตะลุยโจทย์ฟิสิกส์ ม.4-6*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ พ.ศ.พัฒนา จำกัด.
- พงษ์ศักดิ์ ชินนาบุญ. (2555). *ฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.
- ฟิสิกส์ราชชมงคล. (19 มิถุนายน 2554). *ห้องเรียนฟิสิกส์ราชชมงคล*. เรียกใช้เมื่อ 2554 กันยายน 3 จาก ฟิสิกส์ราชชมงคล.
- มนุษย์อวกาศ. (10 January 2555). เรียกใช้เมื่อ 10 April 2555 จาก <http://www.thaigoodview.com/library/contest2552/type1/science03/09/eventapollo.html>
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง. (online). *Applied Physics Ladkabang*. เรียกใช้เมื่อ 2554 มกราคม 2 จาก กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน: <http://www.kmitl.ac.th/~ktbencha/project44/CAI/force/newton/newton.htm#law1>
- วุฒิพันธุ์ ปรัชญพฤทธิ และ สุวรรณ คูสำราญ. (2547). *ฟิสิกส์ โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน.พิมพ์ครั้งที่ 1*. กรุงเทพฯ: สุทธาการพิมพ์ จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *คู่มือครู รายวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 1*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว.
- สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา. (2553). *ยุทธวิธีช่วยคิดคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- responsejp. (6 January 2555). เรียกใช้เมื่อ 11 April 2555 จาก <http://th.responsejp.com/article/img/2009/07/19/127269/113495.html>
- Science New. (1 ธันวาคม 2553). *บทความวิทยาศาสตร์*. เรียกใช้เมื่อ 2554 มีนาคม 6 จาก http://www.neutron.rmutphysics.com/science-news/index.php?option=com_content&task=&id=0&Itemid=0&limit=9&limitstart=837
- wikipedia สารานุกรมเสรี. (16 มกราคม 2555). *วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี*. เรียกใช้เมื่อ 2555 มีนาคม 5 จาก ความเฉื่อย: <http://th.wikipedia.org/wiki>

2. กราฟระหว่างความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของมวล 20 กิโลกรัม เป็นดังรูป จงหาว่า

การเปลี่ยนตำแหน่งจาก A ไป B ต้องการแรงจากภายนอกเท่าใด



แนวคำตอบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ โจทย์ต้องการทราบแรงลัพธ์ \vec{F} ที่มากระทำ

โจทย์กำหนด 1. วัตถุมวล $m = 20 \text{ kg}$

2. กราฟระหว่าง v-t

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา เมื่อโจทย์กำหนดกราฟระหว่าง v-t เราจะสามารถหาความชันของกราฟได้ คือ ความเร่ง (\vec{a}) จากนั้นนำไปแทนในสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติตามแผน หาความชันของกราฟจากจุด A (0,4) และ B (8,16)

$$\text{จะได้ } slope = \frac{16-4}{8-0} = \frac{12}{8} = 1.5$$

นั่นคือ ความเร่งของมวล 20 กิโลกรัม $\vec{a} = 1.5 \text{ เมตรต่อวินาที}^2$

นำค่า \vec{a} แทนในสูตร

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

จะได้

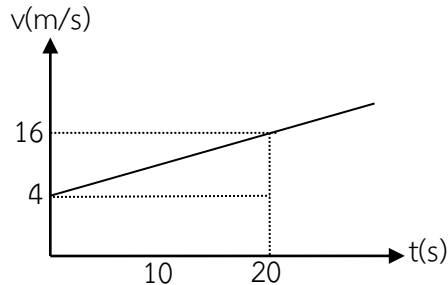
$$\sum \vec{F} = (20\text{kg})(1.5\text{ m/s}^2)$$

$$\sum \vec{F} = 30 \text{ N}$$

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ/สรุป

ความเร่งจากกราฟมีค่าเท่ากับ $1.5 \text{ เมตรต่อวินาที}^2$ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนี้นี้มีค่าเท่ากับ 30 นิวตัน

3. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อมวล 20 กิโลกรัม ทำให้มวลเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสัมพันธ์กับเวลาดังกราฟที่กำหนดให้ จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนี้ในหน่วยนิวตัน



แนวคำตอบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ โจทย์ต้องการทราบแรงลัพธ์ \vec{F} ที่มากระทำ
 โจทย์กำหนด 1. วัตถุมวล $m = 20 \text{ kg}$
 2. กราฟระหว่าง v - t

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา เมื่อโจทย์กำหนดกราฟระหว่าง v - t เราจะสามารถหาความชันของกราฟได้ คือ ความเร่ง (\vec{a}) จากนั้นนำไปแทนในสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติตามแผน หาความชันของกราฟจากจุด $(0,4)$ และ $(20,16)$

$$\text{จะได้ } \text{slope} = \frac{16-4}{20-0} = \frac{12}{20} = 0.6$$

นั่นคือ ความเร่งของมวล 20 กิโลกรัม $\vec{a} = 0.6$ เมตรต่อวินาที²

นำค่า \vec{a} แทนในสูตร

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

จะได้

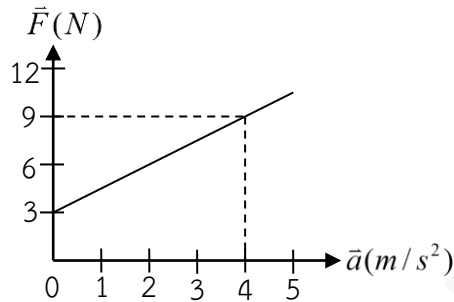
$$\sum \vec{F} = (20\text{kg})(0.6\text{m/s}^2)$$

$$\sum \vec{F} = 12 \text{ N}$$

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ/สรุป

ความเร่งจากกราฟมีค่าเท่ากับ 0.6 เมตรต่อวินาที² แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนี้มีค่าเท่ากับ 12 นิวตัน

4. การทดลองเพื่อพิสูจน์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยมีการชดเชยแรงเสียดทาน และใช้แรงขนาดต่าง ๆ ลากมวลและวัดความเร่ง เมื่อเขียนกราฟระหว่างแรงกับความเร่งได้กราฟดังรูป จากการทดลองนี้ แสดงว่ามวลที่ทดลองมีค่าเท่าใด



แนวคำตอบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ โจทย์ต้องการทราบมวลที่ใช้ในการทดลอง m
 โจทย์กำหนด 1. กราฟระหว่าง \bar{F} กับ \bar{a}

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา เมื่อโจทย์กำหนดกราฟระหว่าง \bar{F} กับ \bar{a} จะสามารถหาความชันของกราฟได้ คือ m เทียบจากสูตร $\sum \bar{F} = m\bar{a}$

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติตามแผน หาความชันของกราฟจากเลือกจากจุด (0,3) และ (4,9)

$$\text{จะได้ } slope = \frac{9-3}{4-0} = \frac{6}{4} = 1.5$$

นั่นคือ มวลของวัตถุเท่ากับ 1.5 กิโลกรัม

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ/สรุป

ความเร่งจากกราฟมีค่าเท่ากับ 1.5 เมตรต่อวินาที² นั้นแสดงว่ามวลที่ทดลองมีค่าเป็น 1.5 กิโลกรัม

2. วัตถุมวล 10 กิโลกรัม ผูกเชือกและถูกลากด้วยแรง 120 นิวตัน โดยเชือกทำมุม 37 องศา กับแนวระดับ จงหาว่าวัตถุนี้จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใด

แนวคำตอบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์

โจทย์กำหนด $m = 10 \text{ kg}$, $\vec{F} = 120 \text{ N}$

ทำมุม $\theta = 37^\circ$ กับแนวระดับ

โจทย์ต้องการทราบความเร่ง \vec{a}

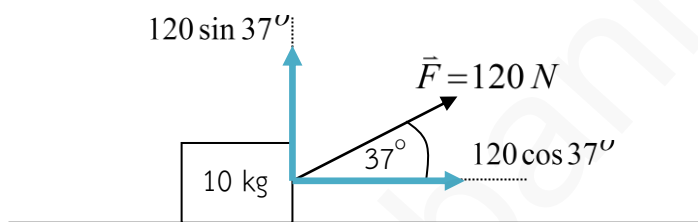
ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา
เคลื่อนที่ในแนวระดับ จากนั้น เลือกสูตร

วาดรูปและทำการแตกแรงเพื่อหาแรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุ

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

โดย $\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m}$

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติตามแผน



จะได้ว่า แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนวระดับ คือ $\sum \vec{F} = 120 \cos 37^\circ$

$$\sum \vec{F} = 120 \left(\frac{4}{5} \right) \text{ N}$$

$$\sum \vec{F} = 120 \left(\frac{4}{5} \right) \text{ N}$$

$$\sum \vec{F} = 96 \text{ N}$$

หาความเร่ง

แทนในสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

โดย $\vec{a} = \frac{96 \text{ N}}{10 \text{ kg}} = 9.6 \text{ m/s}^2$

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ/สรุป

ดังนั้น แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เท่ากับ 96 นิวตัน และทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 9.6 เมตรต่อวินาที²

3. วัตถุมวล 5 กิโลกรัม ถูกลากด้วยแรง \vec{F} นิวตันทำมุม 53° องศา กับแนวระดับ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง $10 \text{ เมตรต่อวินาที}^2$ อยากแรงที่ใช้ลากวัตถุนี้เป็นเท่าใด

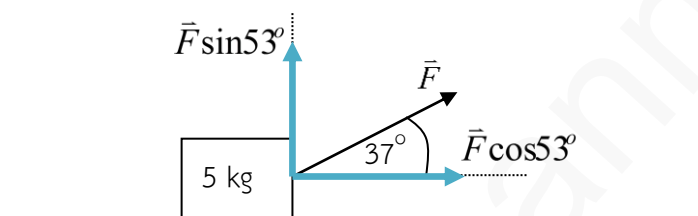
แนวคำตอบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ โจทย์กำหนดมวล $m = 5 \text{ kg}$ ทำมุม $\theta = 53^\circ$ กับแนวระดับ
ความเร่ง $\vec{a} = 10 \text{ m/s}^2$

โจทย์ต้องการทราบแรงที่ใช้ลากวัตถุ \vec{F}

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา วาดรูปและทำการแตกแรง และนำแรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แทนค่าในสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติตามแผน



จะได้ว่า แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนวระดับ คือ $\sum \vec{F} = \vec{F} \cos 53^\circ$

แทนในสูตร

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

จะได้

$$\vec{F} \cos 53^\circ = m\vec{a}$$

$$\vec{F} \left(\frac{3}{5} \right) = (5 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)$$

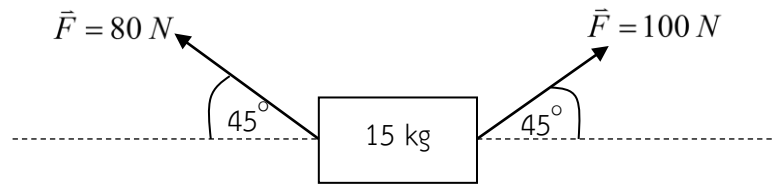
$$\vec{F} = \left(\frac{5}{3} \right) (5 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)$$

$$\vec{F} = 88.33 \text{ N}$$

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ/สรุป

ดังนั้น แรงที่ใช้ลากวัตถุมวล 5 กิโลกรัม ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง $10 \text{ เมตรต่อวินาที}^2$ จะลากด้วยแรง $\vec{F} = 88.33 \text{ N}$ ทำมุม 53° องศา กับแนวระดับ

4. วัตถุมวล 15 กิโลกรัม ถูกแรงกระทำดังรูป จงหาความเร่งของวัตถุเป็นเท่าใด

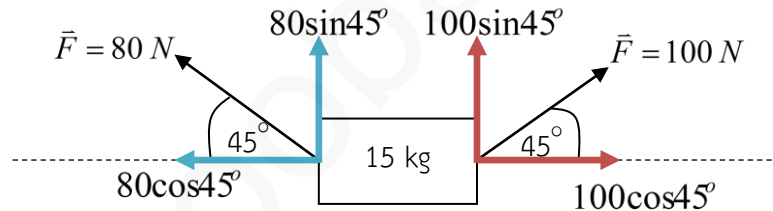


แนวคำตอบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ โจทย์กำหนดมวล $m = 15 \text{ kg}$
 แรงกระทำด้านขวา $\vec{F} = 100 \text{ N}$ ทำมุม 45° กับแนวระดับ
 แรงกระทำด้านซ้าย $\vec{F} = 80 \text{ N}$ ทำมุม 45° กับแนวระดับ
 โจทย์ต้องการทราบความเร่ง \vec{a}

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา ทำการแตกแรง $\vec{F} = 100 \text{ N}$ และ $\vec{F} = 80 \text{ N}$
 จากนั้นหาแรงลัพธ์ และแทนค่าแรงลัพธ์ในสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$
 โดย $\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m}$

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติตามแผน



แรงที่ทำให้เคลื่อนที่ในแนวระดับ โดยมีแรงลัพธ์ $\sum \vec{F} = 100 \cos 45^\circ - 80 \cos 45^\circ$

$$\sum \vec{F} = 100 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \right) - 80 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$

$$\sum \vec{F} = 10\sqrt{2} \text{ N}$$

แทนค่าแรงลัพธ์ในสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

และหาความเร่งโดย $\vec{a} = \frac{10\sqrt{2} \text{ N}}{15 \text{ kg}} = \frac{2\sqrt{2}}{3} = 0.94 \text{ m/s}^2$

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ/สรุป

ความเร่งของวัตถุมวล 15 กิโลกรัมที่ถูกแรง 100 นิวตันทำมุม 45 องศา กับแนวระดับตั้งในทางขวาและถูกแรง 80 นิวตันทำมุม 45 องศา กับแนวระดับตั้งในทางซ้าย จะทำให้เกิดความเร่งไปทางขวา โดยมีขนาดความเร่ง 0.94 เมตรต่อวินาที²

2. นักเรียนต้องการลากรถมวล 60 กิโลกรัม บรรทุกของมวล 30 กิโลกรัม ด้วยแรง 500 นิวตัน ถ้าคิดว่าพื้นและรถไม่มีความฝืด นักเรียนคนนี้จะลากรถไปได้ไกลเท่าใด ในเวลา 3 วินาที

แนวคำตอบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์

โจทย์กำหนดมวลรถ $m_1 = 60\text{ kg}$ มวลของที่บรรทุก $m_2 = 30\text{ kg}$

จะได้ว่ามวลรวมมีค่า $m = 90\text{ kg}$

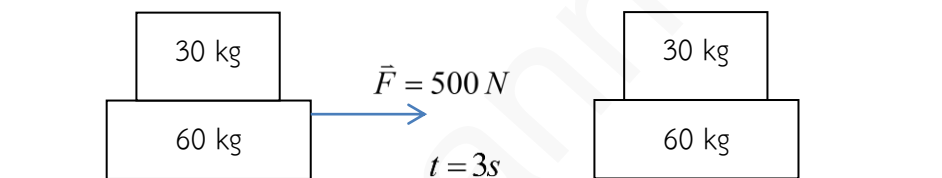
แรง $\vec{F} = 500\text{ N}$ และเวลา $t = 3\text{ s}$ รถจากหยุดนิ่ง $\vec{u} = 0\text{ m/s}$

โจทย์ต้องการทราบระยะการกระจัดที่จะลากรถไปได้ \vec{s}

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา วาดรูปจากโจทย์กำหนดหาความเร่ง สูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

นำค่า \vec{a} แทนในสมการการเคลื่อนที่ในแนวตรง โดยใช้สมการ $\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติตามแผน



$$\vec{u} = 0\text{ m/s}^2$$

หาความเร่งจากสูตร

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$500\text{ N} = (30 + 60)\text{ kg}(\vec{a})$$

$$\vec{a} = \frac{500\text{ N}}{90\text{ kg}} = 5.56\text{ m/s}^2$$

หาการกระจัดจาก

$$\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

$$\vec{s} = (0\text{ m/s})(3\text{ s}) + \frac{1}{2}\left(\frac{50}{9}\right)(3)^2$$

$$\vec{s} = 25\text{ m}$$

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ/สรุป

นักเรียนต้องการลากรถมวล 60 กิโลกรัม บรรทุกของมวล 30 กิโลกรัม ด้วยแรง 500 นิวตัน ถ้าคิดว่าพื้นและรถไม่มีความฝืด ในเวลา 3 วินาทีนักเรียนคนนี้จะลากรถไปได้ไกล 25 เมตร

3. นักกล้ำคนหนึ่งลากรถมวล 10 กิโลกรัม จากหยุดนิ่ง บรรจุของมวล 30 กิโลกรัม ด้วยแรง 200 นิวตัน ถ้าคิดว่าพื้นและรถไม่มีความฝืด ในเวลา 2 วินาทีนักกล้ำคนนี้จะลากรถไปได้ไกลเท่าใด

แนวคำตอบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์

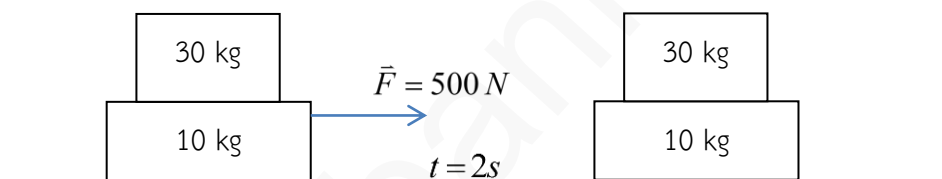
โจทย์กำหนดรถมวล $m_1 = 10\text{ kg}$ บรรจุของมวล $m_2 = 30\text{ kg}$ มวลรวม $m_1 + m_2 = 40\text{ kg}$ แรง $\vec{F} = 200\text{ N}$ รถจากหยุดนิ่ง $\vec{u} = 0\text{ m/s}$ เวลา $t = 2\text{ s}$

โจทย์ต้องการทราบ การกระจัด \vec{s}

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา วาดรูปจากโจทย์กำหนดหาความเร่ง สูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

นำค่า \vec{a} แทนในสมการการเคลื่อนที่ในแนวตรง โดยใช้สมการ $\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติตามแผน



$$\vec{u} = 0\text{ m/s}^2$$

หาความเร่งจากสูตร

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$200\text{ N} = (10 + 30)\text{ kg}(\vec{a})$$

$$\vec{a} = \frac{200\text{ N}}{40\text{ kg}} = 5\text{ m/s}^2$$

หาการกระจัดจาก

$$\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

$$\vec{s} = (0\text{ m/s})(2\text{ s}) + \frac{1}{2}(5)(2)^2$$

$$\vec{s} = 10\text{ m}$$

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ/สรุป

นักกล้ำลากรถมวล 10 กิโลกรัม จากหยุดนิ่ง บรรจุของมวล 30 กิโลกรัม ด้วยแรง 200 นิวตัน ถ้าคิดว่าพื้นและรถไม่มีความฝืด ในเวลา 2 วินาทีนักกล้ำคนนี้จะลากรถไปได้ไกล 10 เมตร

4. แรงขนาดหนึ่งกระทำต่อวัตถุมวล m_1 ทำให้วัตถุนั้นมีความเร่ง 6 เมตรต่อวินาที² เมื่อแรงขนาดเดียวกันนั้นกระทำต่อวัตถุซึ่งมีมวล m_2 ทำให้วัตถุมีความเร่ง 18 เมตรต่อวินาที² จงหาอัตราส่วนระหว่าง $m_1 : m_2$

แนวคำตอบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์

โจทย์กำหนดให้แรงขนาดเท่ากัน \vec{F}

ทำให้มวล m_1 มีความเร่ง $\vec{a} = 6 \text{ m/s}^2$

ทำให้มวล m_2 มีความเร่ง $\vec{a} = 18 \text{ m/s}^2$

โจทย์ต้องการทราบ อัตราส่วนระหว่าง $m_1 : m_2$

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

สร้างสมการ 2 สมการ โดยใช้สูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ และนำมาเท่ากันเนื่องจากแรงลัพธ์ที่กระทำต่อมวลทั้งสองเท่ากัน

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติตามแผน

จากสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

จะได้

$$\sum \vec{F} = m_1(6 \text{ m/s}^2) \dots\dots\dots(1)$$

$$\sum \vec{F} = m_2(18 \text{ m/s}^2) \dots\dots\dots(2)$$

นำสมการ (1) = สมการ (2) จะได้

$$6m_1 = 18m_2$$

แก้สมการเพื่อให้ได้อัตราส่วน $m_1 : m_2$ จะได้ $\frac{m_1}{m_2} = \frac{18}{6} = \frac{3}{1}$

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ/สรุป

แรงขนาดหนึ่งกระทำต่อวัตถุมวล m_1 ทำให้วัตถุนั้นมีความเร่ง 6 เมตรต่อวินาที² เมื่อแรงขนาดเดียวกันนั้นกระทำต่อวัตถุซึ่งมีมวล m_2 ทำให้วัตถุมีความเร่ง 18 เมตรต่อวินาที² อัตราส่วนระหว่าง $m_1 : m_2$ จะได้เท่ากับ 3:1

5. เมื่อใช้แรงขนาด 40 นิวตัน กระทำต่อมวล 12 กิโลกรัม ซึ่งเดิมวางอยู่นิ่งให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นราบ ปรากฏว่าวัตถุเคลื่อนที่ไปได้ 5 เมตร ในเวลา 6 วินาที อยากทราบว่า

ก. ความเร่งของวัตถุเป็นเท่าใด

ข. อัตราส่วนระหว่างแรงที่ใช้ต่อมวลเป็นเท่าใด

แนวคำตอบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์

โจทย์กำหนดแรง $\vec{F} = 40 \text{ N}$ มวล $m = 12 \text{ kg}$ ความเร็วต้นเดิมวางอยู่นิ่ง $\vec{u} = 0 \text{ m/s}$

การกระจัด $\vec{s} = 5 \text{ m}$ เวลา $t = 6 \text{ s}$

โจทย์ต้องการทราบ ก. ความเร่ง \vec{a} ข. อัตราส่วนแรงต่อมวล $\frac{\vec{F}}{m}$

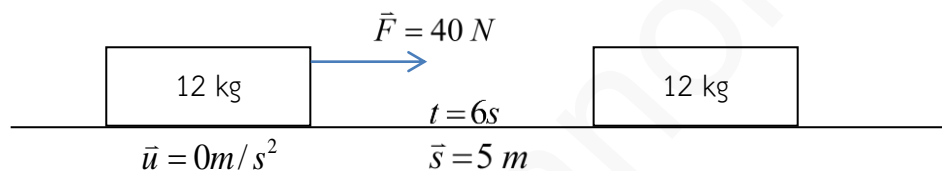
ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

วาดรูปจากที่โจทย์กำหนด หาความเร่งของวัตถุจากสูตรการเคลื่อนที่ในแนวตรง

$$\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2 \text{ เมื่อได้ความเร่งแล้วนำไปหาอัตราส่วนระหว่าง } \frac{\vec{F}}{m} \text{ จากสูตร } \sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\text{โดยที่ } \frac{\vec{F}}{m} = \vec{a}$$

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติตามแผน



หาความเร่ง จากสูตร $\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$

แทนค่าตัวแปรในสูตร จะได้ $5 \text{ m} = (0 \text{ m/s})(6 \text{ s}) + \frac{1}{2}\vec{a}(6 \text{ s})^2$

$$5 \text{ m} = \vec{a}(18 \text{ s}^2)$$

ดังนั้น จะได้ $\vec{a} = \frac{5}{18} = 0.28 \text{ m/s}^2$

หาสัดส่วน $\frac{\vec{F}}{m}$ จากสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ โดยที่ $\frac{\vec{F}}{m} = \vec{a}$

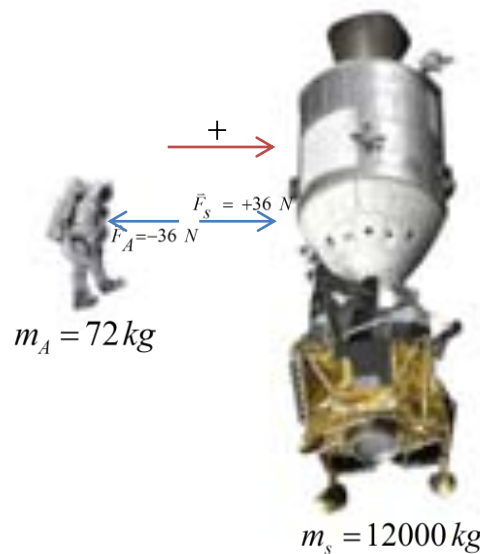
จะได้ $\frac{\vec{F}}{m} = \frac{5}{18}$

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ/สรุป

ก. ความเร่งที่เกิดขึ้น มีค่าเท่ากับ $0.28 \text{ เมตรต่อวินาที}^2$

ข. อัตราส่วนแรงต่อมวล $\frac{\vec{F}}{m}$ มีค่าเท่ากับ $5 : 18$

6. นักบินอวกาศมวล 72 กิโลกรัม ออกแรง 36 นิวตัน ผลักยานอวกาศมวล 12000 กิโลกรัม ดังรูป จงคำนวณหาความเร่งของนักบินอวกาศและยานอวกาศ กำหนดให้ไม่ต้องพิจารณาแรงจากวัตถุอื่น



แนวคำตอบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์

โจทย์กำหนดมนุษย์อวกาศออกแรงผลักยานอวกาศ $\sum \vec{F} = 36 \text{ N}$

แรงที่ยานอวกาศผลักมนุษย์จึงมีค่าเท่ากับ $\sum \vec{F} = 36 \text{ N}$ ด้วย

มวลมนุษย์อวกาศ $m_A = 72 \text{ kg}$ มวลยานอวกาศ $m_s = 12000 \text{ kg}$

โจทย์ต้องการทราบความเร่งของมนุษย์อวกาศ \vec{a}_A และความเร่งของยานอวกาศ \vec{a}_s

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา เลือกสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ ในการคำนวณ

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติตามแผน

คำนวณ ความเร่งของมนุษย์อวกาศ \vec{a}_A

จะได้

จากสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$-36 \text{ N} = (72 \text{ kg})\vec{a}_A$$

$$\vec{a}_A = \frac{-36 \text{ N}}{72 \text{ kg}} = -0.5 \text{ m/s}^2$$

ความเร่งของยานอวกาศ \vec{a}_s

จะได้

จากสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$36 \text{ N} = (12000 \text{ kg})\vec{a}_s$$

$$\vec{a}_s = \frac{36 \text{ N}}{12000 \text{ kg}} = 3 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$$

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ/สรุป

นักบินอวกาศมวล 72 กิโลกรัม ออกแรง 36 นิวตัน ผลักยานอวกาศมวล 12000 กิโลกรัม
ความเร่งของนักบินอวกาศมีค่าเท่ากับ $0.5 \text{ เมตรต่อวินาที}^2$ และยานอวกาศมีความเร่ง $3 \times 10^{-3} \text{ เมตรต่อวินาที}^2$ โดยความเร่งจะมีทิศทางตรงข้ามกัน

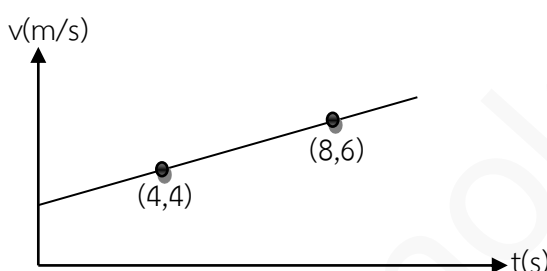
รายละเอียดแนวคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

1. ประโยคต่อไปนี้เป็นกรออธิบายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

จากกฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน กล่าวว่า แรงลัพธ์ที่มากกระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ วัตถุจะอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ดังนั้น

ตอบ ง. ตัวเลือก ก และ ข ถูกต้อง

2. กราฟระหว่างความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของมวล m เป็นดังรูป จงหาความเร่งของมวล m เป็นเท่าใด



หาความชันของกราฟจากจุด A (4,4) และ B (8,6) โดยค่าความชันจะมีค่าเท่ากับความเร่ง

$$\text{จะได้ } \text{slope} = \frac{6-4}{8-4} = \frac{2}{4} = 0.5$$

ตอบ ตัวเลือก ก

3. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. ชายคนหนึ่งพยายามดันวัตถุก้อนหนึ่งให้ขยับไปบนพื้นตามแนวระดับ แต่วัตถุไม่ขยับ แสดงว่ามีแรงคู่ปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม

(การออกแรงดันวัตถุแล้ววัตถุไม่เคลื่อนที่ แสดงว่าแรงดันน้อยกว่าหรือเท่ากับแรงต้านที่พื้นกระทำต่อวัตถุ ไม่เกี่ยวกับแรงคู่ปฏิกิริยา)

ผิด

2. เมื่อมีแรงที่กระทำต่อวัตถุคงตัว จะได้ขนาดของความเร่งของวัตถุแปรผกผันกับมวลของวัตถุ

(เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน)

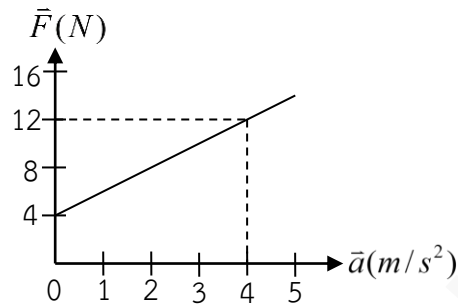
ถูก

3. เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่ออนุภาค จะทำให้อัตราเร็วของอนุภาคเปลี่ยนไปเสมอ

(ถ้ามีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากกระทำต่อวัตถุ (กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สอง) วัตถุต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร่งโดยความเร็วเปลี่ยนแปลงเสมอแต่อัตราเร็วไม่จำเป็นต้องเปลี่ยน เช่น วัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว ทั้งที่มีแรงสู่ศูนย์กลางกระทำตลอดเวลา)

ผิด

4. ในการทดลองเพื่อพิสูจน์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยมีการชดเชยแรงเสียดทาน และใช้แรงขนาดต่าง ๆ ลากมวลและวัดความเร่ง เมื่อเขียนกราฟระหว่างแรงกับความเร่งได้กราฟดังรูป จากการทดลองนี้ แสดงว่ามวลที่ทดลองมีค่าเท่าใด



หาความชันของกราฟจากเลือกจากจุด (0,4) และ (4,12)

$$\text{จะได้ } slope = \frac{12-4}{4-0} = \frac{8}{4} = 2$$

เทียบกราฟเส้นตรงกับสมการ $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ จะได้ $m = slope$ นั่นคือ มวลของวัตถุเท่ากับ 2 กิโลกรัม

ตอบ ตัวเลือก ข

5. กล่องมวล 5 กิโลกรัม ถูกแรง 50 นิวตันและ 80 นิวตัน ดึงดังรูป จงหาขนาดและทิศทางการเคลื่อนที่ของกล่อง



$$\text{จะได้ว่า } \sum \vec{F} = 80N - 50N = 30N$$

$$\text{จาก } \sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\text{จะได้ } 30N = (5kg)\vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{30N}{5kg} = 6 \text{ m/s}^2 \text{ มีทิศทางเดียวกับแรง 80 นิวตัน}$$

ตอบ ตัวเลือก ก

6. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับแรงกิริยา และแรงปฏิกิริยาตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

ก. เป็นแรงที่เท่ากันและกระทำกับวัตถุชิ้นเดียวกัน ผิด เพราะต้องเป็นวัตถุคนละชิ้น

ข. แรงรวมที่กระทำกับวัตถุชิ้นใดชิ้นหนึ่งมีค่าเท่ากับศูนย์ ผิด เพราะแรงไม่สามารถรวมกันได้

ค. แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากันไม่ว่าวัตถุจะหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ไปก็ตาม ถูก

7. ถ้ามีแรงขนาด 12 นิวตัน และ 16 นิวตัน กระทำต่อวัตถุมวล 4 กิโลกรัม โดยแรงทั้งสองกระทำในทิศตั้งฉากซึ่งกันและกัน วัตถุนี้จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \sum \vec{F} &= \sqrt{\vec{F}_1^2 + \vec{F}_2^2} \\ \text{จะได้} \quad \sum \vec{F} &= \sqrt{12^2 + 16^2} \\ \sum \vec{F} &= \sqrt{144 + 256} \\ \sum \vec{F} &= \sqrt{400} \\ \sum \vec{F} &= 20 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{แทนในสูตร} \quad \sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\text{โดย} \quad \vec{a} = \frac{20 \text{ N}}{4 \text{ kg}} = 5 \text{ m/s}^2$$

ตอบ ตัวเลือก ค

8. เชือกเส้นหนึ่งทนแรงดึงได้มากที่สุด 600 นิวตัน นำไปฉุดวัตถุมวล 50 กิโลกรัม ซึ่งวางบนพื้นระดับลื่นในแนวระดับ จะทำให้วัตถุมีความเร่งมากที่สุดเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{แทนในสูตร} \quad \sum \vec{F} &= m\vec{a} \\ 600 \text{ N} &= (50 \text{ kg})\vec{a} \end{aligned}$$

$$\text{โดย} \quad \vec{a} = \frac{600 \text{ N}}{50 \text{ kg}} = 12 \text{ m/s}^2$$

ตอบ ตัวเลือก ง

9. รถเข็นมวล 100 กิโลกรัม เดิมอยู่นิ่ง ถูกแรงในแนวระดับขนาด 500 นิวตัน ผลักให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบ(ไม่คิดแรงเสียดทาน) ถ้าแรงกระทำเป็นเวลา 20 วินาที จะทำให้รถเข็นมีความเร็วเท่าใด

$$\text{แทนในสูตร} \quad \sum \vec{F} = m\vec{a} \quad \text{เพื่อหาค่าความเร่ง } \vec{a}$$

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad 500 \text{ N} &= (100 \text{ kg})\vec{a} \\ \vec{a} &= \frac{500 \text{ N}}{100 \text{ kg}} = 5 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$\text{หาความเร็วจากสูตร} \quad \vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t$$

$$\text{จะได้} \quad \vec{v} = (0 \text{ m/s}) + (5 \text{ m/s}^2)(20 \text{ s})$$

$$\vec{v} = 100 \text{ m/s}$$

ตอบ ตัวเลือก ข

10. รถบรรทุกมวล 5000 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบในแนวเส้นตรง ด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที ถ้าต้องการให้รถหยุดสนิทในระยะทาง 50 เมตร จะต้องใช้แรงต้านเท่าใด

$$\text{หาความเร่งจากการเคลื่อนที่แนวตรง จากสูตร} \quad v^2 = u^2 + 2as$$

$$\begin{aligned}
 \text{จะได้ว่า} \quad \bar{a} &= \frac{v^2 - \bar{u}^2}{2\bar{s}} \\
 \text{แทนค่าตัวแปร จะได้} \quad \bar{a} &= \frac{(0\text{ m/s})^2 - (20\text{ m/s})^2}{2(50\text{ m})} \\
 \bar{a} &= \frac{-400(\text{ m/s})^2}{100\text{ m}} = -4\text{ m/s}^2 \\
 \text{หาแรงต้านจากสูตร} \quad \sum \vec{F} &= m\bar{a} \\
 \text{แทนค่าตัวแปร จะได้} \quad \sum \vec{F} &= (5000\text{ kg})(-4\text{ m/s}^2) \\
 \sum \vec{F} &= -20,000\text{ N}
 \end{aligned}$$

ตอบ ตัวเลือก ค

11. เด็กชายคนหนึ่งต้องการลากรถมวล 5 กิโลกรัม บรรจุของมวล 45 กิโลกรัม จากหยุดนิ่ง ด้วยแรง 100 นิวตัน ถ้าคิดว่าพื้นและรถไม่มีความฝืด ในเวลา 2 นาที่ เด็กคนนี้จะลากรถไปได้ไกลเท่าใด

$$\begin{aligned}
 \text{แทนในสูตร} \quad \sum \vec{F} &= m\bar{a} \quad \text{เพื่อหาค่าความเร่ง } \bar{a} \\
 \text{จะได้} \quad 100\text{ N} &= (5\text{ kg} + 45\text{ kg})\bar{a} \\
 \bar{a} &= \frac{100\text{ N}}{50\text{ kg}} = 2\text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{หาระยะทางในการลากรถ จากสูตร} \quad \bar{s} = \bar{u}t + \frac{1}{2}\bar{a}t^2$$

$$\text{แทนค่าตัวแปรในสูตร จะได้} \quad \bar{s} = (0\text{ m/s})(2\text{ s}) + \frac{1}{2}(2\text{ m/s}^2)(2\text{ s})^2$$

$$\text{ดังนั้น จะได้} \quad \bar{s} = 4\text{ m}$$

ตอบ ตัวเลือก ข

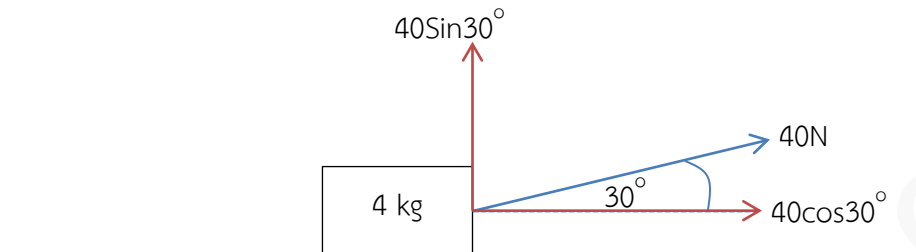
12. ออกแรง 10 นิวตัน กระทำกับวัตถุมวล 2 กิโลกรัม ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 6 เมตรต่อวินาที จะต้องใช้เวลานานเท่าใดวัตถุจึงจะมีความเร็วเป็น 20 เมตรต่อวินาที

$$\begin{aligned}
 \text{แทนในสูตร} \quad \sum \vec{F} &= m\bar{a} \quad \text{เพื่อหาค่าความเร่ง } \bar{a} \\
 \text{จะได้} \quad 10\text{ N} &= (2\text{ kg})\bar{a} \\
 \bar{a} &= \frac{10\text{ N}}{2\text{ kg}} = 5\text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หาเวลาจากสูตร} \quad \vec{v} &= \vec{u} + \bar{a}t \\
 t &= \frac{\vec{v} - \vec{u}}{\bar{a}} \\
 t &= \frac{20\text{ m/s} - 6\text{ m/s}}{5\text{ m/s}^2} \\
 t &= \frac{14\text{ m/s}}{5\text{ m/s}^2} = 2.8\text{ s}
 \end{aligned}$$

ตอบ ตัวเลือก ก

13. ชายคนหนึ่งลากกระเป๋ามวล 4 กิโลกรัม ให้เลื่อนไปตามพื้นราบไม่มีความฝืด ด้วยแรง 40 นิวตัน โดยแรงนี้ทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ กระเป๋าจะเลื่อนไปตามพื้นราบด้วยความเร่งเท่าใด (กำหนดให้ $\sin 30^\circ = 0.5$ และ $\cos 30^\circ = 0.866$)



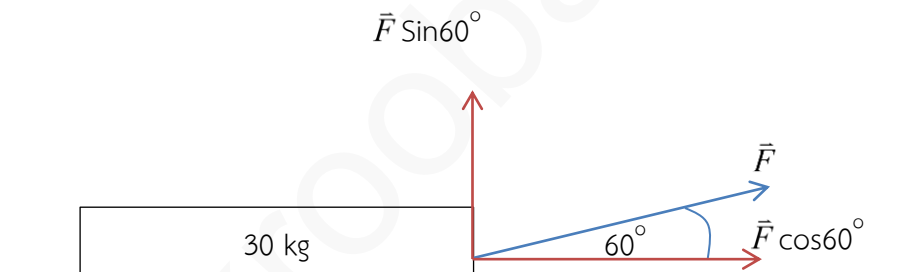
แทนในสูตร จะได้ $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ เพื่อหาค่าความเร่ง \vec{a}

$$(40N)\cos 30^\circ = (4kg)\vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{(40N)(0.866)}{4kg} = 8.66 \text{ m/s}^2$$

ตอบ ตัวเลือก ค

14. ช้างลากท่อนซุงมวล 30 กิโลกรัม โดยเชือกที่ลากท่อนซุงทำมุม 60 องศา กับแนวระดับ ทำให้ท่อนซุงเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 10 เมตรต่อวินาที² อยากทราบว่าช้างออกแรงดึงท่อนซุงเท่าใด



แทนในสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ เพื่อหาค่าความเร่ง

แรงที่ทำให้เคลื่อนที่ในแนวระดับ $\vec{F} \cos 60^\circ = m\vec{a}$

แทนค่าตัวแปรในสูตร จะได้ $\vec{F}(\frac{1}{2}) = (30kg)(10 \text{ m/s}^2)$

$$\vec{F} = 2(30kg)(10 \text{ m/s}^2) = 600 \text{ N}$$

ตอบตัวเลือก ง

15. ออกแรง \vec{F} ผลักวัตถุมวล M ทำให้วัตถุนี้มีความเร่ง 2 เมตรต่อวินาที² เมื่อออกแรง เดียวกันนี้ ผลักวัตถุมวล m จากหยุดนิ่ง ทำให้วัตถุมวล m เคลื่อนที่ได้ 5 เมตร ในเวลา 1 วินาที อยากรหาว่า มวล M มีขนาดเป็นกี่เท่าของมวล m

พิจารณา มวล M จากสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$
 แทนค่าในตัวแปร จะได้ว่า $\sum \vec{F} = M(2m/s^2) \dots\dots\dots(1)$

พิจารณา มวล m โดยใช้สูตรการเคลื่อนที่ในแนวตรงคำนวณหาความเร่ง \vec{a}

จากสูตร $\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$

โจทย์กำหนด $\vec{u} = 0 \text{ m/s}$, $\vec{s} = 5 \text{ m}$ และ $t = 1 \text{ s}$

แทนค่าตัวแปรในสูตร $\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$

จะได้ $5 \text{ m} = (0 \text{ m/s})(1 \text{ s}) + \frac{1}{2}\vec{a}(1 \text{ s})^2$

$$\vec{a} = \frac{2(5 \text{ m})}{1 \text{ s}^2} = 10 \text{ m/s}^2$$

พิจารณาแรงที่ทำให้มวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง

จากสูตร $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

แทนค่าในตัวแปร จะได้ว่า $\sum \vec{F} = m(10 \text{ m/s}^2) \dots\dots\dots(2)$

โจทย์กำหนดว่าใช้แรงเดียวกันในการผลัก จากนั้น นำสมการที่ (1) = สมการที่ (2) จะได้

$$(2 \text{ m/s}^2)M = (10 \text{ m/s}^2)m$$

$$M = \frac{(10 \text{ m/s}^2)}{(2 \text{ m/s}^2)}m$$

$$M = 5m$$

ตอบ ตัวเลือก ง