



วิทยาศาสตร์

เพื่ออาชีพอุตสาหกรรม

Science for Industrial Career

ศศิวิมล พรประไพ
สายัณต์ ชื่นอารมย์

90.-

วิทยาศาสตร์

เพื่ออาชีพอุตสาหกรรม

(Science for Industrial Career)



กลุ่มสมรรถนะการคิดและการแก้ปัญหา

ISBN 978-616-495-273-7

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2567

จำนวนที่พิมพ์ 5,000 เล่ม

เรียบเรียงโดย

ศศิวิมล พรประไพ

สายัณต์ ชื่นอารมย์

แถมฟรี !

e-book แต่ละบทเรียน
ในรูปแบบ QR Code

จัดพิมพ์และจัดจำหน่าย โดย...

บริษัท วังอักษร จำกัด



วังอักษร

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-4 Mobile 08-8585-1521

e-mail : wangaksorn9@gmail.com Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

www.wangaksorn.com

Line ID : wangaksorn



สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2565

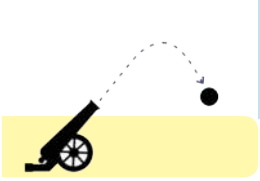
โดยบริษัท วังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ
ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใดๆ นอกจากได้รับอนุญาต

เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทฯ เท่านั้น

ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่นๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้

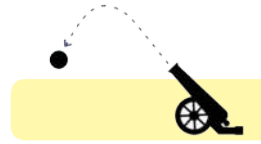
เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย

โดยบริษัท วังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด



ตารางกำหนดการจัดการเรียนรู้
วิชา วิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพอุตสาหกรรม
(Science for Industrial Career)

ครั้งที่	รายการ	จำนวนชั่วโมง		
		ท	ป	รวม
1	บทเรียนที่ 1 เวกเตอร์	1	2	3
2-3	บทเรียนที่ 2 แรง	2	4	6
4-5	บทเรียนที่ 3 แรงเสียดทาน	2	4	6
6-7	บทเรียนที่ 4 สมดุล	2	4	6
8-9	บทเรียนที่ 5 การเคลื่อนที่แนวเส้นตรง	2	4	6
10-11	บทเรียนที่ 6 การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	2	4	6
12-13	บทเรียนที่ 7 งาน พลังงานและกำลัง	2	4	6
14	บทเรียนที่ 8 พลังงานสี่เหลี่ยม	1	2	3
15	บทเรียนที่ 9 คลื่น	1	2	3
16-17	บทเรียนที่ 10 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	2	4	6
18	ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา	1	2	3
รวม		18	36	54



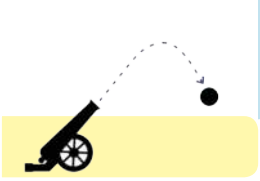
คำนำ

บริษัท วังอักษร จำกัด ได้จัดทำหนังสือวิชา **วิทยาศาสตร์เพื่ออาชีพอุตสาหกรรม (Science for Industrial Career)** เพื่อใช้บูรณาการและประกอบการเรียนการสอน ตามหลักสูตรอาชีวศึกษา (สอศ.) หลักสูตรส่งเสริมการเรียนรู้ (สกร.) และหลักสูตรอุดมศึกษา ผู้สนใจในการพัฒนาการเรียนรู้ และทักษะ

หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาสาระ แบบฝึกหัด แบบทดสอบคู่ขนาน มีจุดประสงค์ในการยกระดับผู้เรียนให้เรียนทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างทักษะ ประสบการณ์ และการประยุกต์ใช้ได้จริง โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ และกิจนิสัยในการทำงาน เพื่อสร้างสมรรถนะตามความต้องการของสถานประกอบการ เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น 10 บทเรียน คือ บทเรียนที่ 1 เวกเตอร์ บทเรียนที่ 2 แรง บทเรียนที่ 3 แรงเสียดทาน บทเรียนที่ 4 สมดุล บทเรียนที่ 5 การเคลื่อนที่แนวเส้นตรง บทเรียนที่ 6 การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ บทเรียนที่ 7 งาน พลังงานและกำลัง บทเรียนที่ 8 พลังงานสีเขียว บทเรียนที่ 9 คลื่น และบทเรียนที่ 10 คลื่นแม่เหล็ก ไฟฟ้า

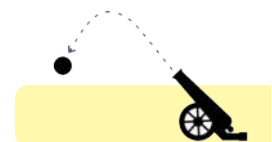
หนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาที่ทันสมัยตามแผนการพัฒนาศึกษาด้านสมรรถนะการคิดและการแก้ปัญหา สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์การเรียนรู้ และสมรรถนะตามหลักสูตร

**ศศิวิมล พรประไพ
สายัณต์ ชื่นอารมย์**

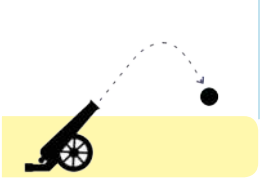


สารบัญ

บทเรียนที่ 1	वेकเตอร์	1
	บทนำ	2
	มโนทัศน์เบื้องต้นทางฟิสิกส์	2
	वेकเตอร์	9
	สมบัติเวกเตอร์	11
	การบวกเวกเตอร์	11
	องค์ประกอบเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก	16
	การแยกเวกเตอร์	17
	แบบฝึกหัดประจำบทเรียน	18
บทเรียนที่ 2	แรง	23
	บทนำ	24
	กฎของความโน้มถ่วง	25
	แรง	27
	แรงย่อยกระทำต่อวัตถุทำให้เกิดแรงลัพธ์	31
	การหาแรงลัพธ์โดยวิธีการคำนวณทางเวกเตอร์	32
	หลักการคำนวณหาแรงที่กระทำบนชิ้นส่วนของวัตถุ	39
	การแยกแรงไปตามแกนสมมติ	39
	แบบฝึกหัดประจำบทเรียน	46
บทเรียนที่ 3	แรงเสียดทาน	51
	คำจำกัดความของความเสียดทานและแรงเสียดทาน	52
	ความหมายของแรงเสียดทาน	52
	ชนิดของแรงเสียดทาน	53
	สัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน	54
	ข้อควรจำเกี่ยวกับแรงเสียดทาน	55
	มุมของแรงเสียดทาน	56
	ตัวอย่างการคำนวณแรงเสียดทาน	57
	แบบฝึกหัดประจำบทเรียน	65



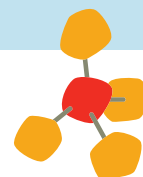
บทเรียนที่ 4	สมดุล	70
	ความหมายของสมดุล	71
	ลักษณะสมดุล	72
	สมดุลต่อการเคลื่อนที่	73
	สมดุลต่อการหมุน	81
	โมเมนต์	83
	หลักการคำนวณสมดุลต่อการหมุน	85
	ตัวอย่างการคำนวณสมดุลต่อการหมุน	85
	แบบฝึกหัดประจำบทเรียน	91
บทเรียนที่ 5	การเคลื่อนที่แนวเส้นตรง	97
	บทนำ	97
	การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงลักษณะแนวราบ	97
	กราฟการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงลักษณะแนวราบ	104
	สมการของการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงลักษณะแนวราบ	109
	ตัวอย่างการคำนวณการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงลักษณะแนวราบ	110
	การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงลักษณะแนวตั้ง	114
	สมการของการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงลักษณะแนวตั้ง	116
	ตัวอย่างการคำนวณการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงลักษณะแนวตั้ง	117
	แบบฝึกหัดประจำบทเรียน	120
บทเรียนที่ 6	การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	125
	บทนำ	126
	ความหมายของการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	126
	สัญลักษณ์และความหมายของการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	127
	รูปแบบของการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	127
	สูตรคำนวณการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	129
	ตัวอย่างการคำนวณการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	133
	แบบฝึกหัดประจำบทเรียน	141
บทเรียนที่ 7	งาน พลังงานและกำลัง	144
	งาน	145
	การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ	152
	พลังงาน	155
	พลังงานศักย์	155



	พลังงานจลน์	158
	กำลัง	162
	แบบฝึกหัดประจำบทเรียน	164
บทเรียนที่ 8	พลังงานสีเขียว	167
	บทนำ	168
	ความหมายของพลังงานสีเขียว	169
	ประโยชน์จากพลังงานสีเขียว	169
	ประเภทของพลังงานสีเขียว	169
	ข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานสีเขียว	172
	นวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานสีเขียว	172
	แนวโน้มในอนาคต	174
	ผลกระทบต่อประเทศไทย	175
	แบบฝึกหัดประจำบทเรียน	176
หน่วยที่ 9	คลื่น	180
	ความหมายและการเกิดคลื่น	181
	ส่วนประกอบของคลื่น	182
	การจำแนกคลื่น	184
	คาบ ความถี่ และอัตราเร็วของคลื่น	185
	คลื่นน้ำ	187
	เฟสของอนุภาคต่าง ๆ บนคลื่น	190
	สมบัติของคลื่น	192
	แบบฝึกหัดประจำบทเรียน	206
หน่วยที่ 10	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	210
	บทนำ	211
	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	211
	การแพร่กระจายคลื่นวิทยุ	217
	การประยุกต์ใช้งานสำหรับคลื่นวิทยุ	219
	แบบฝึกหัดประจำบทเรียน	224
	คำศัพท์	227
	บรรณานุกรม	232



1 | เวกเตอร์



สแกนเพื่อดู
e-book 4 ลิ
บนมือถือ



หัวเรื่องหลัก

- 1.1 บทนำ
- 1.2 มโนทัศน์เบื้องต้นทางฟิสิกส์
- 1.3 เวกเตอร์
- 1.4 สมบัติเวกเตอร์
- 1.5 การบวกเวกเตอร์
- 1.6 องค์ประกอบเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก
- 1.7 การแยกเวกเตอร์

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับบทเรียน

เลือกใช้ปริมาณเวกเตอร์ในการวิเคราะห์
ตัดสินใจ และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แนวคิดหลัก

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับ
ธรรมชาติ สิ่งมีชีวิต สสาร พลังงาน และการ
เปลี่ยนแปลงทางกายภาพ รวมถึงปรากฏการณ์ที่เกิด
ขึ้นตามธรรมชาติรอบ ๆ ตัวเรา

ความรู้ทางฟิสิกส์ถูกนำไปใช้ในเรื่องราว
เทคโนโลยี และผลิตสิ่งอำนวยความสะดวกให้เกิดขึ้น
ได้แก่ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องยนต์ เครื่องจักร
กล และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

ปริมาณที่วัดในทางฟิสิกส์มี 2 ปริมาณ คือ
ปริมาณสเกลาร์ และปริมาณเวกเตอร์

ปริมาณสเกลาร์ คือ ปริมาณที่คำนึงถึงเฉพาะขนาดเพียงอย่างเดียว
เช่น มวล เวลา พลังงาน อัตราเร็ว ปริมาตร เป็นต้น

ปริมาณเวกเตอร์ คือ ปริมาณที่คำนึงถึงขนาดและทิศทางไปพร้อม
กัน โดยการรวมกันทางเวกเตอร์ต้องเป็นไปตามกฎของสี่เหลี่ยมด้านขนาน
เช่น ความเร็ว ความเร่ง แรง โมเมนต์ เป็นต้น

สมรรถนะการเรียนรู้

1. คำนวณหาค่าเวกเตอร์ลัพธ์ของสองเวกเตอร์ใด ๆ ทำมุมกัน
เป็นมุม θ
2. แยกเวกเตอร์โดยใช้วิธีการทางตรีโกณมิติ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายนิยาม กฎ และสมบัติของเวกเตอร์ได้
2. จำแนกปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ได้ถูกต้องตามนิยาม
3. เลือกใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมบัติเวกเตอร์
4. อภิปรายการรวมเวกเตอร์โดยวิธีการสร้างรูปหลายเหลี่ยมได้
5. เต็มใจเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ให้แก่บุคคลอื่น
6. ประยุกต์ใช้ปริมาณเวกเตอร์ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และ
วิทยาศาสตร์



บทเรียนที่

7



เวกเตอร์



บทนำ

ก่อนที่จะศึกษาเวกเตอร์ จำเป็นต้องเรียนรู้ปริมาณที่วัดในทางฟิสิกส์ (Physics) ซึ่งมี 2 ปริมาณด้วยกัน คือ ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์

ปริมาณสเกลาร์ (Scalar Quantity) คือ ปริมาณที่คำนึงถึงเฉพาะขนาดเพียงอย่างเดียว เช่น มวล เวลา อุณหภูมิ ปริมาตร ความหนาแน่น อัตราเร็ว พลังงาน เป็นต้น

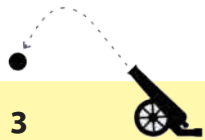
ปริมาณเวกเตอร์ (Vector Quantity) คือ ปริมาณที่คำนึงถึงขนาดและทิศทางโดยรวมกันของเวกเตอร์ต้องเป็นไปตามกฎของสี่เหลี่ยมด้านขนาน (Parallelogram's Law) ตัวอย่างของปริมาณเวกเตอร์ เช่น ความเร็ว ความเร่ง น้ำหนัก โมเมนต์ แรง เป็นต้น

ในกระบวนการทางฟิสิกส์จะครอบคลุมกระบวนการปฏิกิริยาของแรง โดยไม่ทำให้เนื้อวัสดุเปลี่ยนแปลง เช่น วัตถุตกลงสู่พื้นโลก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุ หรือเมื่อนำเหล็กมาทุบขึ้นรูป จะทำให้ลูกเหล็กเปลี่ยนแปลง กระบวนการที่เกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง เปลี่ยนสถานะ หรือเปลี่ยนรูปร่าง เป็นกระบวนการทางฟิสิกส์ ซึ่งเนื้อวัสดุยังคงเป็นธาตุเดิม เป็นต้น



มโนทัศน์เบื้องต้นทางฟิสิกส์

การเรียนรู้ฟิสิกส์จำเป็นต้องเข้าใจความรู้พื้นฐานในการคำนวณทางฟิสิกส์ เหตุผลคือ จะต้องมีการวัดขนาด ความยาว พื้นที่ ปริมาตรและอื่น ๆ ของวัตถุเป็นหน่วยวัด โดยทั่วโลกกำหนดใช้หน่วยตามมาตรฐานสากล เรียกว่า **หน่วยเอสไอ (International System of Units)**



ระบบหน่วยเอสไอ คือ ระบบหน่วยสัมบูรณ์ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณหลัก ได้แก่ ความยาว เวลา และมวลสาร รวมทั้งหน่วยของแรง โดยหน่วยแรงของระบบหน่วยเอสไอ คือ นิวตัน (Newton, N) ซึ่งแรง (Force, F) 1 นิวตัน คือ แรงที่ทำให้มวลสาร (Mass) 1 กิโลกรัม (Kilogram, kg) เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง (Acceleration) 1 เมตรต่อวินาที² (m/s^2) เป็นต้น

1. ระบบหน่วยเอสไอ (SI)

ระบบหน่วยเอสไอ (SI Units) เป็นหน่วยวัดรูปแบบใหม่ของระบบเมตริก (Metric System) ซึ่งตัวย่อ SI มาจากภาษาฝรั่งเศส คือ *Système International d'Unités* ใช้อย่างกว้างขวางในทางการค้า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

สถาบัน National Institute of Standards and Technology (NIST) ของสหรัฐอเมริกา จึงจัดทำคู่มือแนะนำการใช้ระบบหน่วยเอสไออย่างถูกต้องและเป็นสากล (Guide for the use of the International System Units (SI) ฉบับปรับปรุงปี ค.ศ. 2008

ปัจจุบันหน่วยเอสไอประกอบด้วย 2 กลุ่ม คือ หน่วยฐานเอสไอ (SI Base Units) กับหน่วยอนุพัทธ์เอสไอ (SI Derived Units)

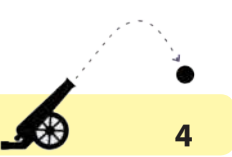
การใช้ระบบหน่วยเอสไอได้อย่างถูกต้อง จำเป็นต้องทราบถึงกฎ กติกา และรูปแบบการใช้หน่วยอนุพัทธ์เอสไอ และคำนำหน้าหน่วยในระบบเอสไอ (SI Prefixes) ที่จะใช้ร่วมกับหน่วยฐานในระบบเอสไอ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 หน่วยฐานเอสไอ (SI Base Units)

หน่วยฐานเอสไอเป็นหน่วยวัดพื้นฐานของหน่วยวัดอื่น ๆ สามารถสอบกลับได้ (Traceability) มี 7 หน่วย แสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 หน่วยฐานเอสไอ

ปริมาณ	ชื่อหน่วย	ตัวย่อ
อุณหภูมิ	เคลวิน (Kelvin)	K
ความยาว	เมตร (Meter)	m
ความเข้มของการส่องสว่าง	แคนเดลา (Candela)	cd
มวล	กิโลกรัม (Kilogram)	kg
ปริมาณของสาร	โมล (Mole)	mol



ตารางที่ 1.1 หน่วยฐานเอสไอ (ต่อ)

ปริมาณ	ชื่อหน่วย	ตัวย่อ
เวลา	วินาที (Second)	s
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์ (Ampere)	A

เช่น เชือกเส้นหนึ่งมีความยาว 3 เมตร (m) เป็นต้น

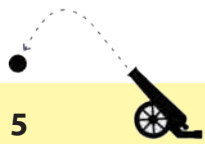
1.2 หน่วยอนุพัทธ์เอสไอ (SI Derived Units)

หน่วยอนุพัทธ์เอสไอเกิดจากการพิสูจน์ทางพีชคณิตระหว่างหน่วยฐานเอสไอ หรือระหว่างหน่วยอนุพัทธ์เอสไอ โดยตัวย่อของหน่วยอนุพัทธ์เอสไอมาจากการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการคูณและการหาร ซึ่งตัวอย่างหน่วยอนุพัทธ์เอสไอที่เกี่ยวข้องกับหน่วยฐานเอสไอแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ตัวอย่างหน่วยอนุพัทธ์เอสไอที่เกี่ยวข้องกับหน่วยฐานเอสไอ

ปริมาณ	หน่วยอนุพัทธ์	ตัวย่อ
พื้นที่	ตารางเมตร	m^2
ปริมาตร	ลูกบาศก์เมตร	m^3
อัตราเร็ว, ความเร็ว	เมตรต่อวินาที	m/s
ความเร่ง	เมตรต่อวินาที ²	m/s^2
ความหนาแน่น	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	kg/m^3
ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า	แอมแปร์ต่อลูกบาศก์เมตร	A/m^3
ความแรงสนามไฟฟ้า	โวลต์ต่อเมตร	V/m
ความเข้มแสง	แคนเดลาต่อตารางเมตร	cd/m^2
ความเข้มข้นเชิงปริมาณสาร	โมลต่อลูกบาศก์เมตร	mol/m^3

เช่น ห้องนอนมีพื้นที่ 12 ตารางเมตร (m^2) เป็นต้น



สำหรับหน่วยอนุพัทธ์เอสไอที่มีชื่อหน่วยเฉพาะ และสัญลักษณ์เฉพาะแสดงในตารางที่ 1.3

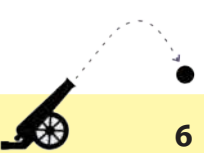
ตารางที่ 1.3 หน่วยอนุพัทธ์เอสไอที่มีชื่อหน่วยเฉพาะและสัญลักษณ์เฉพาะ

ปริมาณ	ชื่อหน่วยเฉพาะ	สัญลักษณ์เฉพาะ
มุมระนาบ	เรเดียน	rad
มุมตัน	สเตอเรเดียน	sr
ความถี่	เฮิรตซ์	Hz
แรง	นิวตัน	N
ความดัน	พาสคาล	Pa
พลังงาน, งาน	จูล	J
กำลังไฟฟ้า	วัตต์	W
ประจุไฟฟ้า	คูลอมบ์	C
ศักย์ไฟฟ้า	โวลต์	V
ความจุไฟฟ้า	ฟารัด	F
ความต้านทานไฟฟ้า	โอห์ม	Ω
ความนำไฟฟ้า	ซีเมนส์	S
ฟลักซ์แม่เหล็กไฟฟ้า	เวเบอร์	Wb
ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กไฟฟ้า	เทสลา	T
ความเหนี่ยวนำไฟฟ้า	เฮนรี	H
อุณหภูมิ	เซลเซียส	$^{\circ}\text{C}$
ฟลักซ์ส่องสว่าง	ลูเมน	lm
ความสว่าง	ลักซ์	lx

เช่น แบตเตอรี่มีขนาดแรงดันไฟฟ้า (ศักย์ไฟฟ้า) เท่ากับ 12 โวลต์ (V) เป็นต้น

1.3 คำนำหน้าหน่วยเอสไอหรือคำอุปสรรค (SI Prefixes)

คำนำหน้าหน่วยเอสไอ คือ สัญลักษณ์ที่ถูกนำมาวางไว้หน้าหน่วย มีจุดประสงค์เพื่อทำให้การแสดงปริมาณมีความกะทัดรัดมากขึ้น สัญลักษณ์ดังกล่าวเหล่านี้จะเข้าไปคู่กับหน่วย จึงมีผลเท่ากับการเพิ่มหรือลดขนาดของหน่วยนั้น ๆ แสดงในตารางที่ 1.4 และตารางที่ 1.5

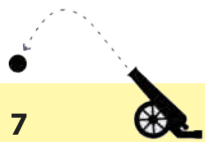
**ตารางที่ 1.4** คำนำน้าหน่วยที่มีตัวประกอบเลขชี้กำลังเป็นบวก

ตัวคูณ	คำนำน้าหน่วย		สัญลักษณ์
	ชื่อ	ศัพท์บัญญัติ	
10^{24}	yotta	ยอตตะ	Y
10^{21}	zetta	เซตตะ	Z
10^{18}	exa	เอกซะ	E
10^{15}	peta	เพตะ	P
10^{12}	tera	เทระ	T
10^9	giga	จิกะ	G
10^6	mega	เมกะ	M
10^3	kilo	กิโล	k
10^2	hecto	เฮกโต	h
10^1	deca	เดคา	da

เช่น ตัวต้านทานตัวหนึ่งมีค่าความต้านทานไฟฟ้า 100 กิโลโอห์ม ($k\Omega$) สถานีวิทยุกระจายเสียงระบบ FM ส่งด้วยคลื่นความถี่ 103.75 เมกะเฮิร์ตซ์ (MHz) เป็นต้น

ตารางที่ 1.5 คำนำน้าหน่วยที่มีตัวประกอบเลขชี้กำลังเป็นลบ

ตัวคูณ	คำนำน้าหน่วย		สัญลักษณ์
	ชื่อ	ศัพท์บัญญัติ	
10^{-1}	deci	เดซิ	d
10^{-2}	centi	เซนติ	c
10^{-3}	milli	มิลลิ	m
10^{-6}	micro	ไมโคร	μ
10^{-9}	nano	นาโน	n
10^{-12}	pico	พิโก	p
10^{-15}	femto	เฟมโต	f

**ตารางที่ 1.5** คำนำน้าหน่วยที่มีตัวประกอบเลขชี้กำลังเป็นลบ (ต่อ)

ตัวคูณ	คำนำน้าหน่วย		สัญลักษณ์
	ชื่อ	ศัพท์บัญญัติ	
10^{-18}	atto	อัตโต	a
10^{-21}	zepto	เซปโต	z
10^{-24}	yocto	ยอคโต	y

เช่น ตัวต้านทานตัวหนึ่งมีปริมาณกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเท่ากับ 0.55 มิลลิแอมป์แอมป์ (mA) ตัวเก็บประจุไฟฟ้ามีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 22 ไมโครฟารัด (μF) เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม เมื่อค่าของหน่วยฐานเอสไอมีค่ามากหรือน้อยเกิน จำเป็นต้องกระทำจำนวนตัวเลขให้ง่ายและกะทัดรัด โดยเขียนค่านั้นเป็นตัวเลขแล้วคูณด้วยตัวคูณ คือ พหุคูณ ที่อยู่ในรูป $A \times 10^n$ โดยที่ $0 < n < 10$ เช่น

กระแสไฟฟ้ามีปริมาณเท่ากับ 0.0035 A

เขียนในรูปอย่างง่าย คือ 3.5×10^{-3} A (3.5 มิลลิแอมป์แอมป์) เป็นต้น

การใช้คำนำน้าหน่วยต้องใช้ครั้งเดียวเท่านั้น ไม่นิยมเขียนคำนำน้าหน่วยซ้อนกัน เช่น ไม่ควรเขียนเดซิเซนติเมตร (dcm) แต่ต้องเขียนให้ถูกต้องเป็นมิลลิเมตร (mm) เป็นต้น

การนำสัญลักษณ์คำนำน้าหน่วยไปกำกับหน้าสัญลักษณ์ของหน่วย ถือว่าได้สัญลักษณ์ใหม่เป็นสัญลักษณ์เดี่ยว และเมื่อนำไปยกกำลังจึงไม่ต้องใส่วงเล็บ เช่น

ความต้านทานมีค่าเท่ากับ $20 \text{ k}\Omega^2$

กระแสไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 0.36 mA^2 เป็นต้น

1.4 การเปลี่ยนค่าค่าอุปสรรคหน้าหน่วยทางฟิสิกส์

การเปลี่ยนค่าค่าอุปสรรคหน้าหน่วยทางฟิสิกส์ มี 3 รูปแบบ คือ การเปลี่ยนค่าค่าอุปสรรคโดยตรง การเปลี่ยนค่าค่าอุปสรรคจากพหุคูณใหญ่ไปยังค่าอุปสรรคที่มีพหุคูณเล็ก และการเปลี่ยนค่าค่าอุปสรรคจากพหุคูณเล็กไปยังค่าอุปสรรคที่มีพหุคูณใหญ่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.4.1 การเปลี่ยนค่าค่าอุปสรรคโดยตรง มีวิธีการคือ จะต้องเปลี่ยนจากพหุคูณที่อยู่ในหน้าหน่วยเป็นตัวเลขโดยตรงได้ถูกต้อง เรียกว่า **เป็นการเปลี่ยนแปลงเพื่อกำจัดค่าค่าอุปสรรค** เช่น

ก่อนเปลี่ยนค่าค่าอุปสรรค

หลังเปลี่ยนค่าค่าอุปสรรค

1 MJ (หรือ 1 เมกะจูล)

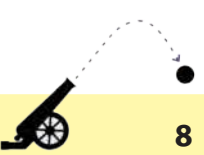


1,000,000 J (หรือ 1 ล้านเท่าของ 1 จูล)

1 mA (หรือ 1 มิลลิแอมป์แอมป์)



0.001 A (หรือหนึ่งในพันส่วนของ 1 แอมป์แอมป์)



1.4.2 การเปลี่ยนค่าค่าอุปสรรคจากพหุคูณใหญ่ไปยังค่าอุปสรรคที่มีพหุคูณเล็ก

มีวิธีการคือ จะต้องเปลี่ยนจากพหุคูณใหญ่เป็นหน่วยฐานธรรมดา จากนั้นจึงเปลี่ยนจากหน่วยฐานธรรมดาเป็นค่าอุปสรรคที่มีพหุคูณเล็ก

ตัวอย่างที่ 1.1 4 กิโลเมตรมีกี่มิลลิเมตร

วิธีทำ ขั้นที่ 1 เปลี่ยนจากพหุคูณใหญ่เป็นหน่วยฐานธรรมดา

$$\text{จะได้ } 1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$$

$$\text{นั่นคือ } 4 \text{ km} = 4 \times 10^3 \text{ m}$$

ขั้นที่ 2 เปลี่ยนจากหน่วยฐานธรรมดาเป็นพหุคูณเล็ก

$$\text{จะได้ } 1 \text{ m} = 10^3 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\text{นั่นคือ } 4 \times 10^3 \text{ m} &= 4 \times 10^3 \times 10^3 \text{ mm} \\ &= 4 \times 10^6 \text{ mm}\end{aligned}$$

ดังนั้น 4 กิโลเมตร มีค่าเท่ากับ 4×10^6 มิลลิเมตร

ตอบ

1.4.3 การเปลี่ยนค่าค่าอุปสรรคจากพหุคูณเล็กไปยังค่าอุปสรรคที่มีพหุคูณใหญ่

มีวิธีการคือ จะต้องเปลี่ยนจากพหุคูณเล็กเป็นหน่วยฐานธรรมดา จากนั้นจึงเปลี่ยนจากหน่วยฐานธรรมดาเป็นค่าอุปสรรคที่มีพหุคูณใหญ่

ตัวอย่างที่ 1.2 20 นาโนโวลต์มีกี่กิโลโวลต์

วิธีทำ ขั้นที่ 1 เปลี่ยนจากพหุคูณเล็กเป็นหน่วยฐานธรรมดา

$$\text{จะได้ } 1 \text{ nV (นาโนโวลต์)} = \frac{1}{1,000,000,000} = 10^{-9} \text{ V}$$

$$\text{นั่นคือ } 20 \text{ nV} = 20 \times 10^{-9} \text{ V}$$

$$= 2 \times 10^{-8} \text{ V}$$

ขั้นที่ 2 เปลี่ยนจากหน่วยฐานธรรมดาเป็นพหุคูณใหญ่

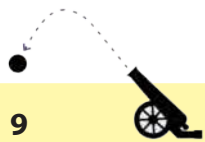
$$\text{จะได้ } 10^3 \text{ V} = 1 \text{ kV}$$

$$\text{นั่นคือ } 2 \times 10^{-8} \text{ V} = \frac{2 \times 10^{-8}}{10^3}$$

$$= 2 \times 10^{-11} \text{ kV}$$

ดังนั้น 20 นาโนโวลต์ มีค่าเท่ากับ 2×10^{-11} กิโลโวลต์ (kV)

ตอบ

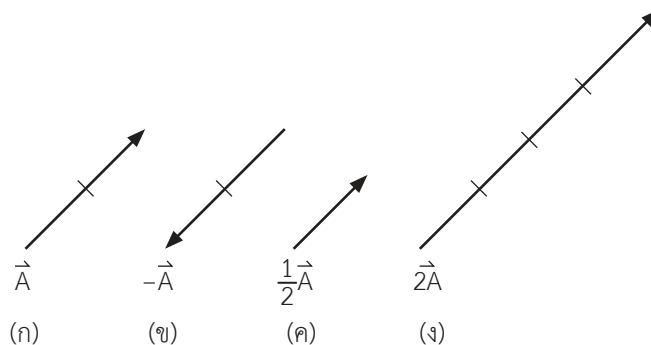


เวกเตอร์ (Vector)

เวกเตอร์ (Vector) คือ ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับขนาดและทิศทาง ได้แก่ การกระจัด (m) ความเร็ว (m/s) ความเร่ง (m/s^2) แรง (N) โมเมนต์ ($\text{N} \times \text{m}$) และโมเมนตัม ($\text{kg} \times \text{m/s}$) เป็นต้น

ปริมาณเวกเตอร์ (Vector Quantity) คือ ปริมาณที่กำหนดให้สมบูรณ์ โดยบอกทั้งขนาดและทิศทางดังที่ได้กล่าวมาแล้ว สัญลักษณ์ที่ใช้แทนเวกเตอร์จะใช้ตัวอักษร โดยมีลูกศรอยู่ด้านบนหรืออักษรตัวหนาก็ได้ เช่น เวกเตอร์ A สามารถเขียนแทนด้วย $\vec{A}$ โดยทั่วไปใช้เส้นตรงที่มีลูกศรแทนเวกเตอร์ มีความยาวแทนขนาดของเวกเตอร์ $|\vec{A}|$ และปลายลูกศรแทนทิศทางของเวกเตอร์ ดังรูปที่ 1.1

พิจารณารูปที่ 1.1 (ก) แสดง $\vec{A}$ มีขนาด 2.2 หน่วย ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือรูปที่ 1.1 (ข) แสดง $-\vec{A}$ มีขนาด 2.2 หน่วยแต่ทิศทางตรงข้ามกับ $\vec{A}$ คือไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ รูปที่ 1.1 (ค) แสดง $\frac{1}{2}\vec{A}$ มีขนาด 1.1 หน่วย ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และรูปที่ 1.1 (ง) แสดง $2\vec{A}$ มีขนาด 4.4 หน่วย ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

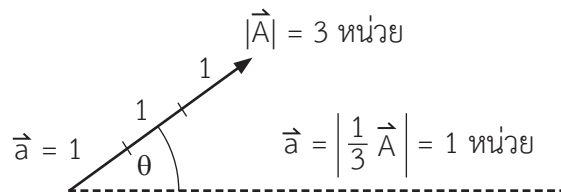


รูปที่ 1.1

ขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ A ที่แตกต่างกัน



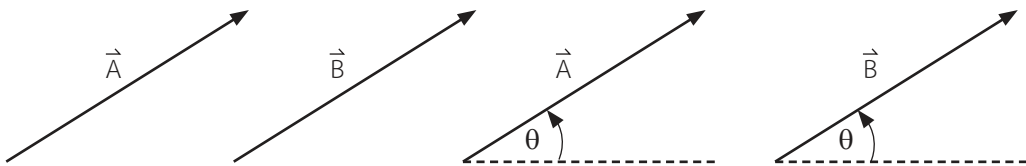
1. เวกเตอร์หนึ่งหน่วย (Unit Vector) คือ เวกเตอร์ที่มีขนาดเวกเตอร์เท่ากับ 1 หน่วย (อ) มีทิศทางตามแกน x แกน y และแกน z ซึ่งรูปที่ 1.2 แสดงตัวอย่างเวกเตอร์ 1 หน่วย พบว่าเวกเตอร์ A ($\vec{A}$) มีขนาดของเวกเตอร์เท่ากับ 3 หน่วย ($|\vec{A}| = 3$ หน่วย) ดังนั้น เวกเตอร์ 1 หน่วยจึงมีขนาดเวกเตอร์เท่ากับ $\left| \frac{1}{3} \vec{A} \right|$ และมีทิศทางเดียวกับ $\vec{A}$



รูปที่ 1.2 เวกเตอร์ 1 หน่วย

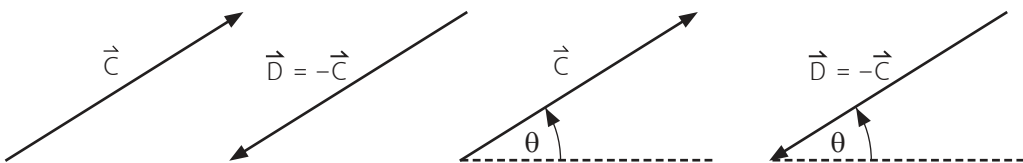


2. เวกเตอร์ที่เท่ากัน (Equal Vector) คือ เวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากันและมีทิศทางไปในทางเดียวกัน จากรูปที่ 1.3 พบว่า เวกเตอร์ A เท่ากับเวกเตอร์ B ($\vec{A} = \vec{B}$) นั่นคือ $\vec{A}$ และ $\vec{B}$ เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากัน โดยขนาดของ $\vec{A}$ เท่ากับขนาดของ $\vec{B}$ และมีทิศทางไปทางเดียวกัน (ขนานกันและหัวลูกศรไปทางเดียวกัน)



รูปที่ 1.3 เวกเตอร์ A เท่ากับเวกเตอร์ B ($\vec{A} = \vec{B}$)

3. เวกเตอร์ตรงกันข้าม (Opposite Vector) คือ เวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้ามกัน จากรูปที่ 1.4 พบว่า เวกเตอร์ C มีทิศทางตรงข้ามกับเวกเตอร์ D ($\vec{C} = -\vec{C}$) นั่นคือ $\vec{C}$ และ $-\vec{C}$ เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากัน โดยขนาดของ $\vec{C}$ เท่ากับของ $-\vec{C}$ และมีทิศทางตรงข้ามกัน

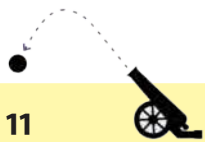


รูปที่ 1.4 เวกเตอร์ C มีทิศทางตรงข้ามกับเวกเตอร์ D ($\vec{C} = -\vec{C}$)



4. เวกเตอร์ศูนย์ (Zero Vector) คือ เวกเตอร์ที่มีขนาดเป็นศูนย์ เขียนแทนด้วย $\vec{0}$ ข้อสังเกตเวกเตอร์ศูนย์

4.1 เวกเตอร์ศูนย์ไม่จำเป็นต้องกล่าวถึงทิศทางของเวกเตอร์ แต่ถ้ากล่าวถึงจึงมีข้อตกลงว่าจะระบุทิศทางของเวกเตอร์ศูนย์เป็นเช่นใดก็ได้



4.2 เมื่อเขียนรูปเรขาคณิตแทนเวกเตอร์ศูนย์ จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเวกเตอร์เป็นจุดเดียวกัน

สรุปปริมาณเวกเตอร์หนึ่ง ๆ การแสดงของเวกเตอร์ต้องมีคุณสมบัติครบ 4 ข้อดังนี้

1. ขนาดของเวกเตอร์แสดงด้วยขนาดความยาวของเส้นตรง
2. ทิศทางของเวกเตอร์แสดงด้วยหัวลูกศร
3. แนวกระทำของเวกเตอร์แสดงด้วยมุม โดยวัดเทียบกับแกนอ้างอิง
4. จุดหรือตำแหน่งของเวกเตอร์



สมบัติเวกเตอร์

เวกเตอร์มีสมบัติตามกฎการสลับที่ กฎการจัดหมู่ และกฎการกระจาย เหมือนปริมาณสเกลาร์ดังนี้

1. $\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$
2. $\vec{A} + (\vec{B} + \vec{C}) = (\vec{A} + \vec{B}) + \vec{C}$
3. $\vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B})$



การบวกเวกเตอร์

ปริมาณเวกเตอร์เป็นปริมาณที่ต้องบอกทั้งขนาดและทิศทาง เพื่อให้เข้าใจการบวกหรือรวมเวกเตอร์ได้ชัดเจน จึงต้องมีการรวมทั้งขนาดและทิศทางของเวกเตอร์เข้าด้วยกัน การบวกเวกเตอร์สามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีการวาดรูปและวิธีการคำนวณ

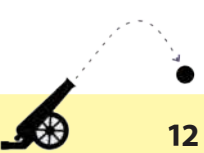
1. การบวกเวกเตอร์โดยวิธีการวาดรูป มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.1 เขียนลูกศรแทนเวกเตอร์แรกตามขนาดและทิศทางที่กำหนด
- 1.2 นำหางเวกเตอร์ที่ 2 ต่อกับหัวเวกเตอร์แรก
- 1.3 นำหางเวกเตอร์ที่ 3 ต่อกับหัวของเวกเตอร์ที่ 2
- 1.4 นำเวกเตอร์ต่อไปมาดำเนินการเช่นเดิมจนหมดเวกเตอร์สุดท้าย
- 1.5 เวกเตอร์ลัพธ์หาได้จากการลากเส้นตรงจากหางของเวกเตอร์แรกไปยังหัวของเวกเตอร์สุดท้าย

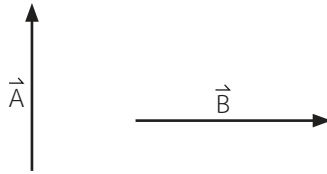
แล้ววัดขนาดและทิศทาง คือ ลูกศรชี้ไปยังหัวเวกเตอร์ตัวสุดท้าย

การบวกเวกเตอร์โดยวิธีการวาดรูป มีรายละเอียดดังนี้

1.1 การบวกสองเวกเตอร์ การบวกเวกเตอร์จำนวน 2 เวกเตอร์ มีวิธีการ คือ เขียนลูกศรแทนเวกเตอร์แรกตามขนาดและทิศทางที่กำหนด นำหางเวกเตอร์ที่ 2 ต่อกับหัวของเวกเตอร์แรก หาเวกเตอร์ลัพธ์โดยการลากเส้นตรงจากหางของเวกเตอร์แรกไปยังหัวของเวกเตอร์สุดท้ายดังตัวอย่างที่ 1.6

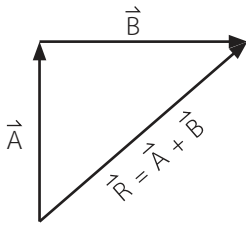


ตัวอย่างที่ 1.3 กำหนดให้ $\vec{A}$ และ $\vec{B}$ ดังรูปที่ 1.5 จงหา $\vec{A} + \vec{B}$ เมื่อ $|\vec{A}| = |\vec{B}| = 3$ หน่วย



รูปที่ 1.5 ภาพประกอบตัวอย่างที่ 1.3

วิธีทำ

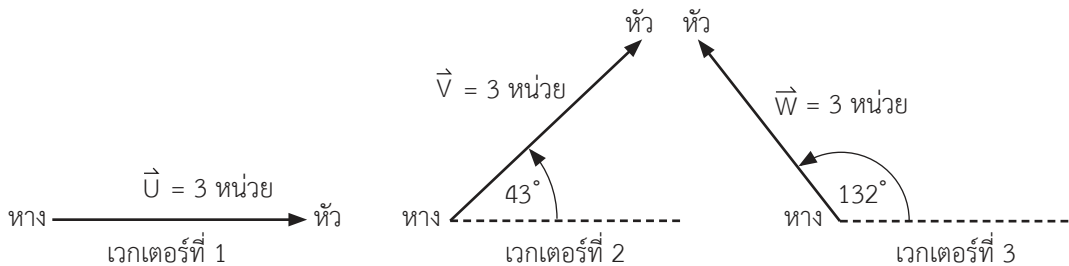


จากกฎสามเหลี่ยมมุมฉาก
จะได้ $|\vec{R}| = \sqrt{A^2 + B^2}$
 $= \sqrt{3^2 + 3^2} = \sqrt{18}$
 $= 4.24$ หน่วย

ตอบ

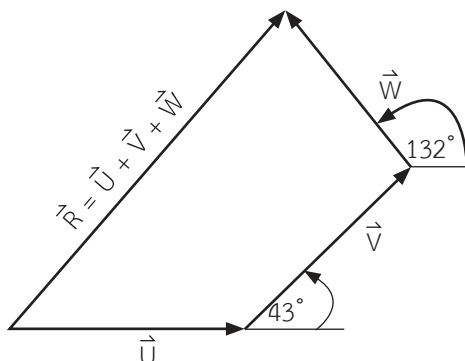
1.2 การบวกเวกเตอร์ที่มากกว่าสองเวกเตอร์ สำหรับกรณีที่มีหลายเวกเตอร์ เช่น $\vec{U}$, $\vec{V}$ และ $\vec{W}$ การบวกเวกเตอร์เหล่านี้จะกระทำในลักษณะเดียวกับการบวกแบบสองเวกเตอร์ ดังตัวอย่างที่ 1.7

ตัวอย่างที่ 1.4 กำหนดให้ $\vec{U}$, $\vec{V}$ และ $\vec{W}$ มี $|\vec{U}| = |\vec{V}| = |\vec{W}| = 3$ หน่วย ดังรูปที่ 1.6 จงหา $\vec{U} + \vec{V} + \vec{W}$



รูปที่ 1.6 ภาพประกอบตัวอย่างที่ 1.4

วิธีทำ



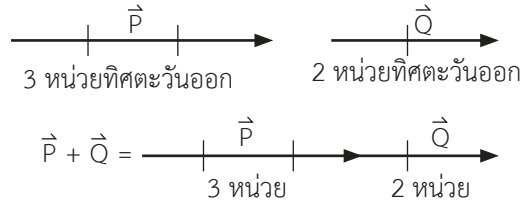
นำหางเวกเตอร์ที่สองมาต่อที่หัวของเวกเตอร์ที่หนึ่ง และนำหางเวกเตอร์ที่สามมาต่อที่หัวเวกเตอร์ที่สอง โดยเวกเตอร์ลัพธ์คือ ลากลูกศรออกจากหางเวกเตอร์ที่หนึ่งไปยังหัวของเวกเตอร์ที่สาม นั่นคือ $\vec{R}$ มีขนาด 6 หน่วยทำมุม 50° กับ α

ตอบ



2. การบวกเวกเตอร์โดยวิธีการคำนวณ เมื่อมีเวกเตอร์ย่อยเพียง 2 เวกเตอร์ การบวกเวกเตอร์โดยวิธีการคำนวณแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังต่อไปนี้ (1 ช่องสเกล : 1 หน่วย)

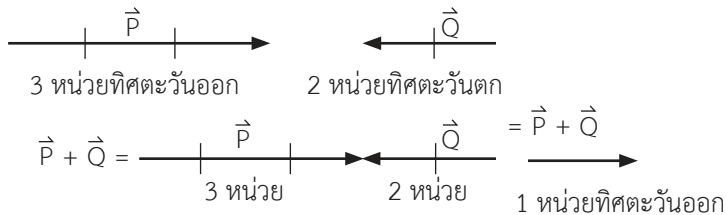
2.1 เมื่อเวกเตอร์ทั้งสองไปทางเดียวกัน เช่น



$$\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q} = (+3) + (+2) = +5 \text{ ทิศทางตะวันออก}$$

ดังนั้น สรุปได้ว่า การรวมเวกเตอร์ที่มีทิศทางไปทางเดียวกัน ให้นำขนาดของเวกเตอร์ทั้งสองรวมกัน และทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์จะไปทางเดียวกับเวกเตอร์ทั้งสอง

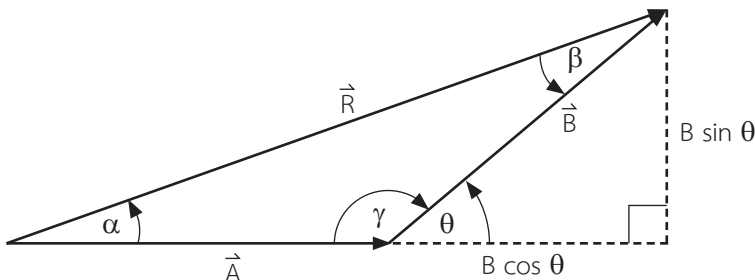
2.2 เมื่อเวกเตอร์ทั้งสองสวนทางกัน เช่น



$$\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q} = (+3) + (-2) = +1$$

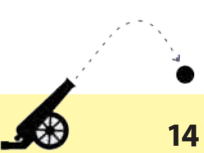
ดังนั้น สรุปได้ว่า เวกเตอร์ลัพธ์จะมีขนาดเท่ากับผลต่างของเวกเตอร์ทั้งสองทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ไปทางเดียวกันกับเวกเตอร์ที่มีขนาดมากกว่า

2.3 การหาเวกเตอร์ลัพธ์ในกรณีที่สองเวกเตอร์ใด ๆ ทำมุมกันเป็นมุม θ แสดงดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 การหาเวกเตอร์ลัพธ์ของสองเวกเตอร์ใด ๆ ทำมุมกันเป็นมุม θ

การหาขนาดของเวกเตอร์ที่ได้จากการบวกกันของสองเวกเตอร์นี้ สามารถคำนวณได้โดยใช้กฎของโคไซน์ (Cosine's Law)



$$\begin{aligned}
 R^2 &= (A + B \cos \theta)^2 + (B \sin \theta)^2 \\
 &= A^2 + 2AB \cos \theta + B^2 \cos^2 \theta + B^2 \sin^2 \theta \\
 &= A^2 + B^2 (\cos^2 \theta + \sin^2 \theta) + 2AB \cos \theta \\
 &= A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ขนาดเวกเตอร์ลัพธ์ $|\vec{R}| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta}$ (1.3)

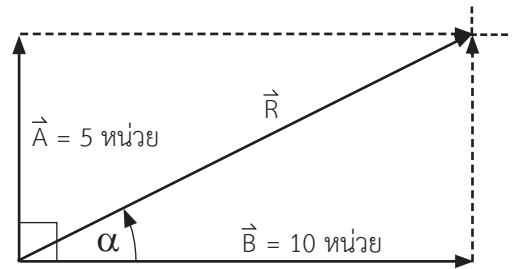
ทิศทางของเวกเตอร์ R หาได้จากอัตราส่วนตรีโกณมิติ

$$\tan \alpha = \frac{B \sin \theta}{A + B \cos \theta}$$

ดังนั้น มุม $\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{B \sin \theta}{A + B \cos \theta} \right)$ (1.4)

ตัวอย่างที่ 1.5

เวกเตอร์ $\vec{A}$ กับเวกเตอร์ $\vec{B}$ กระทำกับวัตถุชิ้นหนึ่งเป็นมุมฉาก ดังรูปที่ 1.8 โดย $|\vec{A}| = 5$ หน่วย และ $|\vec{B}| = 10$ หน่วย จงหาขนาดและ ทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ $\vec{R}$



รูปที่ 1.8 ภาพประกอบตัวอย่างที่ 1.5

วิธีทำ เวกเตอร์ลัพธ์ คือ $\vec{R}$

ขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ คือ $|\vec{R}|$

$$\begin{aligned}
 |\vec{R}| &= \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta} \\
 &= \sqrt{5^2 + 10^2 + 2(5)(10)(\cos 90^\circ)} \\
 &= \sqrt{25 + 100 + 2(5)(10)(0)} \\
 &= \sqrt{125}
 \end{aligned}$$

$$\therefore |\vec{R}| = 11.18 \text{ หน่วย}$$

ทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ $\vec{R}$ หาได้จาก

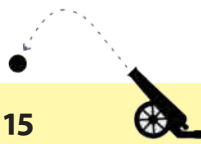
$$\tan \alpha = \frac{|\vec{A}|}{|\vec{B}|} = \frac{5}{10} = 0.5$$

$$\begin{aligned}
 \text{มุม } \alpha &= \tan^{-1}(0.5) \\
 &= 26.57^\circ
 \end{aligned}$$

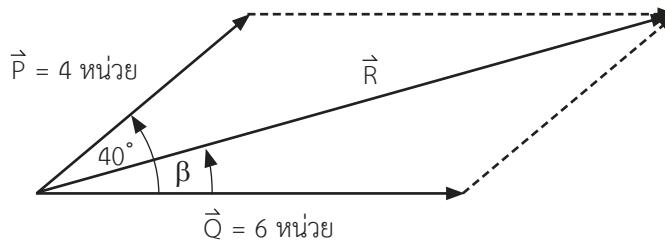
ดังนั้น เวกเตอร์ลัพธ์มีขนาดเท่ากับ 11.18 หน่วย

ทิศทางทำมุม 26.57° กับแกน X (ระดับอ้างอิง)

ตอบ



ตัวอย่างที่ 1.6 กำหนดให้ $\vec{P}$ กระทำวัตถุกับ $\vec{Q}$ เป็นมุม 40° ดังรูปที่ 1.9 โดย $|\vec{P}| = 4$ หน่วย และ $|\vec{Q}| = 6$ หน่วย จงหาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์



รูปที่ 1.9 ภาพประกอบตัวอย่างที่ 1.6

วิธีทำ เวกเตอร์ลัพธ์ คือ $\vec{R}$

ขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ คือ $|\vec{R}|$

$$\begin{aligned} |\vec{R}| &= \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta} \\ &= \sqrt{4^2 + 6^2 + 2(4)(6)(\cos 40^\circ)} \\ &= \sqrt{16 + 36 + 48(0.77)} = \sqrt{52 + 36.96} \\ &= \sqrt{88.96} \end{aligned}$$

$$\therefore |\vec{R}| = 9.43 \text{ หน่วย}$$

ทิศทางเวกเตอร์ลัพธ์ $\vec{R}$ หาได้จาก

$$\begin{aligned} \tan \beta &= \frac{P \sin \theta}{Q + P \cos \theta} = \frac{4(\sin 40^\circ)}{6 + 4(\cos 40^\circ)} \\ &= \frac{4(0.64)}{6 + 4(0.77)} \\ &= \frac{2.56}{9.08} \end{aligned}$$

$$\therefore \tan \beta = 0.28$$

$$\begin{aligned} \text{มุม } \beta &= \tan^{-1}(0.28) \\ &= 15.64^\circ \end{aligned}$$

ดังนั้น เวกเตอร์ลัพธ์มีขนาดเท่ากับ 9.43 หน่วย

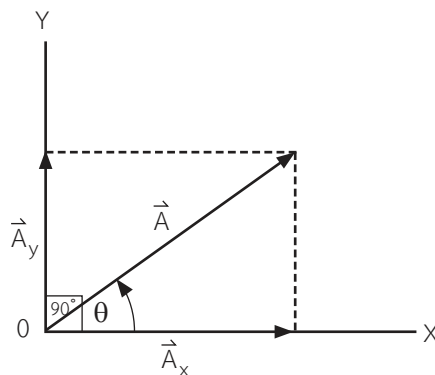
ทิศทางทำมุม 15.64° กับแนวนอน (ระดับอ้างอิง)

ตอบ



องค์ประกอบเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก

องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก แสดงถึงเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ แสดงในรูปที่ 1.10 มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1.10 เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ

กำหนดให้ $\vec{A}$ เป็นเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ บนระนาบ XY ทำมุม θ กับแกน X
 $\vec{A}_x$ เป็นเวกเตอร์องค์ประกอบของ $\vec{A}$ บนแกน X
 $\vec{A}_y$ เป็นเวกเตอร์องค์ประกอบของ $\vec{A}$ บนแกน Y

ขนาดของ $\vec{A}$ สามารถคำนวณได้จาก $|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$ และสามารถหามุม θ ที่กระทำกับแกน X ได้จาก

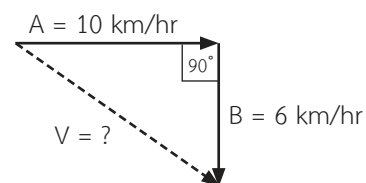
$$\tan \theta = \frac{A_y}{A_x}$$

$$\text{ดังนั้น จะได้มุม } \theta = \tan^{-1} \left(\frac{A_y}{A_x} \right)$$

เมื่อ $A_x = A \cos \theta$ และ $A_y = A \sin \theta$

ตัวอย่างที่ 1.7

เรือลำหนึ่งสามารถวิ่งในน้ำด้วยความเร็ว 10 km/hr ดังรูปที่ 1.11 ถ้านำเรือวิ่งตัดขวางแม่น้ำความเร็ว 6 km/hr จงหาความเร็วของเรือลำนั้น



รูปที่ 1.11 ภาพประกอบตัวอย่างที่ 1.7



วิธีทำ

จากสูตร

$$V^2 = A^2 + B^2$$

$$V = \sqrt{10^2 + 6^2} = \sqrt{136}$$

$$= 11.66 \text{ km/hr}$$

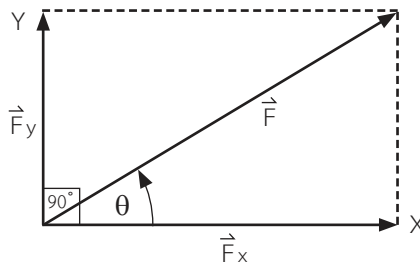
ดังนั้น ความเร็วของเรือเท่ากับ 11.66 km/hr

ตอบ



การแยกเวกเตอร์

การแยกเวกเตอร์โดยใช้วิธีทางตรีโกณมิติ แสดงในรูปที่ 1.12 มีรายละเอียดดังนี้



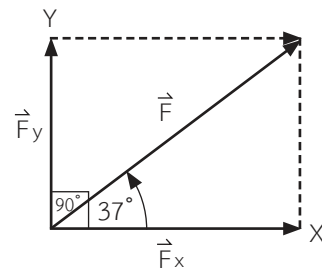
รูปที่ 1.12 แยกเวกเตอร์โดยใช้ตรีโกณมิติ

จากรูปที่ 1.12 $\vec{F}$ ทำมุม θ กับแกน X

$$\text{จะได้ว่า } \frac{\vec{F}_x}{\vec{F}} = \cos \theta \quad \text{และ} \quad \frac{\vec{F}_y}{\vec{F}} = \sin \theta$$

$$\text{ดังนั้น } \vec{F}_x = F \cos \theta \quad \text{และ} \quad \vec{F}_y = F \sin \theta$$

ตัวอย่างที่ 1.8

จากรูปที่ 1.13 กำหนดให้เวกเตอร์ $\vec{F}$ ขนาด 20 หน่วย ทำมุมกับแกน X เท่ากับ 37° จงหาเวกเตอร์องค์ประกอบของ $\vec{F}$ บนแกน X และบนแกน Y

รูปที่ 1.13 ภาพประกอบตัวอย่างที่ 1.8

วิธีทำ

ขนาดของ $\vec{F}_x$ คือ

$$\begin{aligned} |\vec{F}_x| &= \vec{F} \cos 37^\circ = 20 (\cos 37^\circ) \\ &= 20 \times 0.8 = 16 \text{ หน่วย} \end{aligned}$$

ขนาดของ $\vec{F}_y$ คือ

$$\begin{aligned} |\vec{F}_y| &= \vec{F} \sin 37^\circ = 20 (\sin 37^\circ) \\ &= 20 \times 0.6 = 12 \text{ หน่วย} \end{aligned}$$

ตอบ