



Compact

วิทยาศาสตร์

ตรงตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551

- ✓ เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
- ✓ เหมาะสำหรับเตรียมตัวสอบเก็บคะแนน กลางภาค ปลายภาค และ O-NET
- ✓ เพิ่มทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเตรียมพร้อมในการสอบแข่งขัน และเพื่อสอบเข้า ม.4

ม.3



หนังสือเล่มนี้พิมพ์ด้วย กระดาษรีไซเคิล 100%
 กระดาษจากไม้ปลูก ไม่รบกวนไม้ธรรมชาติ



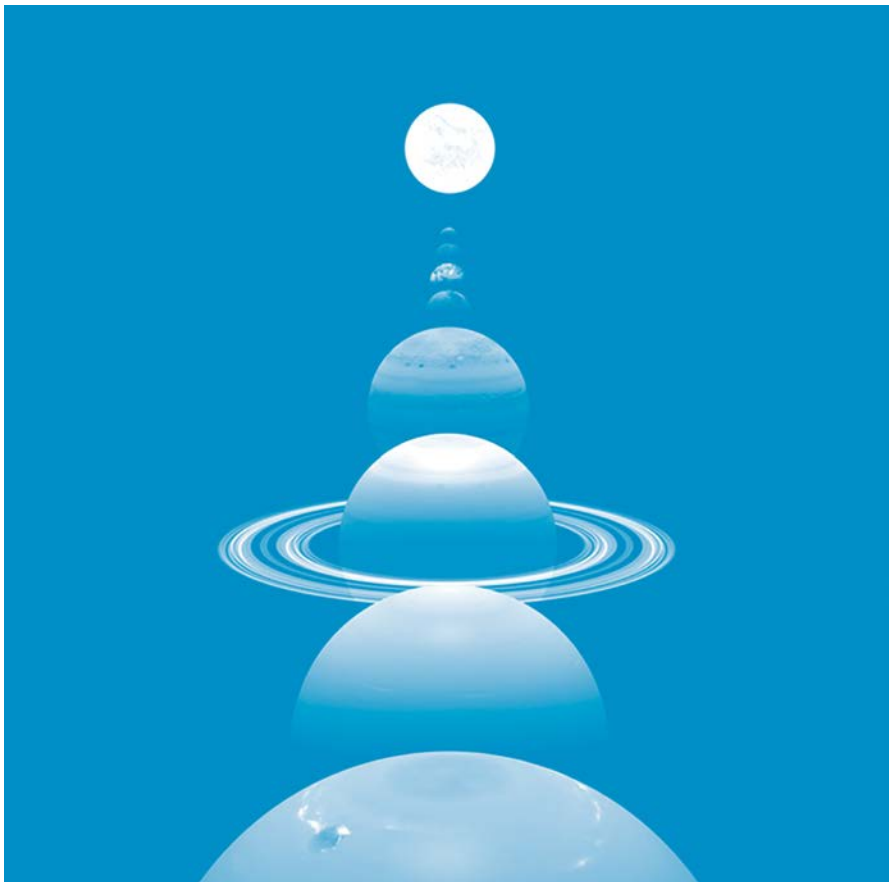
ไพโรจน์ แก้วมา

 | MAC EDUCATION

Compact

วิทยาศาสตร์ ม.3

- เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
- เหมาะสำหรับผู้เตรียมตัวสอบเก็บคะแนน กลางภาค ปลายภาค และ O-NET
- เพิ่มทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเตรียมพร้อมในการสอบแข่งขันและเพื่อสอบเข้า ม.4



ไพโรจน์ แก้วมา

Compact วิทยาศาสตร์ ม.3

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ไพโรจน์ แก้วมา.

Compact วิทยาศาสตร์ ม.3.-- กรุงเทพฯ : แม็คเอ็ดดูเคชั่น, 2555.

256 หน้า.

1. วิทยาศาสตร์--การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา)--แบบเรียน.

I. ชื่อเรื่อง.

500.0712

ISBN 978-616-274-153-1

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

MAC | MAC EDUCATION

ผู้เขียน : ไพโรจน์ แก้วมา

สงวนลิขสิทธิ์ : ตุลาคม 2555

ราคาจำหน่าย : 125 บาท

การสั่งซื้อ : ส่งณาคณัติสั่งจ่าย **ไปรษณีย์ลาดพร้าว 10310** ในนาม **บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด**

เลขที่ 9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว แขวงจันทระเกษม

เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

☎ : 0-2938-2022-7 FAX : 0-2938-2028

www.MACeducation.com

พิมพ์ที่ : บริษัท สุภัชณีบุ๊คส์ ฟรินติ้ง กรุ๊ป จำกัด

(สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร)



หนังสือเล่มนี้พิมพ์ด้วย กระดาษรีไซเคิล เอ
กระดาษจากไม้ปลูก ไม่รบกวนไม้ธรรมชาติ



คำนำ

หนังสือคู่มือ ชุด **Compact วิทยาศาสตร์ ม.ต้น** ของบริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด มีเนื้อหาตรงตามมาตรฐานและตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ใช้เป็นคู่มือประกอบการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์นอกเวลาเรียนปกติ หนังสือคู่มือชุดนี้มีทั้งหมด 3 เล่ม ดังนี้

1. หนังสือคู่มือ Compact วิทยาศาสตร์ ม.1

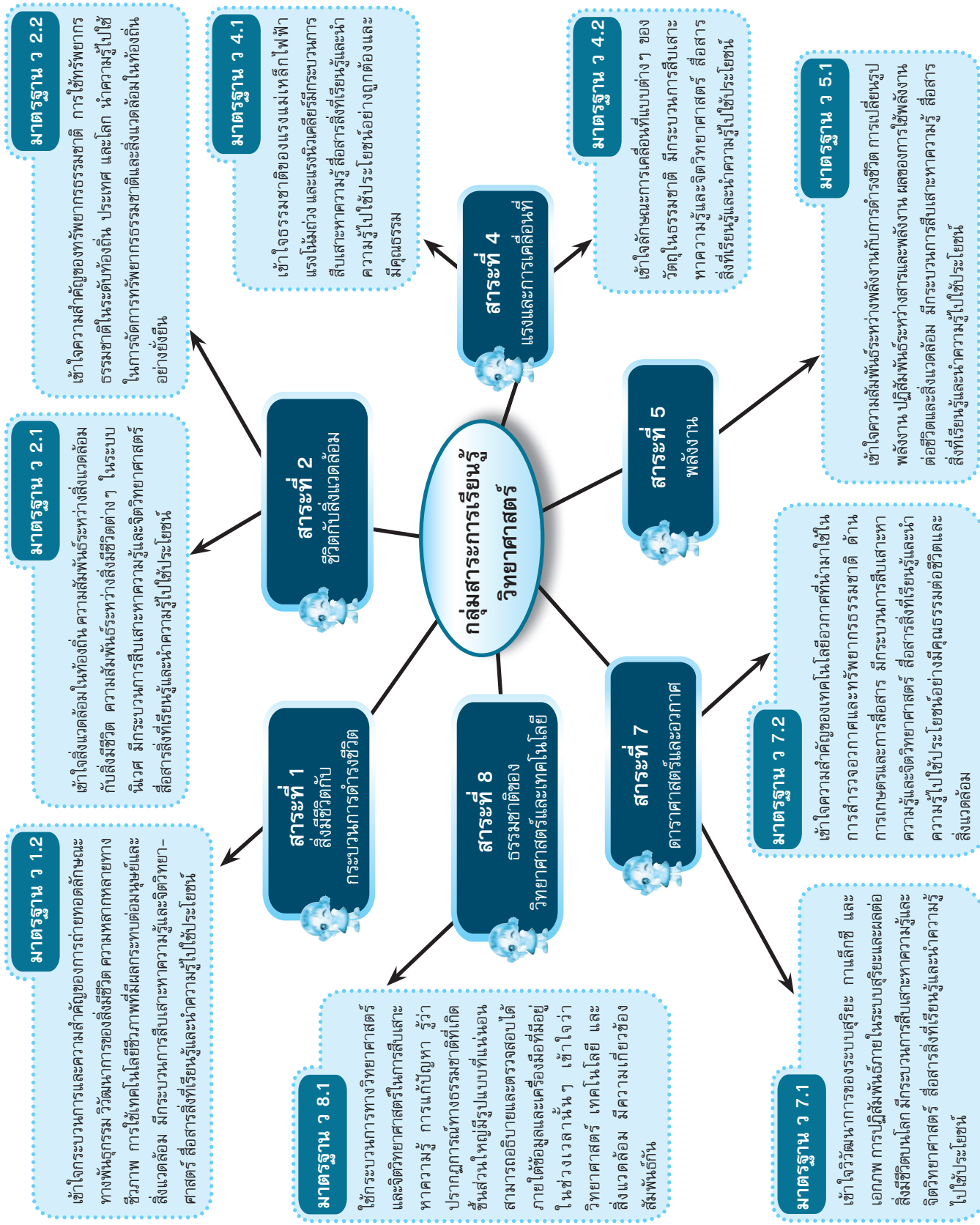
2. หนังสือคู่มือ Compact วิทยาศาสตร์ ม.2

3. หนังสือคู่มือ Compact วิทยาศาสตร์ ม.3

หนังสือคู่มือชุดนี้ แต่ละเล่มประกอบด้วย เนื้อหาที่นักเรียนสามารถเรียนรู้หรือทบทวนบทเรียน เพื่อสร้างความเข้าใจได้ด้วยตนเอง มีแบบทดสอบให้นักเรียนได้ฝึกทำจนเกิดความเข้าใจ สร้างทักษะและความชำนาญในการทำแบบทดสอบ อีกทั้งยังเป็นการประเมินผลตนเองในแต่ละเนื้อหาอันเป็นการเพิ่มพูนความเข้าใจและประสบการณ์ สร้างความมั่นใจ และพร้อมที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการสอบได้

ทั้งนี้ **บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด** หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือคู่มือ ชุด Compact วิทยาศาสตร์ ม.ต้น จะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้อ่านได้อย่างดี และหากมีข้อสงสัยหรือข้อเสนอแนะเกี่ยวกับหนังสือคู่มือชุดนี้ กรุณาติดต่อได้ที่ บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาหนังสือคู่มือเล่มต่อไปในอนาคต

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด



ตัวชี้วัดข้อ 1 : วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น และเสนอแนวทางในการแก้ไข้ปัญหา

ตัวชี้วัดข้อ 2 : อธิบายแนวทางการรักษาสถิตของระบบนิเวศ

ตัวชี้วัดข้อ 3 : อภิปรายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ตัวชี้วัดข้อ 4 : วิเคราะห์และอธิบายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ตัวชี้วัดข้อ 5 : อภิปรายปัญหาสิ่งแวดล้อมและเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัดข้อ 6 : อภิปรายและมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

ตัวชี้วัดข้อ 1 : สสำรวจระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่น และอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ

ตัวชี้วัดข้อ 2 : วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร

ตัวชี้วัดข้อ 3 : อธิบายวัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน และความสัมพันธ์ที่มีต่อระบบนิเวศ

ตัวชี้วัดข้อ 4 : อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ

ตัวชี้วัดข้อ 1 : สังเกตและอธิบายลักษณะของโครโมโซมที่มีหน่วยพันธุกรรมหรือยีนในนิวเคลียส

ตัวชี้วัดข้อ 2 : อธิบายความสัมพันธ์ของสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอและกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ตัวชี้วัดข้อ 3 : อภิปรายโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากความผิดปกติของยีนและโครโมโซมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 4 : สำรวจและอธิบายความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นที่ก่อให้เกิดสิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสมดุล

ตัวชี้วัดข้อ 5 : อธิบายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์ สัตว์ พืช และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัดข้อ 6 : อภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัดข้อ 1 : อธิบายความเร่งและผลของแรงลัพธ์ที่ทำต่อวัตถุ

ตัวชี้วัดข้อ 2 : ทดลองและอธิบายแรงยกิริยาและแรงปฏิกิริยากระหว่างวัตถุ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 3 : ทดลองและอธิบายแรงพุ่งของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ

ตัวชี้วัดข้อ 1 : ทดลองและอธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิตกับแรงเสียดทานจลน์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 2 : ทดลองและวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 3 : สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นแนวตรงและแนวโค้ง

ตัวชี้วัดข้อ 1 : ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษา ค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ตัวชี้วัดข้อ 2 : สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลายวิธี

ตัวชี้วัดข้อ 3 : เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม

ตัวชี้วัดข้อ 4 : รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

ตัวชี้วัดข้อ 5 : วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความคิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

ตัวชี้วัดข้อ 6 : สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ

ตัวชี้วัดข้อ 7 : สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

ตัวชี้วัดข้อ 8 : บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลเชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือได้สังเกตเพิ่มเติม

ตัวชี้วัดข้อ 9 : จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงาน, ให้ผู้อื่นเข้าใจ

ตัวชี้วัดข้อ 1 : สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก

ตัวชี้วัดข้อ 2 : สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ

ตัวชี้วัดข้อ 3 : ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 1 : สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก

ตัวชี้วัดข้อ 2 : สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ

ตัวชี้วัดข้อ 3 : ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 1 : สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก

ตัวชี้วัดข้อ 2 : สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ

ตัวชี้วัดข้อ 3 : ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 1 : สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก

ตัวชี้วัดข้อ 2 : สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ

ตัวชี้วัดข้อ 3 : ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 1 : สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก

ตัวชี้วัดข้อ 2 : สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ

ตัวชี้วัดข้อ 3 : ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 1 : อธิบายพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านี้ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 2 : ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 3 : ค่าความถี่ของคลื่นไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 4 : สังเกตและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าในแบบอย่างถูกต้องปลอดภัยและประหยัด

ตัวชี้วัดข้อ 5 : อธิบายตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และหลอดต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่มีทรานซิสเตอร์

ตัวชี้วัดข้อ 1 : สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก

ตัวชี้วัดข้อ 2 : สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ

ตัวชี้วัดข้อ 3 : ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 1 : สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก

ตัวชี้วัดข้อ 2 : สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ

ตัวชี้วัดข้อ 3 : ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดข้อ 1 : สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก

ตัวชี้วัดข้อ 2 : สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ

ตัวชี้วัดข้อ 3 : ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐาน ว 2.1

มาตรฐาน ว 4.1

มาตรฐาน ว 4.2

มาตรฐาน ว 5.1

มาตรฐาน ว 1.2

มาตรฐาน ว 8.1

มาตรฐาน ว 7.1

มาตรฐาน ว 7.2

สารบัญ

● บทที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่ 1-35

(ตรงตามมาตรฐาน ว 4.1 ตัวชี้วัดข้อ 1, 2, 3 และ ว 4.2 ตัวชี้วัดข้อ 1, 2, 3)

1. ผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ	1
2. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา	6
3. แรงเสียดทาน	11
4. แรงพยางในของเหลว	14
5. โมเมนต์ของแรงและคาน	17
6. การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง	20
7. การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง	22
แบบทดสอบ	25
เฉลย	31

● บทที่ 2 งานและพลังงาน 36-54

(ตรงตามมาตรฐาน ว 5.1 ตัวชี้วัดข้อ 1)

1. งาน	36
2. กำลัง	40
3. พลังงานกล	41
4. กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	46
แบบทดสอบ	49
เฉลย	52

● บทที่ 3 พลังงานไฟฟ้า 55-101

(ตรงตามมาตรฐาน ว 5.1 ตัวชี้วัดข้อ 2, 3, 4, 5)

1. วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	55
2. วงจรไฟฟ้าในบ้าน	79

3. พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	80
4. วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	83
แบบทดสอบ	88
เฉลย	93

● บทที่ 4 ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ 102-123

(ตรงตามมาตรฐาน ว 7.1 ตัวชี้วัดข้อ 1, 2)

1. ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์	102
2. ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ	109
3. พัฒนาการของแบบจำลองระบบสุริยะ	114
แบบทดสอบ	117
เฉลย	122

● บทที่ 5 ดวงดาวบนท้องฟ้า 124-134

(ตรงตามมาตรฐาน ว 7.1 ตัวชี้วัดข้อ 3)

1. การบอกตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้า	124
2. กลุ่มดาว	127
แบบทดสอบ	131
เฉลย	134

● บทที่ 6 เทคโนโลยีอวกาศ 135-155

(ตรงตามมาตรฐาน ว 7.2 ตัวชี้วัดข้อ 1)

1. กล้องโทรทรรศน์	135
2. ดาวเทียมและยานอวกาศ	140
3. การใช้ชีวิตในอวกาศ	147
แบบทดสอบ	149
เฉลย	154

● บทที่ 7 ระบบนิเวศ 156-182

(ตรงตามมาตรฐาน ว 1.2 ตัวชี้วัดข้อ 4, 5 และ ว 2.1 ตัวชี้วัดข้อ 1, 2, 3, 4)

1. องค์ประกอบของระบบนิเวศ	156
2. ความหลากหลายของระบบนิเวศ	160
3. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	162

4. การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ	165
5. วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ	169
6. ประชากร	173
แบบทดสอบ	175
เฉลย	180

● **บทที่ 8 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม** **183-206**

(ตรงตามมาตรฐาน ว 2.2 ตัวชี้วัดข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6)

1. ประเภททรัพยากรธรรมชาติ	183
2. ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	189
3. การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	198
แบบทดสอบ	201
เฉลย	205

● **บทที่ 9 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม** **207-242**

(ตรงตามมาตรฐาน ว 1.2 ตัวชี้วัดข้อ 1, 2, 3, 6)

1. โครโมโซมและยีน	207
2. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	213
3. โรคทางพันธุกรรม	226
4. เทคโนโลยีชีวภาพ	229
แบบทดสอบ	232
เฉลย	238

● **ดัชนี** **243-248**

บทที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่

แรง (force) หมายถึง การกระทำที่ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะทางกายภาพ ตัวอย่างเช่น แรงสามารถทำให้วัตถุที่หยุดนิ่งเกิดการเคลื่อนที่ได้ หรือวัตถุที่เคลื่อนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่โดยมีความเร็วเพิ่มขึ้นหรือความเร็วลดลง



1. ผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

ความเร็ว (speed) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงการกระจัด มีหน่วยเป็นหน่วยของระยะทางต่อหน่วยของเวลา หน่วยมาตรฐานคือ เมตรต่อวินาที (m/s) สามารถเขียนในรูปของสมการดังนี้

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

เมื่อ \vec{v} คือ ความเร็ว

$\Delta \vec{s}$ คือ การกระจัดตั้งแต่ตำแหน่งที่เวลาเริ่มต้นถึงตำแหน่งที่เวลาสิ้นสุด

Δt คือ ระยะเวลาทั้งหมดที่พิจารณา

สูตรนี้ใช้ได้เพียงในกรณีที่**ไม่มีความเร่ง**เท่านั้น (ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วตลอดการเคลื่อนที่)

หมายเหตุ เพื่อความง่ายในการเขียนสูตร ในหนังสือเล่มนี้จะละเครื่องหมายเวกเตอร์และเครื่องหมายผลต่างไว้ จะได้รูปสมการอย่างง่ายดังนี้

$$s = vt$$

ความเร่ง (acceleration) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของความเร็ว มีหน่วยเป็นหน่วยของระยะทางต่อหน่วยของเวลา² หน่วยมาตรฐานคือ เมตรต่อวินาที² (m/s²) เป็นปริมาณเวกเตอร์ สามารถเขียนในรูปของสมการได้ดังนี้

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

เมื่อ \vec{a} คือ ความเร่ง

$\Delta \vec{v}$ คือ ผลต่างของความเร็วที่เวลาเริ่มต้นและที่เวลาสิ้นสุด

Δt คือ ระยะเวลาทั้งหมดที่พิจารณา

2 | COMPACT วิทยาศาสตร์ ม.3

สามารถแทนความเร็วที่เวลาเริ่มต้นเป็น u และความเร็วที่เวลาสิ้นสุดเป็น v จะทำให้เขียนสมการในรูปที่ง่ายขึ้นดังนี้

$$v = u + at$$

สูตรนี้ใช้ได้เฉพาะกรณีที่ความเร่งคงที่ตลอดช่วงเวลาที่พิจารณาเท่านั้น

เนื่องจาก v u และ a เป็นปริมาณเวกเตอร์ จึงมีได้ทั้งค่าบวกและค่าลบ หลักการใช้เครื่องหมายให้กำหนดทิศทางใดทิศทางหนึ่งของหนึ่งในค่าทั้งสามเป็นค่าบวกก่อน แล้วถ้าค่าอื่นที่เหลือมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของค่าที่กำหนดให้ใช้ค่านั้นเป็นค่าลบ

ความเร่งที่มีทิศทางเดียวกับความเร็วจะทำให้ความเร็วมีค่ามากขึ้น แต่ถ้ามีทิศทางตรงกันข้ามกับความเร็วจะทำให้ความเร็วมีค่าลดลง อาจเรียกความเร่งที่มีทิศทางตรงกันข้ามกับความเร็วว่า **ความหน่วง**

ตัวอย่างที่ 1 วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงจากหยุดนิ่งด้วยความเร่งคงที่ ทำให้วัตถุมีความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที ที่เวลา 10 วินาที จงหาความเร่งของวัตถุ

วิธีทำ จาก $v = u + at$

จากโจทย์ $u = 0$ m/s, $v = 20$ m/s, $t = 10$ s

จะได้ $20 = 0 + a(10)$

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

ดังนั้น ความเร่งของวัตถุคือ 2 เมตรต่อวินาที²

ตอบ

ตัวอย่างที่ 2 วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ต่อมาเกิดความเร่งทิศตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ขนาด 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง² จงหาความเร็วของวัตถุเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง

วิธีทำ จาก $v = u + at$

จากโจทย์ $u = 30$ km/hr, $a = -5$ km/hr² (ทิศทางตรงข้ามกับ u), $t = 2$ hr

จะได้ $v = 30 + (-5)(2)$

$$= 20 \text{ km/hr}$$

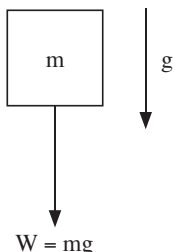
ดังนั้น วัตถุมีความเร็ว 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง

ตอบ

มวลและน้ำหนัก

มวล (mass) คือ สิ่งที่บ่งบอกถึงสมบัติความเฉื่อยของวัตถุ ซึ่งเป็นสมบัติในการต้านการเปลี่ยนแปลงสถานะของวัตถุ ยิ่งมีค่ามากความเฉื่อยก็มีมากขึ้น มีหน่วยมาตรฐานเป็นกิโลกรัม (kg)

เนื่องจากโลกมีแรงดึงดูดที่กระทำต่อวัตถุตลอดเวลา ซึ่งทำให้เกิดน้ำหนัก (weight) มีทิศทางพุ่งลงสู่พื้นโลกในแนวตั้ง และมีขนาดเท่ากับผลคูณของมวลและความเร่งโน้มถ่วงของโลก (gravity acceleration) ซึ่งเป็นความเร่งที่เกิดขึ้นกับทุกๆ วัตถุที่อยู่บนโลก เขียนในรูปสมการได้ดังนี้



$$W = mg$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของวัตถุ หน่วยเป็นนิวตัน (N)

m คือ มวลของวัตถุ หน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

g คือ ความเร่งโน้มถ่วงของโลก มีค่าประมาณเป็น 10 เมตรต่อวินาที²



กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (Newton's law) เป็นกฎที่ใช้อธิบายลักษณะของแรงและการเคลื่อนที่ที่เกิดจากแรง ซึ่งมีทั้งหมด 3 ข้อ

กฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน

กฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน มีใจความว่า “วัตถุจะหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วและทิศทางคงที่ได้ก็ต่อเมื่อผลรวมของแรงหรือแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับศูนย์” กล่าวได้ว่า สิ่งที่ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้คือแรง ถ้าไม่มีแรงหรือแรงที่กระทำต่อวัตถุทั้งหมดหักล้างกันเอง วัตถุก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่หรือเกิดความเร่ง วัตถุนั้นจะอยู่ในสภาวะสมดุล

ถ้าวัตถุอยู่ในสภาวะสมดุลจะเขียนสมการได้ดังนี้

$$\Sigma F = 0$$

เมื่อ ΣF คือ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

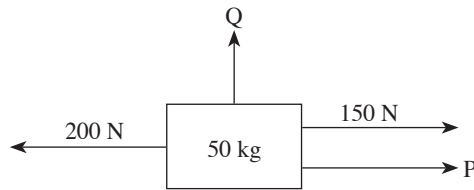
หรือจะคิดแรงที่กระทำในแต่ละแกนก็ได้ ดังนี้

แกน x แรงไปทางขวา = แรงไปทางซ้าย

แกน y แรงขึ้น = แรงลง

4 | COMPACT วิทยาศาสตร์ ม.3

ตัวอย่างที่ 3 วัตถุมวล 50 กิโลกรัม ถูกแรงกระทำเหนือพื้นตั้งรูป จงหาแรง P และ Q ถ้าวัตถุอยู่ในสภาวะสมดุล กำหนดให้ความเร่งโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที²



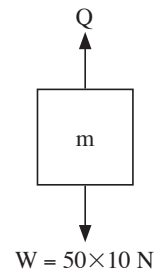
วิธีทำ พิจารณาแกน x



จาก แรงไปทางขวา = แรงไปทางซ้าย
จากโจทย์ แรงไปทางขวา = $P + 150 \text{ N}$, แรงไปทางซ้าย = 200 N
จะได้ $P + 150 = 200$
 $P = 50$ นิวตัน

หาน้ำหนักของวัตถุ

จาก $W = mg$
จากโจทย์ $m = 50 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$
จะได้ $W = (50)(10)$
 $= 500 \text{ N}$



พิจารณาแกน y

จาก แรงขึ้น = แรงลง
จากโจทย์ แรงขึ้น คือ Q, แรงลง คือ น้ำหนักของวัตถุ = 500 N
จะได้ $Q = 500 \text{ N}$

ดังนั้น ขนาดของ P คือ 50 นิวตัน และขนาดของ Q คือ 500 นิวตัน

ตอบ

กฎข้อที่สองของนิวตัน

กฎข้อที่สองของนิวตัน มีใจความว่า “ถ้ามีแรงลัพธ์ภายนอกที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุมีความเร่งที่คิดเดียวกับแรงลัพธ์ ขนาดของแรงลัพธ์จะเท่ากับมวลของวัตถุคูณกับขนาดของความเร่ง” สามารถเขียนในรูปของสมการได้ดังนี้

$$\Sigma F = ma$$

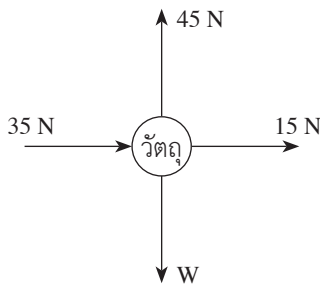
เมื่อ ΣF คือ ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

m คือ มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

a คือ ขนาดของความเร่งที่เกิดขึ้นกับวัตถุ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที² (m/s²)

หมายเหตุ ค่า ma ไม่ใช่ขนาดของแรง แต่เป็นขนาดของแรงลัพธ์

ตัวอย่างที่ 4 วัตถุมวล 2 กิโลกรัม ถูกแรงกระทำดังรูป จงหาขนาดและทิศทางการเร่งของวัตถุ กำหนดให้ขนาดของความเร่งโน้มถ่วงของโลกเป็น 10 เมตรต่อวินาที²



วิธีทำ พิจารณาแกน x แรงลัพธ์ในแนวแกน x คือ ΣF_x

จะได้
$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= 35 + 15 \\ &= 50 \text{ N ทิศทางไปทางขวา} \end{aligned}$$

หาน้ำหนักของวัตถุ

จาก
$$W = mg$$

จากโจทย์ $m = 2 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$

จะได้
$$\begin{aligned} W &= (2)(10) \\ &= 20 \text{ N} \end{aligned}$$

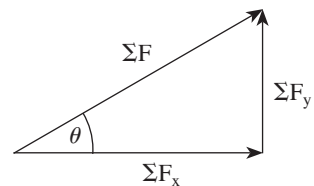
พิจารณาแกน y แรงลัพธ์ในแนวแกน y คือ ΣF_y

จะได้
$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= 45 - 20 \\ &= 25 \text{ N ทิศทางขึ้น} \end{aligned}$$

หาขนาดของแรงลัพธ์:

จาก

$$\begin{aligned} \Sigma F^2 &= \Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2 \\ \Sigma F^2 &= 50^2 + 25^2 \\ \Sigma F &= 25\sqrt{5} \text{ N} \end{aligned}$$



หาทิศทางของแรงลัพธ์

$$\begin{aligned}\text{จาก} \quad \tan \theta &= \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x} \\ &= \frac{25}{50} = \frac{1}{2} \\ \theta &= 30^\circ\end{aligned}$$

หาขนาดและทิศทางของความเร่ง

$$\begin{aligned}\text{จาก} \quad \Sigma F &= ma \\ 25\sqrt{5} &= (2)a \\ a &= 12.5\sqrt{5} \text{ m/s}^2 \text{ ทิศเดียวกับแรงลัพธ์}\end{aligned}$$

ดังนั้น วัตถุจะมีความเร่งขนาด $12.5\sqrt{5}$ เมตรต่อวินาที² ทิศทำมุมกับแกน x 30 องศา **ตอบ**



2. แรงแกรวิยาและแรงปฏิกิริยา

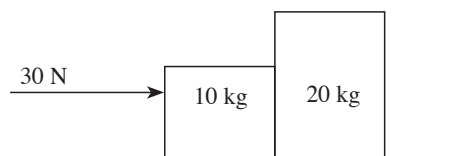
กฎข้อที่สามของนิวตัน

กฎข้อที่สามของนิวตัน มีใจความว่า “ถ้าวัตถุ A ออกแรงกระทำกับวัตถุ B (แรงแกรวิยา) วัตถุ B จะออกแรงกระทำกับวัตถุ A (แรงปฏิกิริยา) ในขนาดเท่ากันและทิศตรงกันข้าม” จะเห็นได้ว่า แรงแกรวิยาและแรงปฏิกิริยากระทำกับวัตถุต่างชิ้นกัน

กฎข้อที่สามของนิวตันอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดในชีวิตประจำวัน ตัวอย่างเช่น

- การกระโดดขึ้นจากพื้น เกิดจากขาของเราออกแรงกระทำต่อพื้น ทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาจากพื้นกระทำต่อเราให้เคลื่อนที่ขึ้นไปได้ ยิ่งออกแรงมากก็ยิ่งกระโดดได้สูงเพราะแรงปฏิกิริยามากขึ้นด้วยลักษณะเช่นนี้สามารถนำไปใช้ในการจุดบั้งไฟได้ โดยใช้เชื้อเพลิงให้เกิดแรงกระทำกับพื้น เกิดแรงปฏิกิริยาจากพื้นกระทำต่อบั้งไฟให้สามารถพุ่งขึ้นฟ้าได้
- การเล่นซ้กเย่อ เนื่องจากเราออกแรงกระทำต่อเชือก เชือกก็จะออกแรงดึงตัวเราไปในทิศตรงกันข้ามกับทิศของแรงที่เราดึง

ตัวอย่างที่ 5 วัตถุมวล 10 และ 20 กิโลกรัม วางติดกันบนพื้นไม่มีแรงเสียดทาน มีแรงภายนอกขนาด 30 นิวตัน มาผลักมวล 10 กิโลกรัม ในแนวระนาบ จงหาความเร่งและแรงปฏิกิริยาที่มวลทั้งสองกระทำต่อกัน



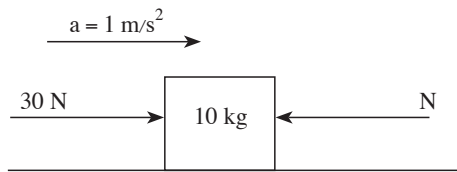
วิธีทำ พิจารณาทั้งระบบ

$$\text{จาก} \quad \Sigma F = ma$$

จากโจทย์ ΣF มีเพียงแรงเดียว 30 N (แรงปฏิกิริยาที่มวลทั้งสองกระทำต่อกันอยู่ภายในระบบ),
 $m = 10+20 = 30 \text{ kg}$

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad 30 &= (30)a \\ a &= 1 \text{ m/s}^2 \text{ ทิศเดียวกับแรง 30 N} \end{aligned}$$

พิจารณามวล 10 กิโลกรัม



$$\text{จาก} \quad \Sigma F = ma$$

จากรูป N คือ แรงปฏิกิริยาที่มวล 20 กิโลกรัม กระทำต่อมวล 10 กิโลกรัม เนื่องจากมีทิศทางตรงกันข้ามกับความเร่ง จึงมีค่าติดลบ

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad 30 - N &= (10)(1) \\ N &= 20 \text{ N} \end{aligned}$$

เนื่องจากแรงปฏิกิริยาที่มวลทั้งสองกระทำต่อกันมีขนาดเท่ากันแต่จะมีทิศตรงกันข้าม ดังนั้น แรงปฏิกิริยาที่มวล 10 กิโลกรัม กระทำต่อมวล 20 กิโลกรัม มีขนาด 20 นิวตัน ทิศเดียวกับความเร่ง

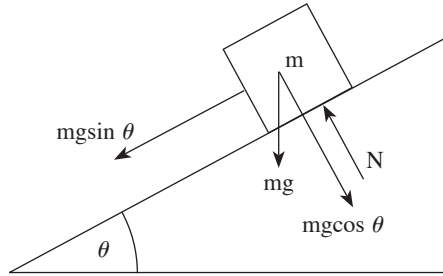
ดังนั้น มวลทั้งสองมีขนาดของความเร่งเป็น 1 เมตรต่อวินาที² ทิศเดียวกับแรง 30 นิวตัน แรงปฏิกิริยาที่กระทำกันมีขนาด 20 นิวตัน

ตอบ

พื้นเอียง

พื้นเอียง คือ พื้นที่ทำมุมกับแนวระนาบในช่วงระหว่าง 0 องศา และ 90 องศา เมื่อมีวัตถุวางอยู่บนพื้นเอียงที่ไม่มีแรงเสียดทาน จะมีแรงที่กระทำต่อวัตถุ ได้แก่ น้ำหนักของวัตถุในทิศทางลงในแนวตั้ง และแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวพื้นเอียง ซึ่งทั้งสองแรงนี้จะไม่หักล้างกันเหมือนกับพื้นระนาบ เพราะทิศทางของทั้ง 2 แรงไม่ตรงกันข้ามกัน ดังนั้น วัตถุจะไม่อยู่ในสภาวะสมดุล แล้วเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง

พิจารณาวัตถุมวล m ที่วางอยู่บนพื้นเอียงทำมุมกับแกน x θ และเกิดแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉาก N จะเกิดแรงที่กระทำกับวัตถุ ความเร่งโน้มถ่วงของโลก g ดังรูป

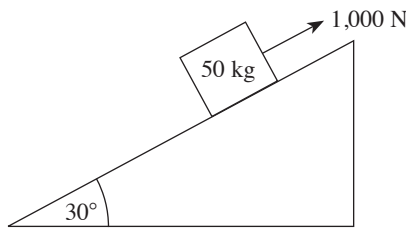


รูปแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุทั้งหมด เมื่อวัตถุวางอยู่บนพื้นเอียงทำมุม θ

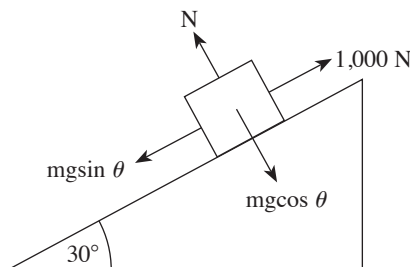
จากรูป แสดงแรงทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุ ซึ่งประกอบด้วย

- น้ำหนัก แบ่งออกเป็น 2 แนว ได้แก่ แนวขนานมีทิศทางลงไปตามพื้นเอียงขนาด $mg \sin \theta$ และแนวตั้งฉากกับพื้นเอียง มีทิศทางพุ่งเข้าหาผิวพื้นเอียงขนาด $mg \cos \theta$
- แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉาก N ทิศทางพุ่งเข้าหาวัตถุตามแนวตั้งฉากผิวพื้นเอียง ขนาดเท่ากับแรงที่วัตถุกระทำต่อผิวพื้นเอียง ในรูปคือ $mg \cos \theta$

ตัวอย่างที่ 6 วัตถุมวล 50 กิโลกรัม วางบนพื้นเอียงที่ไม่มีแรงเสียดทานทำมุมกับแนวระนาบ 30 องศา มีแรงภายนอกกระทำต่อวัตถุขนาด 1,000 นิวตัน ขึ้นไปตามพื้นเอียง จงหาแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากที่พื้นเอียงกระทำกับวัตถุและความเร่งของวัตถุ กำหนดให้ความเร่งโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที²



วิธีทำ พิจารณาในแนวตั้งฉากกับพื้นเอียง



จากรูป จะได้
$$N = mg \cos \theta$$

จากโจทย์ $m = 50 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\theta = 30^\circ$

จะได้
$$N = (50)(10) \cos 30^\circ$$

$$= 250\sqrt{3} \text{ N}$$

พิจารณาในแนวนอนกับพื้นเอียง

จาก
$$\Sigma F = ma$$

จากโจทย์ แรงที่กระทำต่อวัตถุ = 1,000 นิวตัน มีค่าเป็นบวก และจากรูป เนื่องจาก $mg \sin \theta$ มีทิศตรงกันข้ามกับแรง 1,000 นิวตัน จึงมีค่าติดลบ

จะได้
$$1,000 - (50)(10) \sin 30^\circ = (50)a$$

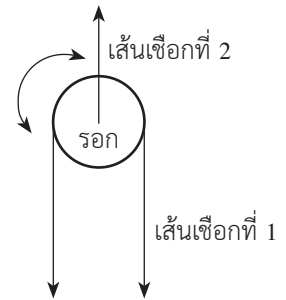
$$a = 15 \text{ m/s}^2$$
 ทิศเดียวกับแรง 1,000 นิวตัน

ดังนั้น แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากมีขนาด $250\sqrt{3}$ นิวตัน และวัตถุมีความเร่ง 15 เมตรต่อวินาที² ทิศเดียวกับแรง 1,000 นิวตัน

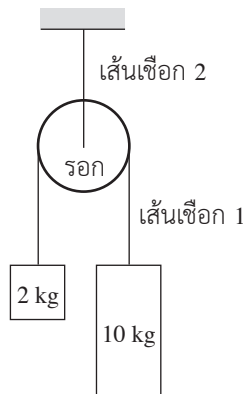
รอก

รอกมีลักษณะเหมือนล้อกลมที่สามารถหมุนรอบแกนได้ และมีเชือกพาดกับผิวล้อ ใช้ในการช่วยยกของให้ง่ายขึ้น

จากรูป เป็นลักษณะของรอกแบบหนึ่ง เส้นเชือกที่ 1 จะพาดรอบผิวรอกไว้ เส้นเชือกที่ 2 ผูกติดกับรอกไว้ รอกสามารถหมุนรอบแกนได้เพื่อยกวัตถุขึ้นลงผ่านเส้นเชือกที่ 1

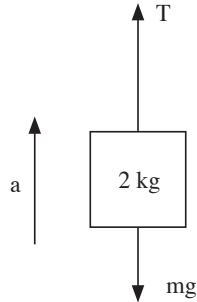


ตัวอย่างที่ 7 วัตถุมวล 2 และ 10 กิโลกรัม ถูกผูกติดกับปลายเส้นเชือก 1 ที่พาดรอบรอกที่มีมวลน้อยมาก และไม่มีแรงเสียดทาน รอกถูกผูกติดด้วยเส้นเชือก 2 ให้นิ่งอยู่กับที่ จงหาความเร่งของวัตถุทั้งสองและแรงดึงเส้นเชือก 1 และ 2 สมมติเชือกทั้ง 2 เส้นมีมวลน้อยมาก กำหนดให้ความเร่งโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที²



10 | COMPACT วิทยาศาสตร์ ม.3

วิธีทำ เนื่องจากวัตถุทั้งสองถูกผูกติดด้วยเชือกเส้นเดียวกัน ดังนั้นจะมีความเร่งและแรงดึงเชือกเท่ากัน
พิจารณาวัตถุมวล 2 กิโลกรัม
สมมติให้วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง a และมีแรงดึงเชือก T ดึงวัตถุขึ้น



จาก $\Sigma F = ma$

$$T - mg = ma$$

จากโจทย์ $m = 2 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$

จะได้

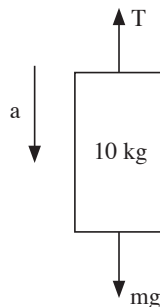
$$T - (2)(10) = (2)a$$

$$T - 20 = 2a$$

.....(1)

พิจารณาวัตถุมวล 10 กิโลกรัม

เนื่องจากวัตถุมวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่ขึ้น วัตถุมวล 10 กิโลกรัม จึงเคลื่อนที่ลง และมีแรงดึงเชือก T ดึงวัตถุขึ้น



จาก $\Sigma F = ma$

$$mg - T = ma$$

จากโจทย์ $m = 10 \text{ kg}$

$$(10)(10) - T = (10)a$$

$$100 - T = 10a$$

.....(2)

(1)+(2)

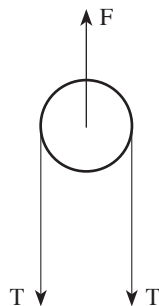
$$100 - 20 = 2a + 10a$$

$$a = 6.67 \text{ m/s}^2 \text{ ทิศทางตามที่สมมติ}$$

นำค่า a แทนใน (1) $T - 20 = 2(6.67)$
 $T = 33.3 \text{ N}$

พิจารณารอก

มีแรงดึงเชือกจากเส้นเชือก 1 เป็น 2 แรงดึงลง และแรงดึงเชือกจากเส้นเชือก 2 ขนาด F ดึงขึ้น



เนื่องจากรอกไม่มีการเคลื่อนที่

จาก $\text{แรงขึ้น} = \text{แรงลง}$
 $F = T + T$
 $= 2T$
 $= (2)(33.3)$
 $= 66.6 \text{ N}$

ดังนั้น วัตถุทั้งสองมีความเร่ง 6.67 เมตรต่อวินาที² ทิศทางที่ทำให้วัตถุมวล 10 กิโลกรัมเคลื่อนที่ลง แรงดึงเส้นเชือก 1 และ 2 คือ 33.3 และ 66.6 นิวตัน ตามลำดับ ตอบ



3. แรงเสียดทาน

แรงเสียดทาน (friction) คือ แรงที่ต้านการเคลื่อนที่หรือแนวโน้มของการเคลื่อนที่ของวัตถุ มีทิศตรงกันข้ามกับแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ ซึ่งเกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสของวัตถุ ดังนั้น ถ้าวัตถุลื่นและเรียบแรงเสียดทานก็จะน้อย แต่ถ้าวัตถุฝืดและขรุขระ แรงเสียดทานจะมาก สิ่งบ่งบอกถึงปริมาณของแรงเสียดทาน คือ สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน (coefficient of friction) ซึ่งเป็นค่าคงที่ค่าหนึ่งขึ้นอยู่กับพื้นผิวทั้งสองที่สัมผัสกัน สามารถแบ่งแรงเสียดทานเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แรงเสียดทานสถิต (static friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นกับวัตถุในขณะที่วัตถุไม่มีการเคลื่อนที่ เช่น เราออกแรงดึงวัตถุที่วางบนพื้นขรุขระวัตถุก็ไม่เคลื่อนที่ เนื่องจากแรงเสียดทานสถิตที่พยายามต้านแรงที่เราดึง แรงเสียดทานสถิตจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามแรงที่เราดึงเพื่อให้วัตถุอยู่ในสภาวะสมดุล แต่แรงเสียดทานสถิตจะมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่

$$f_{\max} = \mu_s N$$

เมื่อ f_{\max} คือ แรงเสียดทานสถิตสูงสุด มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

μ_s คือ สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานสถิต ไม่มีหน่วย

N คือ แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉาก มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

2. แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่จะเป็นค่าคงที่ค่าหนึ่งตามสมการ

$$f_k = \mu_k N$$

เมื่อ f_k คือ แรงเสียดทานจลน์ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

μ_k คือ สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานจลน์ ไม่มีหน่วย

N คือ แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉาก มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

การเพิ่มแรงเสียดทาน

การเพิ่มแรงเสียดทาน เช่น

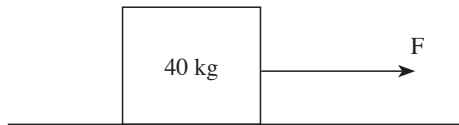
- การเพิ่มลวดลายที่ผิวสัมผัส เช่น ดอกยางของล้อรถ ปุ่มยางใต้รองเท้ากีฬา
- การใช้พื้นผิวสัมผัสที่ฝืด เช่น พื้นยาง
- การเพิ่มแรงกดทับเข้าไปที่ผิวสัมผัส เช่น เพิ่มน้ำหนักของวัตถุ

การลดแรงเสียดทาน

การลดแรงเสียดทาน เช่น

- การเพิ่มความลื่นและเรียบให้ผิววัตถุ เช่น ขัดถูพื้นผิววัตถุ
- การใช้สารหล่อลื่น เช่น น้ำมันหล่อลื่น
- การใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ล้อ ตลับลูกปืน
- การลดแรงกดทับของผิวสัมผัส เช่น ลดน้ำหนักของวัตถุ
- การออกแบบรูปร่างยานพาหนะให้อากาศเลื่อนไหลได้ดี

ตัวอย่างที่ 8 วัตถุมวล 40 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นราบที่มีสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานสถิต 0.4 และสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานจลน์ 0.2 มีแรงภายนอก F มากกระทำดังรูป



- 1) จงหาขนาดของแรงเสียดทานสถิตสูงสุด
- 2) ถ้า $F = 150 \text{ N}$ จงหาประเภทและขนาดของแรงเสียดทาน
- 3) ถ้า $F = 200 \text{ N}$ จงหาประเภทและขนาดของแรงเสียดทาน และความเร่งของวัตถุ กำหนดให้ความเร่งโน้มถ่วงของโลกมีค่าเท่ากับ $10 \text{ เมตรต่อวินาที}^2$

วิธีทำ 1) หาขนาดของแรงเสียดทานสถิตสูงสุด

จาก $f_{\max} = \mu_s N$

จากโจทย์ $\mu_s = 0.4, N = mg = (40)(10) = 400 \text{ N}$

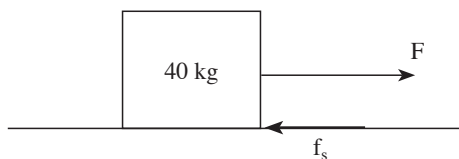
จะได้ $f_{\max} = (0.4)(400)$
 $= 160 \text{ N}$

ดังนั้น แรงเสียดทานสถิตสูงสุดมีขนาด 160 นิวตัน

ตอบ

- 2) ถ้า $F = 150 \text{ N}$ หาประเภทและขนาดของแรงเสียดทาน

เนื่องจากแรง $F = 150 \text{ N}$ ซึ่งน้อยกว่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุด วัตถุจึงไม่เคลื่อนที่และเกิดแรงเสียดทานสถิตดังรูป



เนื่องจากวัตถุไม่เคลื่อนที่

จาก แรงไปทางขวา = แรงไปทางซ้าย

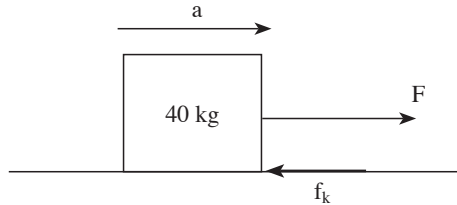
จากรูป แรงไปทางขวา คือ $F = 150 \text{ N}$, แรงไปทางซ้ายคือ f_s

จะได้ $f_s = 150 \text{ N}$

ดังนั้น เกิดแรงเสียดทานสถิตขนาด 150 นิวตัน ทิศไปทางซ้าย

ตอบ

3) ถ้า $F = 200 \text{ N}$ ประเภทและขนาดของแรงเสียดทาน และความเร่งของวัตถุ
 เนื่องจากแรง $F = 200 \text{ N}$ ซึ่งมากกว่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุด วัตถุจึงเกิดการเคลื่อนที่และ
 เกิดแรงเสียดทานจลน์ดังรูป



จาก $\Sigma F = ma$

จากรูป $F - f_k = ma$

จากโจทย์ $F = 200 \text{ N}$, $m = 40 \text{ kg}$

จาก $f_k = \mu_k N$
 $= \mu_k mg$
 $= (0.2)(40)(10)$
 $= 80 \text{ N}$

จะได้ $200 - 80 = (40)a$
 $a = 3 \text{ m/s}^2$ ทิศเดียวกับแรง F

ดังนั้น เกิดแรงเสียดทานจลน์ขนาด 80 นิวตัน ทิศไปทางซ้าย และวัตถุเกิดความเร่ง 3 เมตรต่อวินาที² ทิศเดียวกับแรง F ตอบ



4. แรงพยุงในของเหลว

เมื่อปล่อยวัตถุลงในของเหลวจะเกิดแรงที่เรียกว่า **แรงพยุง** หรือ **แรงลอยตัว (buoyant force)** ซึ่งเป็นแรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุในทิศขึ้นไปในแนวตั้ง เพื่อไม่ให้วัตถุจม สามารถหาขนาดได้จากน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนของวัตถุที่จมในของเหลว

$$m = \rho V$$

เมื่อ m คือ มวลของวัตถุ หน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

ρ คือ ความหนาแน่นของวัตถุ หน่วยเป็นหน่วยของมวลต่อหน่วยของปริมาตร หน่วยมาตรฐานคือ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3)

V คือ ปริมาตรของวัตถุ หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร (m^3)

เนื่องจากแรงพยุงเป็นน้ำหนักซึ่งมีค่าเป็น mg และจากสูตร $m = \rho V$ จะได้สูตรของแรงพยุง

$$B = \rho_{\text{เหลว}} V_{\text{จม}} g$$

เมื่อ B คือ แรงพยุง หน่วยเป็นนิวตัน (N)

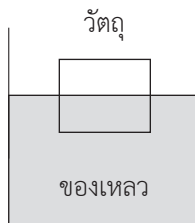
$\rho_{\text{เหลว}}$ คือ ความหนาแน่นของของเหลว หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3)

$V_{\text{จม}}$ คือ ปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมในของเหลว หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร (m^3)

g คือ ความเร่งโน้มถ่วงของโลก หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที² (m/s^2)

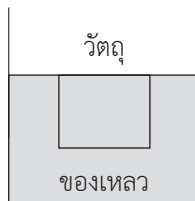
จากสูตรจะเห็นได้ว่า ถ้าวางวัตถุในของเหลวจนวัตถุหยุดนิ่ง จะได้แรงพยุงเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ ซึ่งเป็นค่าคงที่ ดังนั้น จะได้

- ถ้าความหนาแน่นของของเหลวมีค่ามากกว่าความหนาแน่นของวัตถุ วัตถุจะลอยอยู่ในระดับผิวของเหลว ดังรูป



รูปแสดงลักษณะการลอยตัวของวัตถุ เมื่อความหนาแน่นของของเหลวมากกว่าความหนาแน่นของวัตถุ

- ถ้าความหนาแน่นของของเหลวมีค่าเท่ากับความหนาแน่นของวัตถุ วัตถุจะจมทั้งหมดแต่ลอยปริมาตรอยู่กับระดับผิวของเหลว ดังรูป



รูปแสดงลักษณะการลอยตัวของวัตถุ เมื่อความหนาแน่นของของเหลวเท่ากับความหนาแน่นของวัตถุ

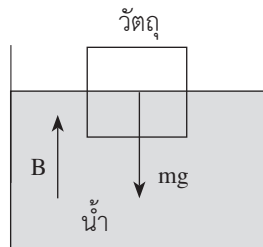
- ถ้าความหนาแน่นของของเหลวมีค่าน้อยกว่าความหนาแน่นของวัตถุ วัตถุจะจมลงไปใต้ระดับผิวน้ำทั้งหมด ดังรูป



รูปแสดงลักษณะการลอยตัวของวัตถุ เมื่อความหนาแน่นของของเหลวน้อยกว่าความหนาแน่นของวัตถุ

ตัวอย่างที่ 9 วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมกว้าง 1 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 2 เมตร ลอยอยู่ในน้ำโดยมีส่วนที่จมเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาตรทั้งหมด จงหาแรงพยุงที่น้ำทำกับวัตถุ มวล และความหนาแน่นของวัตถุ กำหนดให้ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเร่งโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที²

วิธีทำ



แรงพยุง B ซึ่งหาได้จาก $B = \rho_{\text{เหลว}} V_{\text{จม}} g$

จากโจทย์ $\rho_{\text{เหลว}} = 1,000 \text{ kg/m}^3$, $V_{\text{จม}} = \frac{1}{2} V_{\text{วัตถุ}}$ เมื่อ $V_{\text{วัตถุ}}$ คือ ปริมาตร ทั้งหมดของวัตถุ, $g = 10 \text{ m/s}^2$

จะได้ $B = (1000) \frac{1}{2} V_{\text{วัตถุ}} (10)$
 $= 5000 V_{\text{วัตถุ}}$ (1)

จาก $V_{\text{วัตถุ}} = \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \times \text{สูง}$

จากโจทย์ วัตถุกว้าง 1 m, ยาว 3 m, สูง 2 m

จะได้ $V_{\text{วัตถุ}} = 1 \times 3 \times 2$
 $= 6 \text{ m}^3$

นำค่า $V_{\text{วัตถุ}}$ ไปแทนใน (1) จะได้ $B = 5000(6)$
 $= 30,000 \text{ N}$

พิจารณาวัตถุในแนวดิ่ง เนื่องจากวัตถุลอยอยู่นิ่ง