



GOAL



ฟิสิกส์

พื้นฐานและเพิ่มเติม

ม.4



หนังสือเล่มนี้พิมพ์ด้วย กระดาษรีไซเคิล เอ
กระดาษจากไม้ปลูก ไม่รบกวนไม้ธรรมชาติ



• วราวุธ สุขมาก



ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

- เน้นเทคนิค เพื่อพิชิตโจทย์คำถามและสร้างความเข้าใจ พร้อมนำไปประยุกต์ใช้
- เหมาะสำหรับเตรียมตัวสอบเก็บคะแนน กลางภาค และปลายภาค
- เพิ่มทักษะการเขียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเตรียมพร้อมในการสอบ O-NET



วรารุณ สุขมาก

GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

วราวุธ สุขมาก.

GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4.--กรุงเทพฯ : แม็คเอดูเคชัน, 2557.
404 หน้า. --(GOAL).

1. ฟิสิกส์--ข้อสอบและเฉลย. 2. ฟิสิกส์--การศึกษาและการสอน. I. ชื่อเรื่อง.

530.076

ISBN 978-616-274-460-0

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

MAC EDUCATION

ผู้เขียน : วราวุธ สุขมาก

สงวนลิขสิทธิ์ : สิงหาคม 2557

ราคาจำหน่าย : 195 บาท

การสั่งซื้อ : ส่งตามณัติสั่งจ่าย ไปรษณีย์ลาดพร้าว 10310 ในนาม บริษัท แม็คเอดูเคชัน 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 วิ.พรินท์ (1991) จำกัด

(สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร)



หนังสือเล่มนี้พิมพ์ด้วย กระดาษรีไซเคิล 100%
กระดาษจากไม้ปลูก ไม่รบกวนไม้ธรรมชาติ



คำนำ

หนังสือคู่มือ ชุด **GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.ปลาย** ของบริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด มีเนื้อหาตรงตามมาตรฐานและตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ใช้เป็นคู่มือประกอบการเรียนรายวิชาฟิสิกส์นอกเวลาเรียนปกติ หนังสือคู่มือชุดนี้มีทั้งหมด 3 เล่ม ดังนี้

1. หนังสือคู่มือ **GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4**

2. หนังสือคู่มือ **GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.5**

3. หนังสือคู่มือ **GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.6**

หนังสือคู่มือชุดนี้ แต่ละเล่มประกอบด้วย เนื้อหาโดยสรุปที่มุ่งให้นักเรียนสามารถเรียนรู้หรือทบทวนบทเรียนด้วยตนเองและฝึกทำแบบทดสอบ โดยเน้นสร้างความเข้าใจอย่างง่ายด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น เทคนิคการจำ เทคนิคการวิเคราะห์โจทย์ เทคนิคการสังเกตสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เป็นต้น เพื่อช่วยให้นักเรียนตอบโจทย์คำถามได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังเป็นการประเมินผลตนเองในแต่ละเนื้อหา อันเป็นการเพิ่มพูนความเข้าใจและประสบการณ์ สร้างความมั่นใจ และพร้อมที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการสอบได้

ทั้งนี้ **บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด** หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือคู่มือ ชุด **GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.ปลาย** จะอำนวยประโยชน์ให้แก่ผู้อ่านได้เป็นอย่างดี และหากมีข้อสงสัยหรือข้อเสนอแนะเกี่ยวกับหนังสือคู่มือชุดนี้ กรุณาติดต่อได้ที่ บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาหนังสือคู่มือเล่มต่อไปในอนาคต

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด



สาระที่ 1

สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1

เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2

เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์



สาระที่ 2

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1

เข้าใจสิ่งแวดล้อมให้ท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2

เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน



สาระที่ 4

แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1

เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2

เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์



สาระที่ 3

สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1

เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ของสมบัติของสารกับโครงสร้างและยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2

เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมีมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5
พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 6
กระบวนการเปลี่ยนแปลง

มาตรฐาน ว 6.1

เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7
ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1

เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

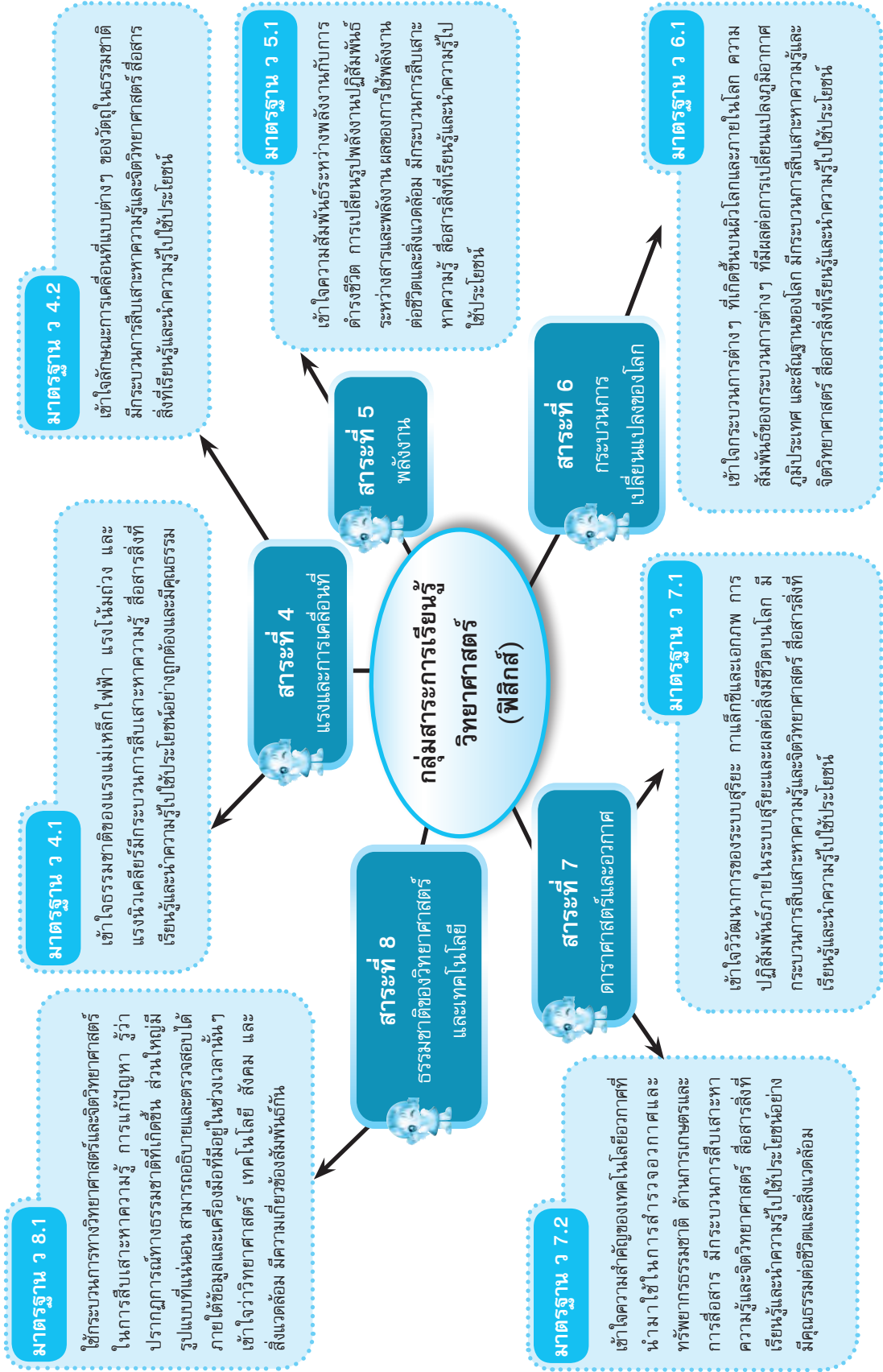
มาตรฐาน ว 7.2

เข้าใจความสำคัญและเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

มาตรฐาน ว 8.1

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน



สารบัญ

	หน้า		หน้า
● บทที่ 1 บทนำ	1	● บทที่ 3 แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่	
(ตรงตามมาตรฐาน ว 8.1)		● ของนิวตัน	48
- ปริมาณกายภาพและหน่วย	1	(ตรงตามมาตรฐาน ว 4.1)	
- การบันทึกผลการวัด	4	- แรง	48
- เลขสำคัญ	5	- มวล	48
- ความไม่แน่นอนในการวัด	6	- กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	49
แบบฝึกหัด	8	- แรงเสียดทาน	50
● บทที่ 2 การเคลื่อนที่ในหนึ่งและสองมิติ	15	- การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้	51
(ตรงตามมาตรฐาน ว 4.1)		แบบฝึกหัด	64
- ปริมาณทางฟิสิกส์	15	● บทที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่างๆ	90
- การหาผลลัพธ์ของเวกเตอร์	15	(ตรงตามมาตรฐาน ว 4.2)	
- การเคลื่อนที่ของวัตถุ	17	- การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	90
- เครื่องเคาะสัญญาณเวลา	19	- การเคลื่อนที่แบบวงกลม	95
- สมการการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วย		- การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	101
ความเร่งคงตัว	21	แบบฝึกหัด	106
- การเคลื่อนที่ในแนวโค้งและลักษณะ		● บทที่ 5 งานและพลังงาน	135
ของกราฟ	22	(ตรงตามมาตรฐาน ว 5.1)	
- ความเร็วสัมผัส	28	- งาน	135
แบบฝึกหัด	29	- พลังงาน	137
		- กฎการอนุรักษ์พลังงาน	139
		- เครื่องกล	145
		แบบฝึกหัด	148

	หน้า
● บทที่ 6 โมเมนตัมและการดล	173
(ตรงตามมาตรฐาน ว 4.2)	
- โมเมนตัม	173
- การดลและแรงดล	173
- การชน	178
- กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	178
- การชนในสองมิติและการระเบิด	187
แบบฝึกหัด	191
● บทที่ 7 การเคลื่อนที่แบบหมุน	221
(ตรงตามมาตรฐาน ว 4.2)	
- ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบหมุน	221
- สมการและความสัมพันธ์ของตัวแปรในการเคลื่อนที่แบบหมุน	224
- รูปแบบการคำนวณการเคลื่อนที่แบบหมุน	225
- กฎการอนุรักษ์พลังงานและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมในการหมุน	227
แบบฝึกหัด	231

	หน้า
● บทที่ 8 สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น	251
(ตรงตามมาตรฐาน ว 4.2)	
- สภาพสมดุล	251
- สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง	252
- โมเมนต์	263
- การนำหลักสมดุลไปประยุกต์	268
- สภาพยืดหยุ่น	277
แบบฝึกหัด	282
แบบทดสอบชุดที่ 1	313
เฉลย	321
แบบทดสอบชุดที่ 2	335
เฉลย	342
แบบทดสอบชุดที่ 3	357
เฉลย	365
สรุปสมการที่สำคัญ	379

บทที่ 1 บทนำ



ปริมาณกายภาพและหน่วย

ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ศึกษากฎเกณฑ์ต่างๆ สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ความสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน ความรู้ในวิชาฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้มาจากข้อมูลจากการสังเกตและการวัดโดยอาศัยเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ และนักฟิสิกส์จะนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์แปลความหมายและลงข้อสรุปเป็นหลักการและกฎเกณฑ์ต่างๆ ความรู้อีกส่วนหนึ่งได้มาจากแบบจำลองทางความคิด ซึ่งนำไปสู่การสร้างทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องมีการวัดและบันทึกข้อมูลจากการสังเกตหรือทดลอง ตัวเลขที่ได้จากการวัดด้วยวิธีการต่างๆ นั้นเรียกว่า ปริมาณ ซึ่งจะมีหน่วย (unit) เป็นตัวบอกค่าของปริมาณ และเพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก จึงได้กำหนดเป็นหน่วยมาตรฐานขึ้นมา เรียกว่า ระบบเอสไอ (International System of Units; SI Unit) ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนหลักๆ คือ

1. หน่วยฐาน (base units) เป็นหน่วยหลักของระบบเอสไอ ดังตาราง

ปริมาณฐาน	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์
ความยาว	เมตร	m (meter)
มวล	กิโลกรัม	kg (kilogram)
เวลา	วินาที	s (second)
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	A (ampere)
อุณหภูมิ	เคลวิน	K (kelvin)
ปริมาณสาร	โมล	mol (mole)
ความเข้มของการส่องสว่าง	แคนเดลา	cd (candela)

GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

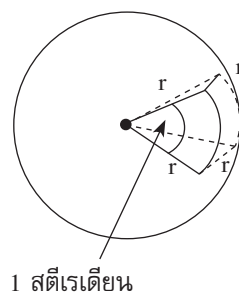
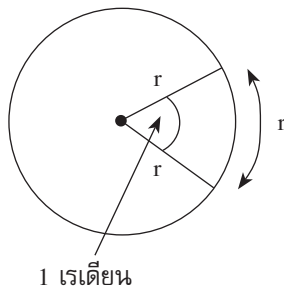
2. หน่วยอนุพัทธ์ (derived units) เป็นหน่วยที่เกิดจากหน่วยฐานตั้งแต่ 2 หน่วยขึ้นไปมาเกี่ยวข้องกัน ดังตัวอย่างในตาราง

ปริมาณ	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์
ความเร็ว	เมตรต่อวินาที	m/s
ความเร่ง	เมตรต่อวินาที ²	m/s ²
แรง	นิวตัน	N
ความดัน	พาสคัล	Pa
งาน	จูล	J
กำลัง	วัตต์	W

3. หน่วยเสริม (supplementary units) เป็นหน่วยนอกเหนือจากหน่วยฐานประกอบด้วย 2 หน่วยคือ

3.1 เรเดียน (radian; rad) เป็นหน่วยวัดมุมในระนาบ โดยมุม 1 เรเดียน คือ มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่รองรับความยาวของส่วนโค้งที่มีความยาวเท่ากับรัศมี

3.2 สเตอเรเดียน (steradian; sr) เป็นหน่วยมุมตัน โดยมุม 1 สเตอเรเดียน คือ มุมที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมที่รองรับพื้นที่ผิวโค้งที่มีพื้นที่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวของแต่ละด้านเท่ากับรัศมี



4. คำอุปสรรค (prefix) คือ คำนำหน้าหน่วยที่ถูกกำหนดขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสาร และเหมาะสมกับการใช้งาน โดยถูกแทนค่าด้วยตัวพหุคูณ ดังตาราง

ชื่อ	ตัวพหุคูณ	สัญลักษณ์	
เอกซะ (exa)	10^{18}	E	อักษรมหัพพวิธีใหญ่ ชี้กำลังเป็น +
เพตะ (peta)	10^{15}	P	
เทระ (tera)	10^{12}	T	
จิกะ (giga)	10^9	G	
เมกะ (mega)	10^6	M	
กิโล (kilo)	10^3	k	
เฮกโต (hecto)	10^2	h	อักษรมหัพพวิธีเล็ก ชี้กำลังเป็น -
เดคา (deca)	10^1	da	
เดซี (deci)	10^{-1}	d	
เซนติ (centi)	10^{-2}	c	
มิลลิ (milli)	10^{-3}	m	
ไมโคร (micro)	10^{-6}	μ	
นาโน (nano)	10^{-9}	n	
พิโก (pico)	10^{-12}	p	
เฟมโต (femto)	10^{-15}	f	
อัตโต (atto)	10^{-18}	a	

เทคนิคการคำนวณ การเปลี่ยนหน่วย มี 2 หลักการ คือ

1. เอาออก คือ การเปลี่ยนคำอุปสรรคออก เช่น 5 mg มีค่าก็กรัม (แสดงว่าเอา m (milli) ออก) ซึ่ง $m = 10^{-3}$ ให้คูณด้วยตัวพหุคูณนั้นได้เลย

GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

$$\text{จะได้ } 5 \text{ mg} = 5 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$\text{หรือ } 1.25 \text{ Gm} = 1.25 \times 10^9 \text{ m}$$

$$\text{หรือ } 3.2 \text{ cm}^2 = 3.2 \times (10^{-2} \text{ m})^2 = 3.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{หรือ } 5.3 \text{ mm}^3 = 5.3 \times (10^{-3} \text{ m})^3 = 5.3 \times 10^{-9} \text{ m}^3$$

2. เอาเข้า คือ การเปลี่ยนเพื่อเติมคำอุปสรรคเข้าไป เช่น 5 g มีค่าก็มิลลิกรัม (แสดงว่าเอา m(milli) เข้า) ให้คุณด้วยตัวพหุคูณที่ตรงข้ามกับคำอุปสรรคตัวนั้น

$$\text{จะได้ } 5 \text{ g} = 5 \times 10^3 \text{ mg}$$

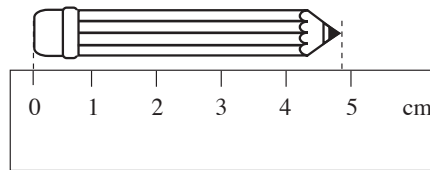
$$\text{หรือ } 2.5 \text{ m} = 2.5 \times 10^9 \text{ nm}$$

$$\text{หรือ } 2.5 \text{ m}^2 = 2.5 \times (10^2 \times \text{cm})^2 = 2.5 \times 10^4 \text{ cm}^2$$



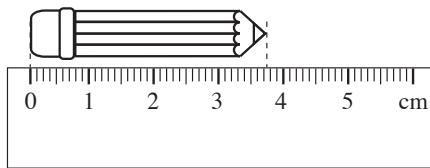
การบันทึกผลการวัด

ค่าความละเอียดและการบันทึกผลจากการวัดจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของเครื่องมือที่ใช้วัด เช่น



รูป ก

จากรูป ก ไม้บรรทัดมีความละเอียดแค่ 1 เซนติเมตร แต่เราวัดได้ 4.8 เซนติเมตร เลขตัวสุดท้ายคือ 8 เป็นเลขที่เราประมาณขึ้นมา ซึ่งอาจจะเป็น 7 หรือ 9 ก็ได้



รูป ข

จากรูป ข ไม้บรรทัดมีความละเอียด 0.1 เซนติเมตร แต่เราวัดได้ 3.75 เซนติเมตร เลขตัวสุดท้ายคือ 5 เป็นเลขที่เราประมาณขึ้นมา ซึ่งอาจจะเป็น 4 หรือ 6 ก็ได้

ดังนั้น ตัวเลขที่ได้จากการวัดจะต้องประมาณขึ้นมามาก 1 ตำแหน่งเสมอ เพื่อให้ได้ผลจากการวัดใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด



เลขนัยสำคัญ

เลขนัยสำคัญ (significant) คือ เลขที่ได้จากการวัดและประมาณขึ้นมาอีก 1 ตำแหน่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับความละเอียดของเครื่องมือนั้นๆ

1. หลักการนับจำนวนเลขนัยสำคัญ มีดังนี้

1) ถ้าอยู่ในรูปจำนวนเต็มนับหมดทุกตัว เช่น

523 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

32 มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

3504 มีเลขนัยสำคัญ 4 ตัว

ยกเว้น กรณีมีเลขศูนย์ตามหลัง ให้นับเฉพาะเลขโดด เช่น

3400 มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

250 มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

150400 มีเลขนัยสำคัญ 4 ตัว

2) ถ้าอยู่ในรูปทศนิยม ให้เริ่มนับตัวเลขตัวแรกที่เป็นเลขโดด (1 ถึง 9) ตัวเลขถัดไปนับหมดทุกตัว เช่น

0.246 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

0.002 มีเลขนัยสำคัญ 1 ตัว

0.530 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

3) ถ้าอยู่ในรูป $A \times 10^n$ (เมื่อ $1 \leq A < 10$) และ n เป็นจำนวนเต็ม ให้นับเฉพาะ A เท่านั้น เช่น

2.5×10^4 มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

1.45×10^5 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

3.256×10^2 มีเลขนัยสำคัญ 4 ตัว

ข้อสังเกต

15,200 อาจมีเลขนัยสำคัญได้ ตั้งแต่ 3, 4, หรือ 5 ตัวก็ได้ เนื่องจากสามารถเขียนได้เป็น 1.52×10^4 หรือ 1.520×10^4 หรือ 1.5200×10^4 ก็ได้

2. การบวกและการลบเลขนัยสำคัญ ใช้หลักการทางพีชคณิตก่อน แล้วพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ให้มีตำแหน่งทศนิยมเท่ากับตำแหน่งทศนิยมที่น้อยที่สุดของโจทย์ เช่น

GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

1) $3.2 + 4.58 = 7.78$ ผลลัพธ์จะต้องมีทศนิยมเพียง 1 ตำแหน่ง ซึ่งเท่ากับทศนิยมของ 3.2 ดังนั้นผลลัพธ์จึงเป็น 7.8

2) $4.92 + 3.675 - 1.2 = 7.395$ ผลลัพธ์จึงตอบเป็น 7.4

3. การคูณและการหารเลขนัยสำคัญ ใช้หลักการทางพีชคณิตก่อน แล้วพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ให้มีจำนวนเลขนัยสำคัญเท่ากับจำนวนเลขนัยสำคัญที่น้อยที่สุดของโจทย์ เช่น

1) $2.5 \times 3.324 = 8.31$ ผลลัพธ์จะต้องมีเลขนัยสำคัญเพียง 2 ตัว ซึ่งเท่ากับจำนวนเลขนัยสำคัญของ 2.5 ดังนั้น ผลลัพธ์จึงเป็น 8.3

2) $4.859 \div 2.5 = 1.9436$ ผลลัพธ์จึงตอบเป็น 1.9



ความไม่แน่นอนในการวัด

ในการวัดปริมาณทางฟิสิกส์อาจมีความคลาดเคลื่อนหรือความไม่แน่นอนเกิดขึ้นได้เสมอ ถ้า A เป็นปริมาณที่วัดได้ และ Δa เป็นค่าความคลาดเคลื่อน เราจะนิยามบันทึกการวัดเป็น $A \pm \Delta a$ และสามารถนำค่าต่างๆ มาคำนวณโดยอาศัยหลักการ ดังนี้

1. เมื่อนำ $A \pm \Delta a$ มาบวกหรือลบกับ $B \pm \Delta b$ และค่าความคลาดเคลื่อนต้องนำมาบวกกันเสมอจะได้

$$\text{ผลบวก} = (A+B) \pm (\Delta a + \Delta b)$$

$$\text{ผลลบ} = (A-B) \pm (\Delta a + \Delta b)$$

ตัวอย่างที่ 1 เชือกสองเส้นยาว 14.53 ± 0.02 เซนติเมตร และ 12.32 ± 0.01 เซนติเมตร จงหา

ก. ผลบวกน้อยที่สุดและผลบวกมากที่สุดของเชือก

ข. ผลต่างน้อยที่สุดและผลต่างมากที่สุดของเชือก

วิธีทำ ก. ผลบวก = $(14.53 + 12.32) \pm (0.02 + 0.01)$

$$= 26.85 \pm 0.03$$

$$\text{ผลบวกจึงอยู่ในช่วง} = 26.85 - 0.03 \text{ ถึง } 26.85 + 0.03$$

$$= 26.82 \text{ ถึง } 26.88 \text{ cm}$$

ดังนั้น ผลบวกน้อยที่สุด คือ 26.82 เซนติเมตร และผลบวกมากที่สุด คือ 26.88 เซนติเมตร

ตอบ

$$\text{ข. ผลต่าง} = (14.53 - 12.32) \pm (0.02 + 0.01)$$

$$= 2.21 \pm 0.03$$

$$\begin{aligned}\text{ผลต่างจึงอยู่ในช่วง} &= 2.21 - 0.03 \text{ ถึง } 2.21 + 0.03 \\ &= 2.18 \text{ ถึง } 2.24 \text{ cm}\end{aligned}$$

ดังนั้น ผลต่างน้อยที่สุด คือ 2.18 เซนติเมตร และผลต่างมากที่สุด คือ 2.24 เซนติเมตร **ตอบ**

2. เมื่อนำ $A \pm \Delta a$ มาคูณหรือหารกับ $B \pm \Delta b$ ให้นำเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนมาบวกกันเสมอ

โดยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ A คือ $\frac{\Delta a}{A} \times 100\%$

และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ B คือ $\frac{\Delta b}{B} \times 100\%$

ดังนั้น เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนรวม คือ $\frac{\Delta a}{A} \times 100\% + \frac{\Delta b}{B} \times 100\%$

นั่นคือ $A \times B = AB \pm \left(\frac{\Delta a}{A} \times 100\% + \frac{\Delta b}{B} \times 100\% \right)$

และ $A \div B = \frac{A}{B} \pm \left(\frac{\Delta a}{A} \times 100\% + \frac{\Delta b}{B} \times 100\% \right)$

ตัวอย่างที่ 2 แผ่นไม้กระดานกว้าง 12.4 ± 0.1 เซนติเมตร และยาว 20.2 ± 0.2 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ของแผ่นไม้กระดาน

วิธีทำ ให้ $A = 12.4 \pm 0.1 \text{ cm}$ และ $B = 20.2 \pm 0.2 \text{ cm}$

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่} &= AB \pm \left(\frac{\Delta a}{A} \times 100\% + \frac{\Delta b}{B} \times 100\% \right) \\ &= 12.4 \times 20.2 \pm \left(\frac{0.1}{12.4} \times 100\% + \frac{0.2}{20.2} \times 100\% \right) \\ &= 250.48 \pm 1.79\%\end{aligned}$$

ก่อนตอบต้องเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์ให้เป็นพื้นที่ก่อน ดังนี้

$$1.79\% \text{ ของ } 250.48 = \frac{1.79}{100} \times 250.48 = 4.48 \text{ cm}^2$$

ดังนั้น พื้นที่อยู่ระหว่าง 250.4 ± 4.48 เซนติเมตร หรือมีพื้นที่ 245.92 ถึง 454.88 ตารางเซนติเมตร

ตอบ

GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

แบบฝึกหัด

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

- หน่วยในระบบเอสไอ ข้อใดเป็นหน่วยฐานทั้งหมด
 - เมตร องศาเซลเซียส แอมแปร์ วินาที
 - กรัม เมตร วินาที แคนเดลา
 - โมล เมตร เรเดียน กิโลกรัม
 - กิโลกรัม เคลวิน แอมแปร์ แคนเดลา
 - กิโลเมตร กิโลกรัม วินาที โมล
- ข้อใดเป็นหน่วยอนุพัทธ์ในระบบเอสไอ
 - แอมแปร์
 - นิวตัน
 - กิโลกรัม
 - โมล
 - แคนเดลา
- ข้อใดกล่าวถึงเลขนัยสำคัญได้ถูกต้อง
 - เลขที่ได้จากการวัด
 - เลขที่วัดได้จริงจากเครื่องมือ
 - เลขที่วัดได้จากเครื่องมือและประมาณค่าที่วัดได้อีก 1 ตำแหน่ง
 - เลขที่บอกความละเอียดของเครื่องมือ
 - เลขที่ได้จากการจดบันทึก
- คำตอบของ 465×2 มีค่าเท่าไรตามหลักเลขนัยสำคัญ (โดยถือว่าเลขทั้ง 2 จำนวนเป็นเลขนัยสำคัญ)
 - 930
 - 93
 - 9
 - 9.3
 - 900
- ระยะทาง 1,530 กิโลเมตร มีเลขนัยสำคัญกี่ตัว
 - 3 ตัว คือ 1, 5, 3
 - 4 ตัว คือ 1, 5, 3, 0
 - 2 ตัว คือ 1, 5
 - 3 หรือ 4 ตัว ก็ได้ คือ 1, 5, 3 หรือ 0
 - ไม่มีข้อใดถูกต้อง
- ผลลัพธ์ของ $11.25 - 2.1 + 3.256$ มีค่าเท่าไร ตามหลักเลขนัยสำคัญ
 - 12.406
 - 12.40
 - 12.41
 - 12.4
 - 12

7. ความยาว 12.68 กิโลเมตร มีค่ากี่นาโนเมตร

1. 12.68×10^6

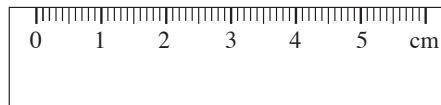
2. 1.268×10^6

3. 1.268×10^9

4. 1.268×10^{12}

5. 1.268×10^{13}

8. ปริมาณในข้อใดเหมาะสมที่สุดที่ได้จากการวัดโดยใช้เครื่องมือ ดังรูป



1. 2 cm

2. 2.0 cm

3. 2.08 cm

4. 2.505 cm

5. 2.6082 cm

9. น้ำมีความหนาแน่น 1 g/cm^3 มีค่าเท่าไรในหน่วย kg/m^3

1. 10^{-3}

2. 10^{-6}

3. 10^2

4. 10^3

5. 10^6

10. ควรใช้เครื่องมือชนิดใดวัดความกว้างของปากหลอดทดลอง

1. ไมโครมิเตอร์

2. ไม้บรรทัด

3. เวอร์เนีย

4. ตลับเมตร

5. ถูกต้องทุกข้อ

11. กำลัง 4.5×10^7 วัตต์ มีค่าเท่ากับข้อใด

1. 45 MW

2. 4.5 GW

3. 45 kW

4. 45 μW

5. 45 TW

12. พื้นที่ 300 ตารางเซนติเมตร มีค่ากี่ตารางเมตร

1. 3×10^{-2}

2. 3×10^{-3}

3. 3×10^{-4}

4. 3×10^{-6}

5. 30

GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

13. ถ้านักเรียนคนหนึ่งวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมได้ 5.25 เซนติเมตร เขาควรบันทึกรัศมีของวงกลมนี้เป็นเท่าไร
1. 2.625
 2. 262
 3. 2.63
 4. 2.6
 5. 5.3
14. ปริมาณในข้อใด มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัวทั้งหมด
1. 300, 200, 1.52
 2. 4.52×10^3 , 18.0
 3. 0.03, 185, 92.0
 4. 3.2×10^3 , 1.02, 140
 5. 4.23, 0.53, 6.52×10^3
15. ผลลัพธ์ของ $16.74 + 5.1$ มีจำนวนเลขนัยสำคัญเท่ากับจำนวนในข้อใด
1. 0.025
 2. 12.3
 3. 500
 4. 9.952
 5. 33.32
16. หน่วยของ K ในสมการ $F = \frac{Kq_1q_2}{r^2}$ ตรงกับข้อใด
- กำหนดให้ F มีหน่วยเป็น $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$ หรือ N
 q_1, q_2 มีหน่วยเป็น C
 r มีหน่วยเป็น m
1. $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
 2. $\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}}$
 3. $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2 \cdot \text{C}^2}$
 4. $\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$
 5. $\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{C}^2}$
17. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีค่าเท่าไรในหน่วยเมตรต่อวินาที
1. 10
 2. 20
 3. 30
 4. 40
 5. 50
18. ขนมเค้กขนาด 2.00 กิโลกรัม ต้องการแบ่งออกเป็น 4 ส่วน จะสามารถแบ่งได้เท่าไรตามหลักเลขนัยสำคัญ
1. 0.5000
 2. 0.500
 3. 0.50
 4. 0.5
 5. 1

19. ถังเก็บน้ำใบหนึ่งมีปริมาตร 10^{-1} ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

1. 10

 $2 \cdot 10^2$ $3 \cdot 10^3$
$$4. \cdot 10^4$$
 $5 \cdot 10^5$

20. ข่าวสาร 1 ตัน มีค่าเท่ากับข้อใด

1. 1 Gg

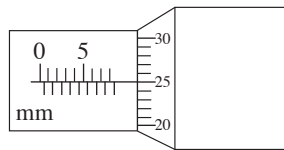
2. 1 ng

3. 1 Mg

4. 1 mg

5. $1\ \mu\text{g}$

21. จากรูป อ่านค่าจากไมโครมิเตอร์ได้เท่าไร



1. 8.25 mm

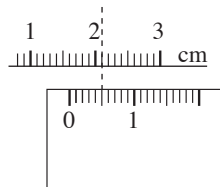
2. 8.55 mm

3. 8.75 mm

4. 9.25 mm

5. 9.75 mm

22. จากรูป เวิร์เนียร์แคลลิปเปอร์สอ่านค่าได้เท่าไร



1. 2.10 cm

2. 2.15 cm

3. 2.50 cm

4. 2.55 cm

5. 3.10 cm



1. **4** 2. **2** 3. **3** 4. **5** 5. **4** 6. **4** 7. **5** 8. **3** 9. **4** 10. **3**

11. 1 12. 1 13. 3 14. 2 15. 2 16. 4 17. 2 18. 2 19. 5 20. 3

21. **3** 22. **2**

GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

เฉลยพร้อมคำอธิบาย

4. ตอบข้อ 5

อธิบาย $465 \times 2 = 930$

ดังนั้น ผลลัพธ์ต้องมีเลขนัยสำคัญเพียง 1 ตัว เท่ากับจำนวนเลขนัยสำคัญของ 2 จึงตอบเป็น 900

5. ตอบข้อ 4

อธิบาย เนื่องจากสามารถเขียนได้เป็น 1.53×10^3 km หรือ 1.530×10^3 km ก็ได้

6. ตอบข้อ 4

อธิบาย เนื่องจากผลลัพธ์ต้องมีความละเอียดทศนิยมเท่ากับความละเอียดของ 2.1 คือ 1 ตำแหน่ง

7. ตอบข้อ 5

$$\begin{aligned} \text{อธิบาย} \quad 12.68 \text{ km} &= 12.68 \times 10^3 \text{ m} \\ &= 12.68 \times 10^3 \times 10^9 \text{ nm} \\ &= 12.68 \times 10^{12} \text{ nm} \\ &= 1.268 \times 10^{13} \text{ nm} \end{aligned}$$

8. ตอบข้อ 3

อธิบาย เนื่องจากเครื่องมือมีความละเอียด 0.1 cm สามารถวัดค่าได้ละเอียด 0.01 cm

9. ตอบข้อ 4

$$\begin{aligned} \text{อธิบาย} \quad 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} &= 1 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3 \\ &= \frac{1 \times 10^{-3} \text{ kg}}{(10^{-2} \text{ m})^3} \\ &= \frac{1 \times 10^{-3} \text{ kg}}{10^{-6} \text{ m}^3} \\ &= 10^3 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

10. ตอบข้อ 3

อธิบาย เวอร์เนียร์เป็นเครื่องมือที่เหมาะสม เนื่องจากสามารถวัดความกว้างแบบวงกลมได้

11. ตอบข้อ 1

$$\begin{aligned} \text{อธิบาย} \quad 4.5 \times 10^7 \text{ W} &= 4.5 \times 10^1 \text{ MW} \\ &= 45 \text{ MW} \end{aligned}$$

12. ตอบข้อ 1

อธิบาย

$$\begin{aligned}
 300 \text{ cm}^2 &= 300 \times (10^{-2} \text{ m})^2 \\
 &= 300 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\
 &= 3 \times 10^{-2} \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

13. ตอบข้อ 3

อธิบาย

$$\begin{aligned}
 \text{เส้นผ่านศูนย์กลาง} &= 5.25 \text{ cm} \\
 \text{รัศมี} &= \frac{5.25}{2} \\
 &= 2.625 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

แต่ผลลัพธ์ต้องมีจำนวนเลขนัยสำคัญเท่ากับจำนวนที่มีเลขนัยสำคัญที่น้อยที่สุดซึ่งคือ 5.25 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว ไม่นับเลข 2 ที่นำมหาร เพราะไม่ถึงว่าเป็นเลขนัยสำคัญ เนื่องจากไม่ได้มาซึ่งการวัด ดังนั้น ผลลัพธ์จึงเป็น 2.63 cm

15. ตอบข้อ 2

อธิบาย $16.74 + 5.1 = 21.84$ ผลลัพธ์ต้องเป็น 21.8
 ดังนั้น 12.3 มีทศนิยม 1 ตำแหน่ง เท่ากับ 21.8

16. ตอบข้อ 4

อธิบาย

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{Kq_1q_2}{r^2} \\
 K &= \frac{Fr^2}{q_1q_2} \\
 &= \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}
 \end{aligned}$$

17. ตอบข้อ 2

อธิบาย

$$\begin{aligned}
 72 \frac{\text{km}}{\text{hr}} &= \frac{72 \times 10^3 \text{ m}}{3,600 \text{ s}} \\
 &= 20 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

18. ตอบข้อ 2

อธิบาย เนื่องจาก $\frac{2.00}{4}$ ← เลขนัยสำคัญ 3 ตัว
 ↑ ไม่ใช่เลขนัยสำคัญ เพราะไม่ได้มาจากการวัด

GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

19. ตอบข้อ 5

อธิบาย

$$\begin{aligned} 10^{-1} \text{ m}^3 &= 10^{-1} \times (10^2)^3 (\text{cm})^3 \\ &= 10^{-1} \times 10^6 (\text{cm})^3 \\ &= 10^5 (\text{cm})^3 \end{aligned}$$

20. ตอบข้อ 3

อธิบาย

$$\begin{aligned} \text{ข้าวสาร 1 ตัน} &= 10^3 \text{ kg} \\ &= 10^3 \times 10^3 \text{ g} \\ &= 10^6 \text{ g} \\ &= 1 \text{ Mg} \end{aligned}$$

21. ตอบข้อ 3

อธิบาย สเกลใหญ่อ่านได้เกิน 8.50 mm สเกลย่อยอ่านได้ 0.25 mm
ดังนั้น อ่านได้จริง 8.75 mm

22. ตอบข้อ 2

อธิบาย สเกลบนอ่านได้ 2.1 cm สเกลล่างช่องที่ 5 ตรงกับขีดบนพอดี
ดังนั้น อ่านได้จริง 2.15 cm

บทที่ 2 การเคลื่อนที่ในหนึ่งและสองมิติ



ปริมาณทางฟิสิกส์

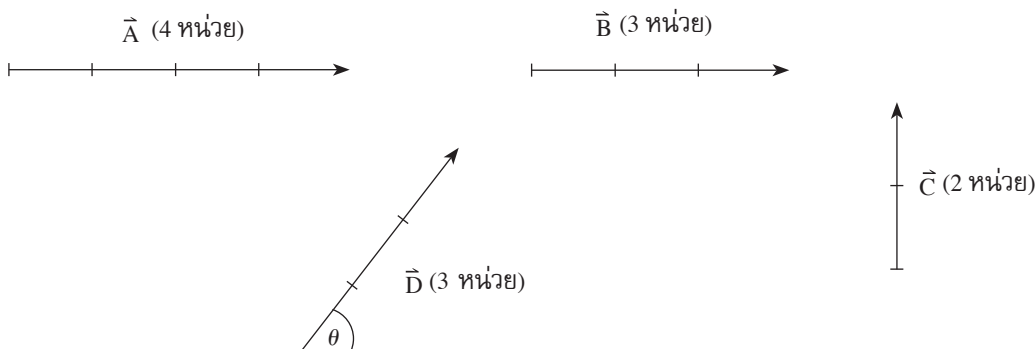
1. ปริมาณสเกลาร์ (scalar quantity) คือ ปริมาณที่บอกขนาดเพียงอย่างเดียวก็ให้ความหมายที่สมบูรณ์ เช่น มวล เวลา ระยะทาง ฯลฯ

2. ปริมาณเวกเตอร์ (vector quantity) คือ ปริมาณที่ต้องบอกทั้งขนาดและทิศทางเพื่อให้ได้ความหมายที่สมบูรณ์ เช่น การกระจัด น้ำหนัก ความเร็ว แรง ฯลฯ การหาผลลัพธ์ของปริมาณเวกเตอร์ต้องหาผลลัพธ์ทั้งขนาดและทิศทาง

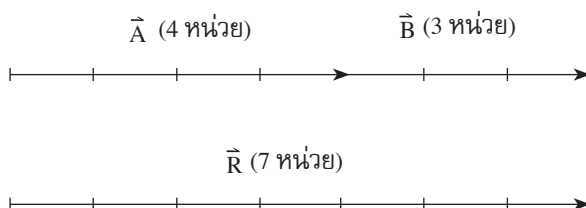


การหาผลลัพธ์ของเวกเตอร์

การบวกเวกเตอร์ใช้การรวมแบบหางต่อหัว ถ้าเป็นลบให้กลับทิศก่อนแต่ขนาดเท่าเดิม เช่น



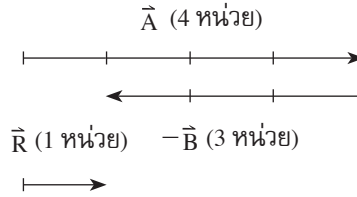
แบบที่ 1 $\vec{A} + \vec{B}$



GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

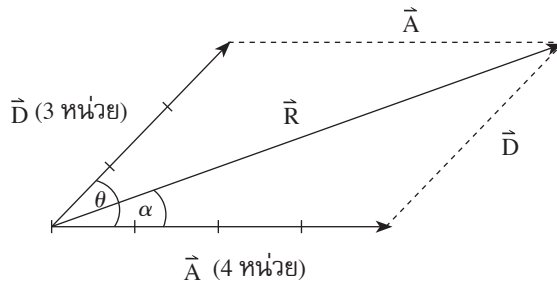
$$\begin{aligned}\text{เวกเตอร์ลัพธ์ } (\vec{R}) &= \vec{A} + \vec{B} \\ &= 4 + 3 \\ &= 7 \text{ หน่วย}\end{aligned}$$

แบบที่ 2 $\vec{A} - \vec{B}$



$$\begin{aligned}\text{เวกเตอร์ลัพธ์ } (\vec{R}) &= \vec{A} - \vec{B} \\ &= 4 - 3 \\ &= 1 \text{ หน่วย}\end{aligned}$$

แบบที่ 3 $\vec{A} + \vec{D}$ เนื่องจากเวกเตอร์ทั้งสองทำมุมต่อกัน ใช้วิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน



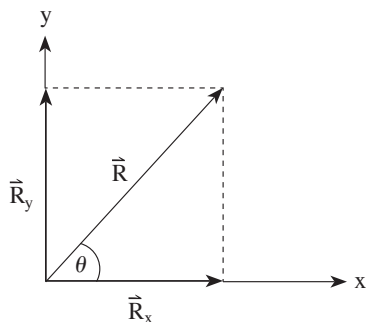
$$R = \sqrt{A^2 + D^2 + 2AD \cos \theta}$$

และมุมระหว่าง $\vec{A}$ กับ $\vec{R}$ คือ $\tan \alpha = \frac{D \sin \theta}{A + D \cos \theta}$

เมื่อเวกเตอร์ทั้งสองทำมุม $\theta = 90^\circ$ ต่อกัน

จะได้ $R = \sqrt{A^2 + D^2}$

แบบที่ 4 เมื่อรู้เวกเตอร์ลัพธ์แล้ว แต่ต้องการหาเวกเตอร์ย่อยซึ่งตั้งฉากกัน



จากรูป $R_x = R \cos \theta$

และ $R_y = R \sin \theta$

และ $\tan \theta = \frac{R_y}{R_x}$

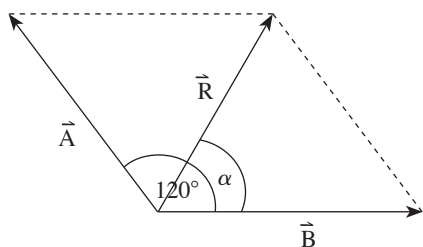
ข้อสังเกต

เวกเตอร์ที่แยกเข้าหามุมจะได้เวกเตอร์นั้นตามด้วย $\cos$

เวกเตอร์ที่แยกหนีจากมุมจะได้เวกเตอร์นั้นตามด้วย $\sin$

ตัวอย่างที่ 1 จงหาเวกเตอร์ลัพธ์และทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ เมื่อมีเวกเตอร์ขนาด 20 หน่วยเท่ากัน ทำมุม 120° ต่อกัน

วิธีทำ



$$\begin{aligned} \text{จาก } R &= \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta} \\ &= \sqrt{(20)^2 + (20)^2 + 2(20)(20) \cos 120^\circ} \\ &= \sqrt{400 + 400 + 800 \left(-\frac{1}{2}\right)} \\ &= \sqrt{400} \\ R &= 20 \text{ หน่วย} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{และ } \tan \alpha &= \frac{B \sin \theta}{A + B \cos \theta} \\ &= \frac{20 \sin 120^\circ}{20 + 20 \cos 120^\circ} \\ \tan \alpha &= \sqrt{3} \\ \alpha &= 60^\circ \end{aligned}$$

ดังนั้น เวกเตอร์ลัพธ์มีขนาด 20 หน่วย และมีทิศทำมุม 60° องศา กับเวกเตอร์ลัพธ์

ตอบ



การเคลื่อนที่ของวัตถุ

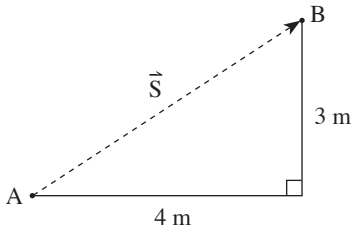
เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่จะมีปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ดังนี้

- 1. ระยะทาง (distance)** คือ ความยาวตามเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ มีสัญลักษณ์ “s” มีหน่วยเป็นเมตร (m) เป็นปริมาณสเกลาร์
- 2. การกระจัด (displacement)** คือ ความยาวที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง มีสัญลักษณ์ “S” มีหน่วยเป็นเมตร (m) เป็นปริมาณเวกเตอร์
- 3. อัตราเร็ว (speed)** คือ ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ต่อเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ มีสัญลักษณ์ “v” มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) เป็นปริมาณสเกลาร์

GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

4. ความเร็ว (velocity) คือ การกระจัดที่เคลื่อนที่ได้ต่อเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ มีสัญลักษณ์ “ $\vec{v}$ ” มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) เป็นปริมาณเวกเตอร์

ตัวอย่างของระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว



จากรูป ถ้าวัตถุเคลื่อนที่จากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B โดยใช้เวลาในการเคลื่อนที่ 2 วินาที จะสามารถคำนวณหา

$$\text{ระยะทาง (S)} = 4 + 3 = 7 \text{ m}$$

$$\text{การกระจัด (\vec{S})} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ m}$$

$$\text{อัตราเร็ว (v)} = \frac{S}{t} = \frac{7}{2} = 3.5 \text{ m/s}$$

$$\text{ความเร็ว (\vec{v})} = \frac{\vec{S}}{t} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ m/s}$$

หมายเหตุ ในบางครั้งโจทย์อาจจะถามหาอัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ย ซึ่งหาได้จาก

$$\text{อัตราเร็วเฉลี่ย} = \frac{\text{ระยะทางทั้งหมด}}{\text{เวลาทั้งหมด}} = \frac{S_1 + S_2 + \dots}{t_1 + t_2 + \dots}$$

$$\text{ความเร็วเฉลี่ย} = \frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลาทั้งหมด}} = \frac{\vec{S}}{t}$$

จะเห็นว่าอัตราเร็ว อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็ว และความเร็วเฉลี่ยจะใช้ในภาษาพูดที่สื่อความหมายเหมือนกัน แต่ในทางฟิสิกส์แล้วไม่เหมือนกัน

ข้อสังเกต

ระยะทาง = การกระจัด } เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในทิศทางเดียว (ไปแล้วไม่ถอยกลับ)
อัตราเร็ว = ความเร็ว

5. **ความเร็วขณะหนึ่ง (instantaneous velocity)** คือ ความเร็วของวัตถุในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่สั้นมากๆ ที่กำลังพิจารณาอยู่

6. **ความเร่ง (acceleration)** คือ ความเร็วที่เปลี่ยนไปต่อเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที² (m/s²) เป็นปริมาณเวกเตอร์ แต่ถ้าไม่สนใจทิศทางจะเรียกว่า อัตราเร่ง

ตัวอย่างที่ 2 รถยนต์คันหนึ่งขับจากความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที แล้วเร่งเครื่องเป็นเวลา 2 วินาที ทำให้ความเร็วเปลี่ยนเป็น 16 เมตรต่อวินาที จงหาความเร่งของรถยนต์

วิธีทำ จาก
$$\vec{a} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$$

แทนค่า;

$$= \frac{16 - 10}{2}$$

$$\vec{a} = \frac{6}{2} = 3 \text{ m/s}^2$$

ดังนั้น ความเร่งของรถยนต์เท่ากับ 3 เมตรต่อวินาที²

ตอบ

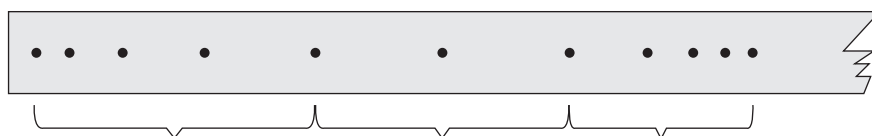


เครื่องเคาะสัญญาณเวลา

เครื่องเคาะสัญญาณเวลา (ticker timer) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการหาความเร็วและความเร่งของวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ โดยเวลาระหว่างจุดที่อยู่ติดกันเท่ากับ $\frac{1}{50}$ วินาที

ข้อสังเกต การหาค่าต่างๆ คือ ต้องการหาค่าที่จุดใด ให้คิดค่าเฉลี่ยระหว่างจุดๆ นั้น

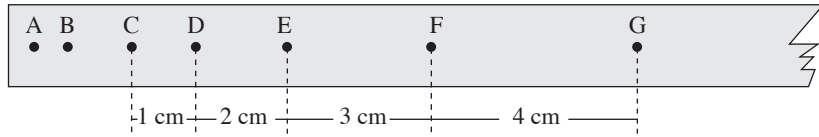
ลักษณะจุดบนแถบกระดาษ



ระยะระหว่างจุดเพิ่มขึ้น	ระยะระหว่างจุดคงที่	ระยะระหว่างจุดลดลง
มีความเร็วเพิ่มขึ้น	ความเร็วคงตัว	ความเร็วลดลง
มีความเร่ง	ความเร่งเป็นศูนย์	มีความหน่วง

GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

ตัวอย่างการคำนวณจากแถบกระดาษ เช่น



1) ความเร็วเฉลี่ยที่จุด F

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{S}}{\Delta t}$$

$$\vec{v}_E = \frac{3+4}{\frac{1}{50} + \frac{1}{50}} = 175 \text{ cm/s} = 1.75 \text{ m/s}$$

2) ความเร็วเฉลี่ยที่จุด E

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{S}}{\Delta t}$$

$$\vec{v}_E = \frac{2+3}{\frac{1}{50} + \frac{1}{50}} = 125 \text{ cm/s} = 1.25 \text{ m/s}$$

3) ความเร็วเฉลี่ยที่จุด D

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{S}}{\Delta t}$$

$$\vec{v}_D = \frac{1+2}{\frac{1}{50} + \frac{1}{50}} = 75 \text{ cm/s} = 0.75 \text{ m/s}$$

4) ความเร่งเฉลี่ยที่จุด E

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

$$= \frac{\vec{v}_F - \vec{v}_D}{\Delta t}$$

แทนค่า;

$$= \frac{175 - 75}{\frac{1}{50} + \frac{1}{50}}$$

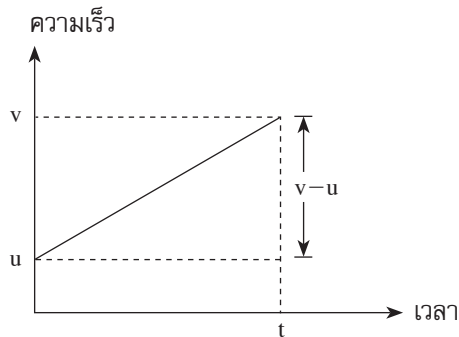
$$= 2,500 \text{ cm/s}^2$$

$$\vec{a}_E = 25 \text{ m/s}^2$$



สมการการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง ด้วยความเร่งคงตัว

เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงโดยมีความเร็วต้นเป็น u และความเร็วปลายเป็น v และอยู่ในช่วงเวลา t ด้วยความเร่งคงตัว สามารถเขียนกราฟระหว่างความเร็วและเวลาได้ดังนี้



จากกราฟ

$$a = \frac{v-u}{t}$$

จะได้

$$v = u + at$$

$$S = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$$

$$S = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 = u^2 + 2aS$$

เมื่อ u คือ ความเร็วต้น มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

v คือ ความเร็วปลาย มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

a คือ ความเร่ง มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที² (m/s²)

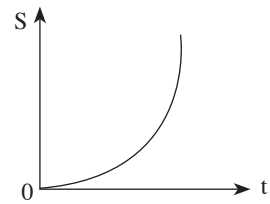
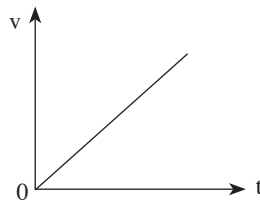
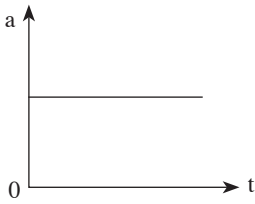
S คือ การกระจัด มีหน่วยเป็น เมตร (m)

t คือ เวลา มีหน่วยเป็น วินาที (s)

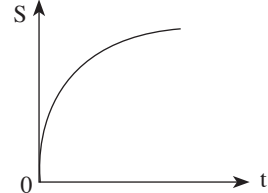
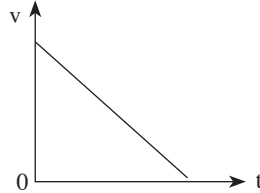
GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

ลักษณะกราฟของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง มีดังนี้

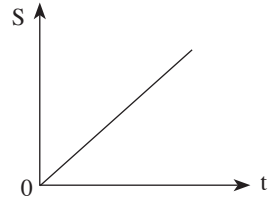
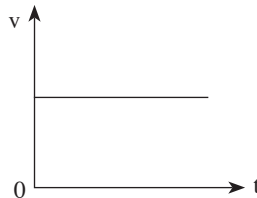
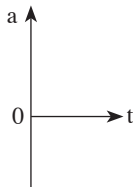
1. กราฟของการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว



2. กราฟของการเคลื่อนที่ด้วยความหน่วง (ความเร็วลดลง)



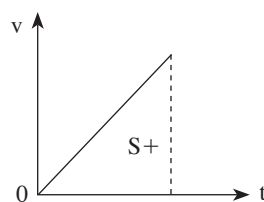
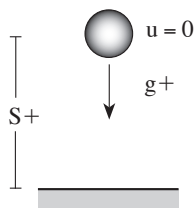
3. กราฟของการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว (ความเร่งเป็นศูนย์)



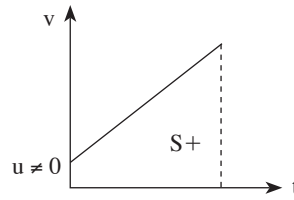
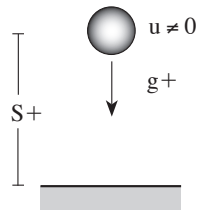
การเคลื่อนที่ในแนวตั้งและลักษณะของกราฟ

เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ในแนวตั้งภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก (g) จะมีลักษณะการเคลื่อนที่ดังนี้

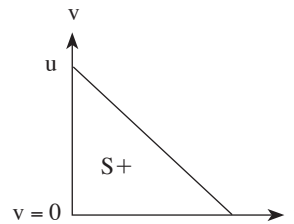
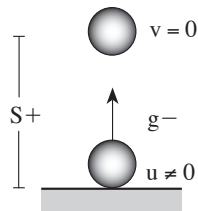
1. ปล่อยวัตถุลงมา ($u = 0$, g เป็น $+$, S เป็น $+$)



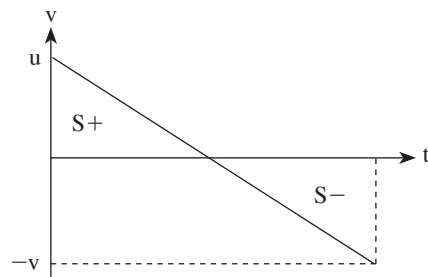
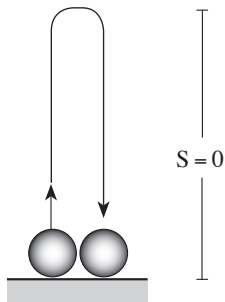
2. ขว้างวัตถุลงมา ($u \neq 0$, g เป็น $+$, S เป็น $+$)



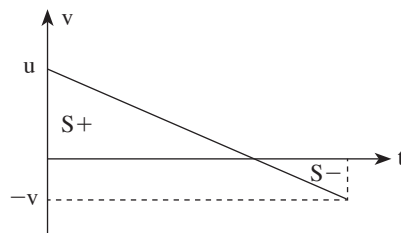
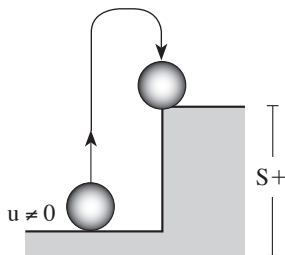
3. โยนวัตถุขึ้นไปด้านบน ($u \neq 0$, g เป็น $-$, S เป็น $+$) ณ จุดสูงสุด นั่นคือ $v = 0$



4. โยนวัตถุขึ้นไปด้านบน แล้วตกกลับมาที่เดิม ($u \neq 0$, g เป็น $-$, $S = 0$)

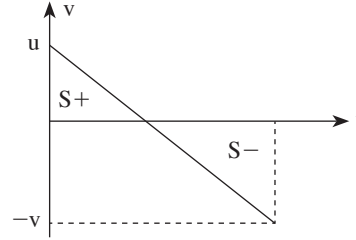
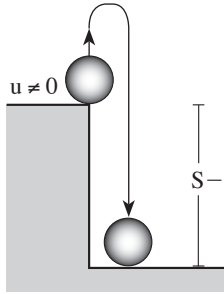


5. โยนวัตถุขึ้นไปด้านบน แล้วตกกลับแต่ไม่ถึงพื้นล่าง ($u \neq 0$, g เป็น $-$, S เป็น $+$)



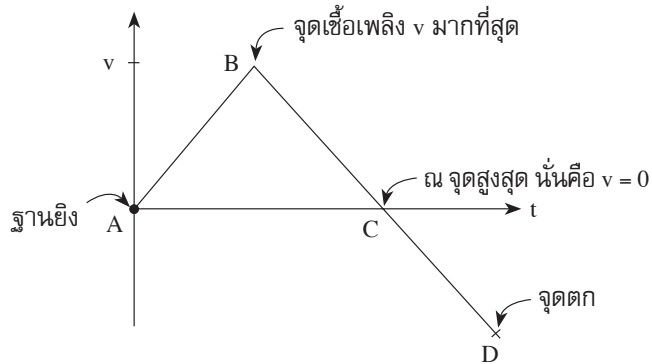
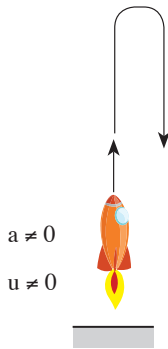
GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

6. โยนวัตถุขึ้นไปด้านบนแล้ววัตถุกลับมามีต่ำกว่าตำแหน่งที่โยน ($u \neq 0$, g เป็น $-$, S เป็น $-$)



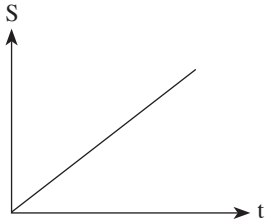
โดย S ที่ได้เป็นลบ คือ ความสูงต่ำกว่าที่โยนเมื่อเทียบกับพื้น

7. กรณียิงจรวดขึ้นไปในแนวตั้ง เมื่อเชื้อเพลิงหมดแล้วตกกลับ



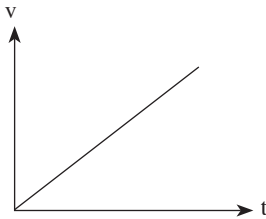
- จากกราฟ ช่วง AB คือ ช่วงที่จรวดขึ้นด้วยความเร่ง
 ช่วง BC คือ ช่วงที่ขึ้นด้วยความหน่วง
 ช่วง CD คือ ช่วงที่ตกกลับด้วยความเร่ง $= g$
 จุด A คือ ความเร็วที่ฐานปล่อย
 จุด B คือ จุดที่เชื้อเพลิงหมด (v มากที่สุด)
 จุด C คือ จุดสูงสุด ($v = 0$)
 จุด D คือ ความเร็วตอนตก

สรุป ความสัมพันธ์ของกราฟในการเคลื่อนที่ในแนวตรง



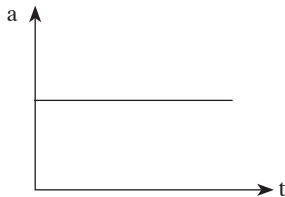
$$\text{พื้นที่ (area)} = S \times t \Rightarrow \text{ไม่นิยาม}$$

$$\text{ความชัน (slope)} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \text{หา } v$$



$$\text{พื้นที่ (area)} = v \times t \Rightarrow \text{หา } S$$

$$\text{ความชัน (slope)} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \text{หา } a$$



$$\text{พื้นที่ (area)} = a \times t \Rightarrow \text{หา } v$$

$$\text{ความชัน (slope)} = \frac{\Delta a}{\Delta t} \Rightarrow \text{ไม่นิยาม}$$

ข้อสังเกต

กราฟ S-t $\begin{cases} \text{area} & - \\ \text{slop} & = v \end{cases}$

กราฟ v-t $\begin{cases} \text{area} & = S \\ \text{slope} & = a \end{cases}$

กราฟ a-t $\begin{cases} \text{area} & = v \\ \text{slope} & - \end{cases}$

ตัวหัดตัดท้าย แล้วเหลือ $vsav$ (วีซ่าวี)

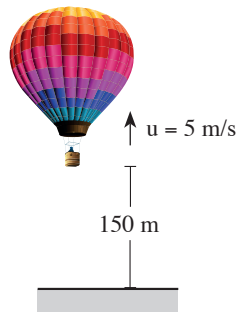
GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

กรณีบอลลูนลอยขึ้นในแนวตั้ง

เราใช้สมการเหมือนการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง ถ้ามีวัตถุตกมาจากบอลลูนให้กำหนดความเร็วต้นของวัตถุ (u) เท่ากับความเร็วของบอลลูนขณะปล่อยวัตถุและมีทิศทางเดียวกับความเร็วของบอลลูน

ตัวอย่างที่ 3 บอลลูนกำลังเคลื่อนที่ขึ้นในแนวตั้งด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ที่ความสูงจากพื้นดิน 150 เมตร คนในบอลลูนก็ปล่อยก้อนหินลงมาพอดี นานเท่าไรก้อนหินตกถึงพื้นดินด้านล่าง

วิธีทำ



กำหนดตัวแปร	$u = 5 \text{ m/s}$ (ทิศขึ้น)
	$g = -10 \text{ m/s}$ (ทิศลง)
	$h = -150 \text{ m}$ (ตกต่ำกว่าตำแหน่งที่ปล่อยวัตถุ)
จาก	$h = ut + \frac{1}{2}gt^2$
แทนค่า;	$-150 = 5t + \frac{1}{2}(-10)t^2$
	$-150 = 5t - 5t^2$
	$0 = -5t^2 + 5t + 150$
	$0 = t^2 - t - 30$
	$0 = (t-6)(t+5)$
	$t = 6 \text{ s}$

ดังนั้น นาน 6 วินาที ก้อนหินตกถึงพื้นดินด้านล่าง

ตอบ

ตารางสรุปการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงและการกำหนดเครื่องหมาย

การเคลื่อนที่ในแนวราบ	การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง
1. เมื่อ v คงตัว ($a = 0$) $S = vt$ 2. เมื่อมีความเร่ง $v = u + at$ $S = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$ $S = ut + \frac{1}{2}at^2$ $v^2 = u^2 + 2aS$ 3. การกำหนดเครื่องหมาย t เป็น + เสมอ u เป็น + เสมอ a เป็น + เมื่อมีความเร่ง (ความเร็วเพิ่มขึ้น) a เป็น - เมื่อมีความหน่วง (ความเร็วลดลง) * $u = 0$ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่จากหยุดนิ่ง $v = 0$ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุด	เปลี่ยนตัวแปรจาก $S \rightarrow h$ และ $a \rightarrow g$ 1. เมื่อ v คงตัว (กรณีเป็นจรวด) $S = vt$ 2. เมื่อเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วง (g) $v = u + gt$ $h = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$ $h = ut + \frac{1}{2}gt^2$ $v^2 = u^2 + 2gh$ 3. การกำหนดเครื่องหมาย t เป็น + เสมอ u เป็น + เสมอ g เป็น - เมื่อปล่อยลง, ขว้างลง * h เป็น - ได้กรณีเดียว คือ วัตถุตกต่ำกว่าตำแหน่งที่โยน * ตัวแปรใดมีทิศสวนทางกับ u จะเป็น -

GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

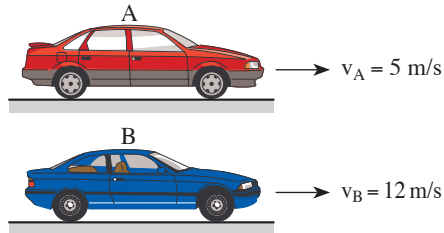


ความเร็วสัมพัทธ์

ความเร็วสัมพัทธ์ (relative velocity) คือ ความเร็วที่เปรียบเทียบกับวัตถุอีกอันหนึ่ง เกิดขึ้นได้

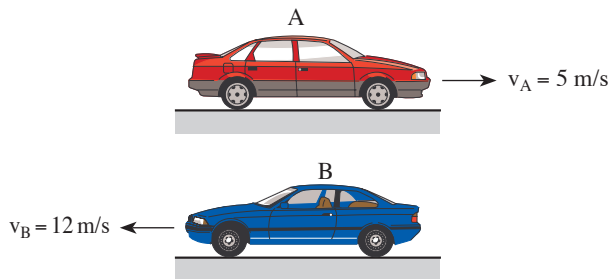
3 กรณี คือ

1. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางเดียวกัน (นำความเร็วมาลบกัน) เช่น



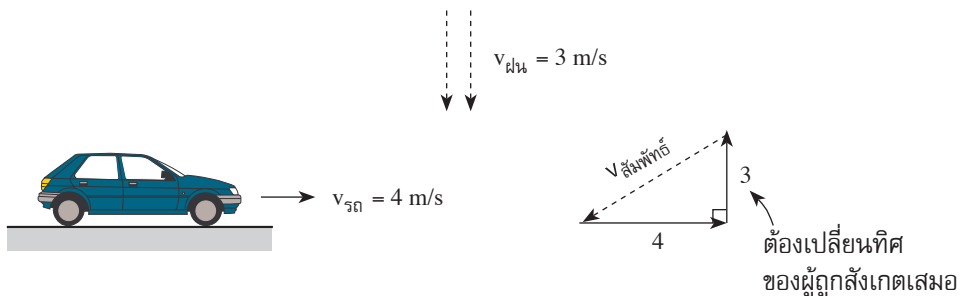
ความเร็วสัมพัทธ์ระหว่างรถ A กับรถ B คือ $v_{AB} = 12 - 5 = 7 \text{ m/s}$

2. วัตถุเคลื่อนที่สวนทางกัน (นำความเร็วมาบวกกัน) เช่น



ความเร็วสัมพัทธ์ระหว่างรถ A กับรถ B คือ $v_{AB} = 12 + 5 = 17 \text{ m/s}$

3. วัตถุเคลื่อนที่ทำมุมต่อกัน (กรณีซับซ้อนนิดนึง) เช่น ชายคนหนึ่งขับรถด้วยความเร็ว 4 m/s สังเกตเห็นเม็ดฝนที่ตกลงมาในแนวตั้งด้วยความเร็ว 3 m/s พุ่งเข้าหาตนเองในแนวเฉียงๆ ดังรูป



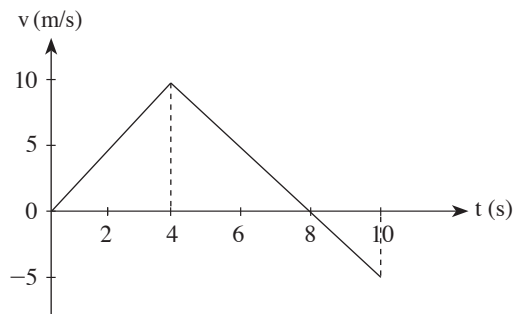
ความเร็วสัมพัทธ์ระหว่างรถและเม็ดฝน คือ

$$v_{\text{สัมพัทธ์}} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ m/s}$$

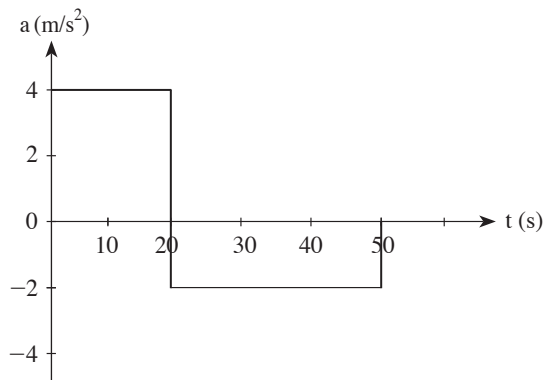
แบบฝึกหัด

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็วสัมพันธ์กับเวลา ดังกราฟ จงหาระยะทางและการกระจัดทั้งหมดของรถยนต์

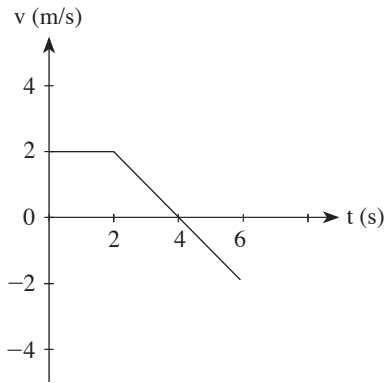


1. 40 m และ 5 m
 2. 40 m และ 30 m
 3. 40 m และ 40 m
 4. 45 m และ 35 m
 5. 35 m และ 30 m
2. จากข้อ 1 จงหาความเร่งของรถยนต์ ณ วินาทีที่ 4
 1. 2 m/s^2
 2. 2.5 m/s^2
 3. 4 m/s^2
 4. 5 m/s^2
 5. 10 m/s^2
 3. จากข้อ 1 จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ย เมื่อสิ้นวินาทีที่ 10
 1. 4 m/s และ 0.5 m/s
 2. 4 m/s และ 3 m/s
 3. 4 m/s และ 4 m/s
 4. 4.5 m/s และ 3.5 m/s
 5. 3.5 m/s และ 3 m/s
 4. รถยนต์คันหนึ่งเริ่มวิ่งจากหยุดนิ่ง โดยมีความเร่งดังกราฟ จงหาความเร็วของรถยนต์ที่เวลา 50 วินาทีจากจุดเริ่มต้น



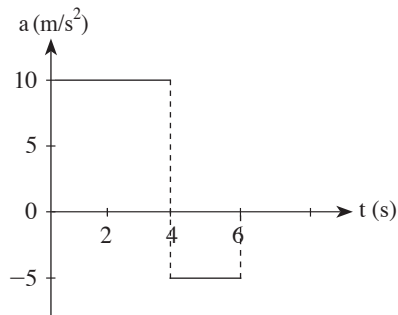
GOAL ฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

1. 0
2. 10 m/s
3. 20 m/s
4. 40 m/s
5. 50 m/s
5. เด็กชายคนหนึ่งเดินด้วยความเร็วคงที่ กราฟ ณ เวลา 6 วินาที เขาอยู่ห่างจากตำแหน่งเริ่มต้นเท่าไร



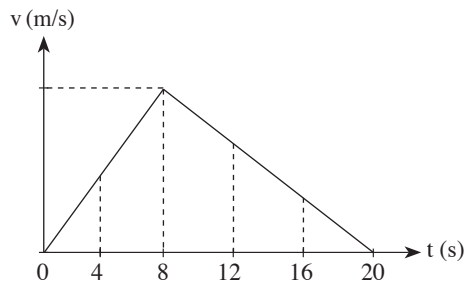
1. 2 m
2. 3 m
3. 4 m
4. 5 m
5. 6 m

6. รถแข่งคันหนึ่งขับออกจากจุดสตาร์ทและขับไปด้วยความเร่งคงที่ กราฟ จงหาความเร็วเฉลี่ยของรถแข่งเมื่อสิ้นวินาทีที่ 6



1. 10 m/s
2. 20 m/s
3. 30 m/s
4. 40 m/s
5. 50 m/s

7. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็วและเวลาดังกราฟ และวิ่งได้ระยะทางทั้งหมด 400 เมตร จงหาความเร่งที่เวลา 8 วินาที



1. 3 m/s^2
2. 4 m/s^2
3. 5 m/s^2
4. 6 m/s^2
5. 7 m/s^2