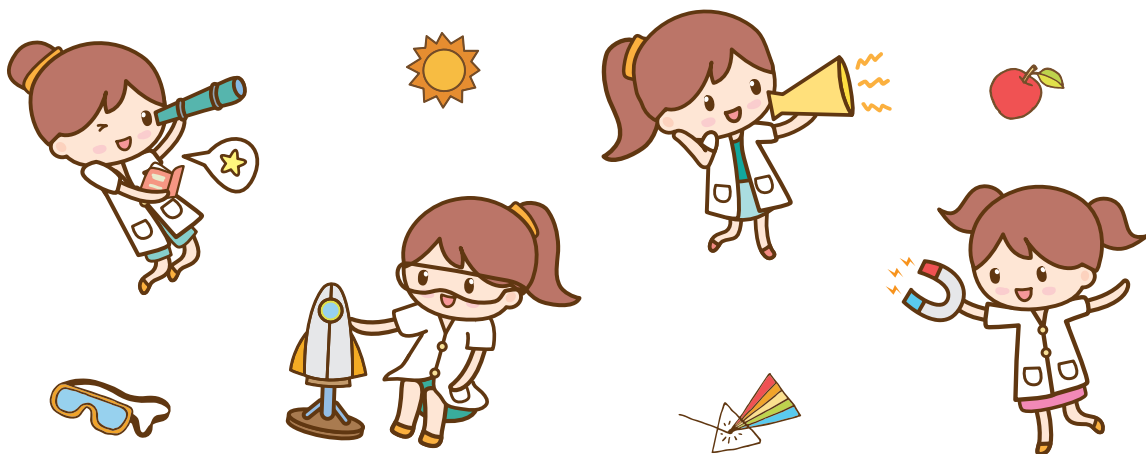


LECTURE

PHYSICS

สรุปฟิสิกส์ มัธยมปลาย

ฉบับสมบูรณ์



- Lecture เนื้อหาฟิสิกส์ ม.4, ม.5, ม.6 อย่างครบถ้วน! พร้อมแนวข้อสอบที่ออกสอบบ่อย
- อ่านง่าย เข้าใจเร็ว ด้วย Mind Map, ตารางสรุป และรูปภาพประกอบ
- มั่นใจ! พร้อมพิชิต O-NET, A-Level, โควตา, จิงทุน, เพิ่มเกรดในชั้นเรียน และเตรียมสอบในระบบ TCAS ใหม่

โดย

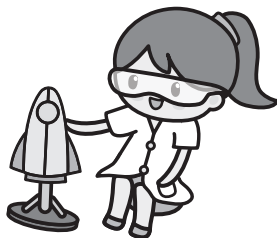
ปิยธิดา เกตุการณ์ (ติวเตอร์ฟิสิกส์)
ฟิสิกส์วิศวกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ

LECTURE

PHYSICS

สรุปฟิสิกส์ มัธยมปลาย

ฉบับสมบูรณ์



LECTURE PHYSICS สรุปฟิสิกส์ มัธยมปลาย ฉบับสมบูรณ์

ผู้เขียน

บรรณาธิการ

ผู้ตรวจทานและพิสูจน์อักษร

ออกแบบรูปเล่ม

ออกแบบปก

ISBN

ราคา

จัดทำโดย



ปิยธิดา เกตุการณ์

รชยา นอสีทธิ

ภาสกร ทัพทวาทอง, สมจิตต์ สมปอง

ฐิติพร ทองอยู่

กานต์ชนิต ดวงสิทธิตานนท์

978-616-381-270-4

279 บาท

บริษัท อินส์ปัล จำกัด

สำนักพิมพ์ Dream&Passion

379/13 เอกมัยคอมเพล็กซ์ ถนนสุขุมวิท 63

แขวงคลองตันเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

โทร. 08-4875-5868, 08-9200-1303

E-mail : dp_publish@hotmail.com

www.inspal.co.th

จัดทำนายโดย

บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

เลขที่ 1858/87-90 ถนนเทพรัตน

แขวงบางนาใต้ เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260

โทร. 0-2826-8000 โทรสาร 0-2826-8999

www.se-ed.com

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

ปิยธิดา เกตุการณ์.

Lecture physics สรุปฟิสิกส์ มัธยมปลาย ฉบับสมบูรณ์.-- กรุงเทพฯ : อินส์ปัล, 2565.
400 หน้า.

1. ฟิสิกส์ -- การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา). I. ชื่อเรื่อง.

530.07

ISBN 978-616-381-270-4

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ห้ามคัดลอก ลอกเลียน ทำซ้ำ ทำสำเนา
ไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดหรือทั้งหมดของหนังสือนี้ หรือนำไปเผยแพร่ในช่องทางต่างๆ โดยไม่ได้รับ
อนุญาตจากทางบริษัทเป็นลายลักษณ์อักษร

โลโก้ เครื่องหมายการค้า ชื่อของสินค้าและบริการที่อ้างถึง เป็นของบริษัทนั้นๆ



คำนำ

ในปัจจุบันการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยมีการแข่งขันสูงมาก หลายๆ คณะมีความจำเป็นต้องใช้วิชาฟิสิกส์ในการสอบเข้าเพื่อศึกษาต่อ ไม่ว่าจะเป็นคณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะด้านการสาธารณสุข เช่น พยาบาลศาสตร์ สหเวชศาสตร์ เทคนิคการแพทย์ กายภาพบำบัด สาธารณสุขศาสตร์ เป็นต้น

หนังสือ **LECTURE PHYSICS** สรุปฟิสิกส์ มัธยมปลาย ฉบับสมบูรณ์ เล่มนี้ จัดแนไปด้วยเนื้อหาที่ตรงตามหลักสูตรใหม่ล่าสุด ปี 2560 โดยได้สรุปเนื้อหา สูตร โจทย์ปัญหาที่ครอบคลุมการสอบในทุกสนามอย่างครบถ้วน ของวิชาฟิสิกส์ระดับชั้น ม.4, ม.5 และ ม.6 เพื่อเพิ่มทักษะ กระบวนการคิด ช่วยย่นเวลาในการอ่าน ทำความเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น และที่สำคัญข้อสอบภายในเล่มนี้เป็นแนวข้อสอบเสมือนจริง พร้อมเฉลยละเอียดที่อธิบายแนวคิด กระบวนการแบบละเอียด เข้าใจง่าย ทำให้น้องๆ เข้าใจเนื้อหา และการทำโจทย์มากขึ้น

ผู้เขียนหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะทำให้น้องๆ มีความรู้และความเข้าใจในวิชาฟิสิกส์มากขึ้น และสนุกไปกับการเรียนวิชาฟิสิกส์

ปิยธิดา เกตุการณ์

สารบัญ

บทที่ 1 การวัดและเวกเตอร์ 14

ปริมาณทางกายภาพและหน่วยของการวัด.....	16
คำอุปสรรค.....	17
การบันทึกตัวเลขของการวัด.....	18
เลขนัยสำคัญ.....	18
การคำนวณเลขนัยสำคัญ.....	19
การคำนวณความคลาดเคลื่อนของการวัด.....	20
ปริมาณสเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์.....	20
การคำนวณเวกเตอร์.....	21
เวกเตอร์หนึ่งหน่วย.....	23

บทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง 25

ระยะทางและการกระจัด.....	27
อัตราเร็วและความเร็ว.....	28
ความเร่ง.....	29
เครื่องเคาะสัญญาณเวลา.....	30
กราฟการกระจัด ความเร็ว และความเร่ง.....	31
การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงที่.....	32
การเคลื่อนที่อย่างอิสระภายใต้แรงดึงดูดของโลก.....	32

บทที่ 3 แรง มวล กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน 33

แรงและแรงลัพธ์.....	35
การแตกแรงและการคำนวณแรงลัพธ์.....	36
มวล.....	37
น้ำหนัก.....	37
กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน.....	37
กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล.....	39



การนำกฎความโน้มถ่วงไปประยุกต์ใช้.....	39
แรงเสียดทาน.....	40
แนวโจทย์เรื่อง แรง มวล และกฎของนิวตัน.....	42
รวม.....	45

บทที่ 4 สภาพสมดุล

ประเภทของสมดุล.....	49
เงื่อนไขของสมดุล.....	49
ทฤษฎีลามี.....	50
โมเมนต์ของแรงหรือทอร์ก.....	50
โมเมนต์ของแรงคู่ควบ.....	52
ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางถ่วง.....	52
เสถียรภาพของสมดุล.....	53
การนำหลักสมดุลไปประยุกต์.....	53

บทที่ 5 งานและพลังงาน

งานและการคำนวณ.....	56
การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรง (F) และการกระจัด (S).....	57
กำลัง.....	58
พลังงาน.....	58
กฎการอนุรักษ์พลังงาน.....	62
กราฟของพลังงาน.....	63
ประสิทธิภาพ.....	63

บทที่ 6 โมเมนตัม

โมเมนตัม.....	67
แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม.....	67
การดลและแรงดล.....	69
กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม.....	70
การชน.....	70



บทที่ 7 โพรเจกไทล์

73

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์.....	75
สมการที่ใช้คำนวณการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์.....	77

บทที่ 8 การเคลื่อนที่แบบวงกลม

79

ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม.....	81
ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่.....	81
การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลมกรวย.....	83
การเคลื่อนที่ของรถเลี้ยวโค้ง.....	83
การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลมระนาบแนวตั้ง.....	84
การเคลื่อนที่ของดาวเทียม.....	86

บทที่ 9 การเคลื่อนที่แบบหมุน

87

การเคลื่อนที่แบบหมุน.....	89
ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการหมุน.....	89
โมเมนต์ความเฉื่อย.....	91
ทอร์กกับการเคลื่อนที่แบบหมุน.....	92
โมเมนต์ัมเชิงมุม.....	92
พลังงานจลน์ของการเคลื่อนที่แบบหมุน.....	93
กฎอนุรักษ์โมเมนต์ัมเชิงมุม.....	93
กฎอนุรักษ์พลังงานกับการเคลื่อนที่แบบหมุน.....	94

บทที่ 10 ซิมเปิลฮาร์โมนิก

95

การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก.....	97
การคำนวณการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก.....	98
การหาพลังงานของการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก.....	100
เฟส.....	100
การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา.....	100


บทที่ 11 สมบัติเชิงกลของสาร

101

สภาพยืดหยุ่น สภาพพลาสติก.....	103
แรงเค้นและความเค้น.....	103
ความเครียดตามยาว.....	105
มอดุลัสของยัง.....	105
ความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะ.....	106
ความดันและแรงดัน.....	107
เครื่องมือวัดความดัน.....	109
ความดันกับชีวิตประจำวัน.....	111
กฎของพาสคัล.....	111
ความตึงผิวของของเหลว.....	112
หลักของอาร์คิมิดีส.....	113
ความหนืด.....	113
สมการแบร์นูลลี.....	114

บทที่ 12 ความร้อน สมบัติของแก๊ส และทฤษฎีจลน์

116

ความร้อน.....	118
การขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน.....	119
สสารและการเปลี่ยนสถานะของสาร.....	120
การถ่ายโอนความร้อน.....	122
แก๊สอุดมคติ.....	124
ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส.....	127
การหาพลังงานจลน์ของแก๊ส.....	127
งานที่แก๊สทำ.....	128
พลังงานภายในระบบ.....	128
กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์.....	129

บทที่ 13 ปรากฏการณ์คลื่น

130

คลื่น.....	132
การจำแนกประเภทคลื่น.....	132
คลื่นผิวน้ำ.....	133



$$E=mc^2$$

$$F=ma$$

ส่วนประกอบของคลื่น.....	133
เฟสของคลื่น.....	135
การซ้อนทับของคลื่น.....	136
สมบัติของคลื่น.....	136

บทที่ 14 เสียงและการได้ยิน 143

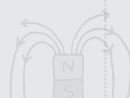
คลื่นเสียง.....	145
การเกิดคลื่นเสียง.....	145
กราฟของคลื่นเสียง.....	145
อัตราเร็วของคลื่นเสียง.....	146
ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วเสียง.....	146
สมบัติของเสียง.....	147
บีตและคลื่นนิ่ง.....	150
การสะท้อนของเสียง.....	151
ความเข้มของเสียง.....	152
คุณภาพเสียงและระดับเสียง.....	154
ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์.....	154
คลื่นกระแทก.....	155

บทที่ 15 แสง 156

แสง.....	158
สมบัติการสะท้อนของแสง.....	159
ภาพที่เกิดจากกระจกเว้าและกระจกนูน.....	159
ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนและเลนส์เว้า.....	162
คำนวณเกี่ยวกับกระจกและเลนส์.....	165
การหักเหของแสง.....	166
ความสว่าง.....	169

บทที่ 16 แสงเชิงฟิสิกส์ 170

การแทรกสอด.....	172
การเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยว.....	172
เกรตติง.....	173





บทที่ 17 ไฟฟ้าสถิต

174

ไฟฟ้าสถิต.....	176
ประจุไฟฟ้า.....	176
การเหนี่ยวนำไฟฟ้า.....	177
แรงระหว่างประจุไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์.....	178
สนามไฟฟ้า.....	179
จุดสะเทิน.....	180
เส้นแรงไฟฟ้า.....	181
ศักย์ไฟฟ้า.....	182
ความต่างศักย์ไฟฟ้า.....	183
งานในการเลื่อนประจุ.....	184
ความจุไฟฟ้าและตัวเก็บประจุ.....	185
การต่อตัวเก็บประจุ.....	185
พลังงานสะสม.....	186

บทที่ 18 ไฟฟ้ากระแส

187

ไฟฟ้ากระแส.....	189
กระแสไฟฟ้า.....	189
ความต้านทาน.....	190
กฎของโอห์ม.....	192
สภาพต้านทาน สภาพนำไฟฟ้า.....	193
การต่อตัวต้านทาน.....	194
กฎของเคอร์ชอฟฟ์.....	195
ศักย์ไฟฟ้า.....	197
ความต่างศักย์ไฟฟ้า.....	199

บทที่ 19 แม่เหล็ก

201

แม่เหล็ก.....	203
สนามแม่เหล็กและเส้นแรงแม่เหล็ก.....	203
จุดสะเทิน.....	204
ความเข้มสนามแม่เหล็ก.....	204



$$E=mc^2$$

$$F=ma$$

ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก.....	205
แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน.....	206
กฎของฟาราเดย์.....	206
หม้อแปลงไฟฟ้า.....	207

บทที่ 20 ไฟฟ้ากระแสสลับ..... 210

ไฟฟ้ากระแสสลับ.....	212
มิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าและค่ายังผล.....	213
วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ.....	214
ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์.....	218
วงจร R L C ต่อแบบอนุกรม.....	218
วงจร R L C ต่อแบบขนาน.....	220
วงจร R L C ต่อแบบผสม.....	221
กำลังที่เกิดขึ้นในวงจรกระแสสลับ.....	222

บทที่ 21 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า..... 223

ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์.....	225
สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า.....	225
คลื่นวิทยุ.....	226
คลื่นโทรทัศน์.....	228
คลื่นไมโครเวฟ.....	229
รังสีอินฟราเรด.....	231
แสง.....	232
รังสีอัลตราไวโอเลต.....	232
รังสีเอกซ์.....	233
รังสีแกมมา.....	234

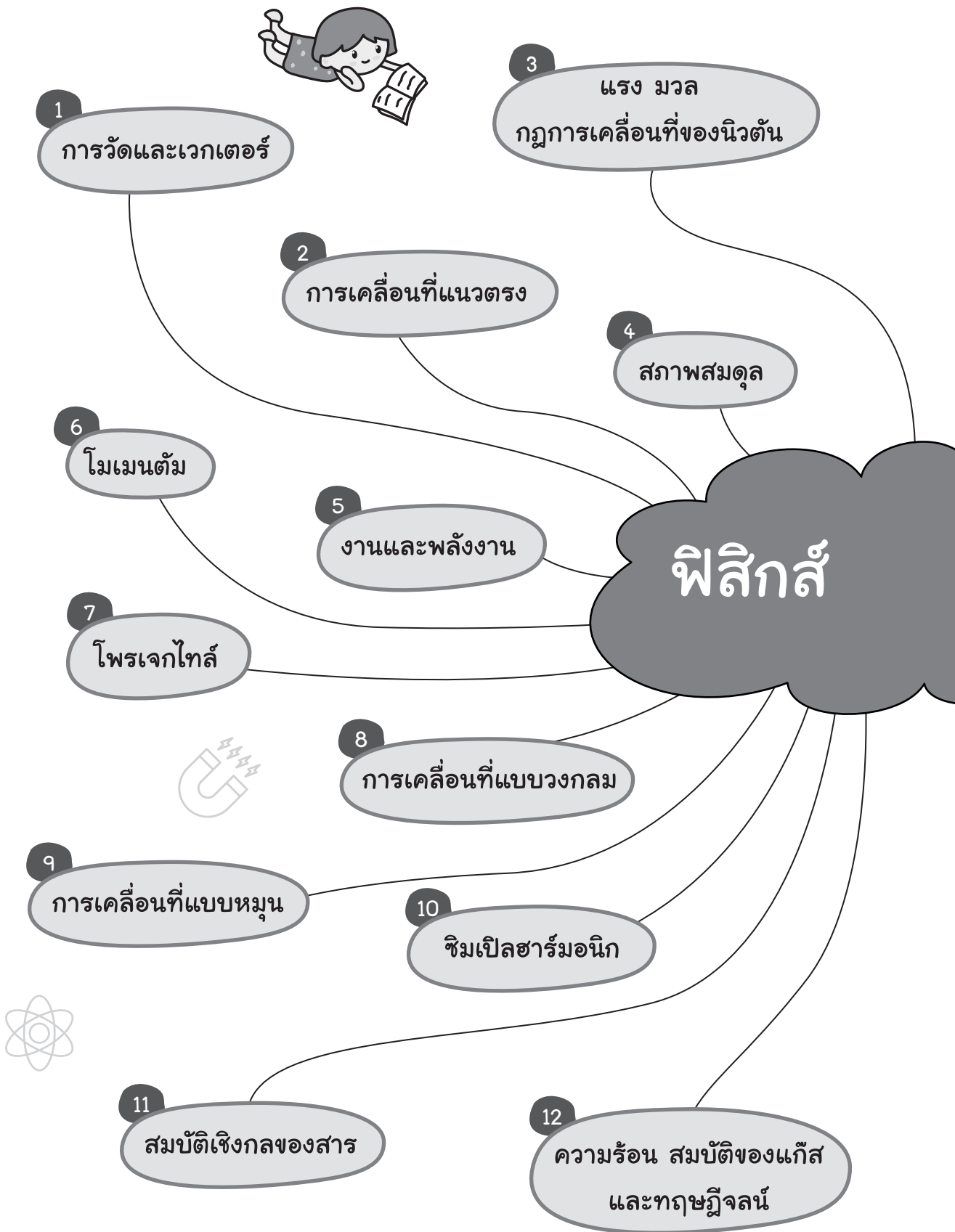
บทที่ 22 ฟิสิกส์อะตอม..... 235

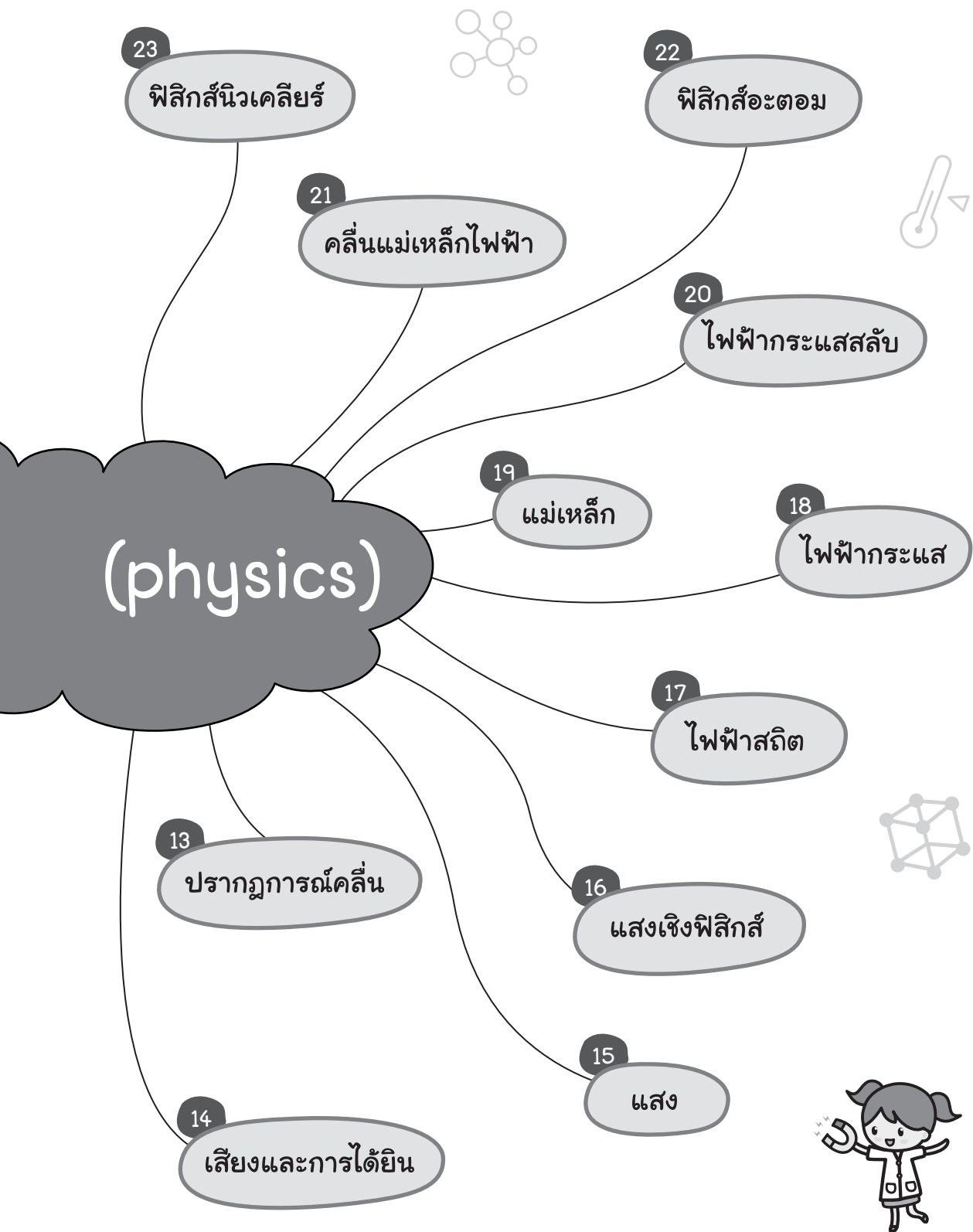
แบบจำลองอะตอม.....	237
การค้นพบอิเล็กตรอน.....	238
การทดลองเกี่ยวกับสเปกตรัม.....	240
การแผ่รังสีของวัตถุดำ.....	241





ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก.....	242
การทดลองของฟรังค์และเฮิร์ตซ์.....	244
รังสีเอกซ์.....	244
ปรากฏการณ์คอมป์ตัน.....	246
สมมติฐานของเดอบรอยล์.....	246
กลศาสตร์ควอนตัม.....	247
บทที่ 23 ฟิสิกส์นิวเคลียร์	248
กัมมันตภาพรังสี.....	250
การเปลี่ยนสภาพนิวเคลียส.....	250
การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี.....	252
ครึ่งชีวิต.....	253
สมดุลกัมมันตภาพรังสี.....	254
ไอโซโทป ไอโซโทน ไอโซบาร์.....	254
เสถียรภาพของนิวเคลียส.....	255
ปฏิกิริยานิวเคลียร์.....	256
ปฏิกิริยาฟิชชันและปฏิกิริยาฟิวชัน.....	256
ตะลุมข้อสอบวิชาฟิสิกส์	259
แบบฝึกหัดทบทวน.....	260
เฉลยแบบฝึกหัดทบทวน.....	283
ตะลุมข้อสอบ ชุดที่ 1.....	317
เฉลยตะลุมข้อสอบ ชุดที่ 1.....	326
ตะลุมข้อสอบ ชุดที่ 2.....	336
เฉลยตะลุมข้อสอบ ชุดที่ 2.....	343
ตะลุมข้อสอบ ชุดที่ 3.....	354
เฉลยตะลุมข้อสอบ ชุดที่ 3.....	362
ตะลุมข้อสอบ ชุดที่ 4.....	373
เฉลยตะลุมข้อสอบ ชุดที่ 4.....	383

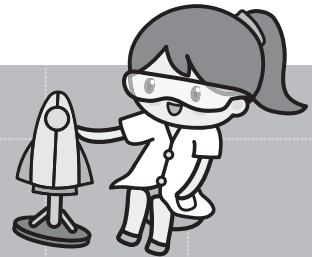






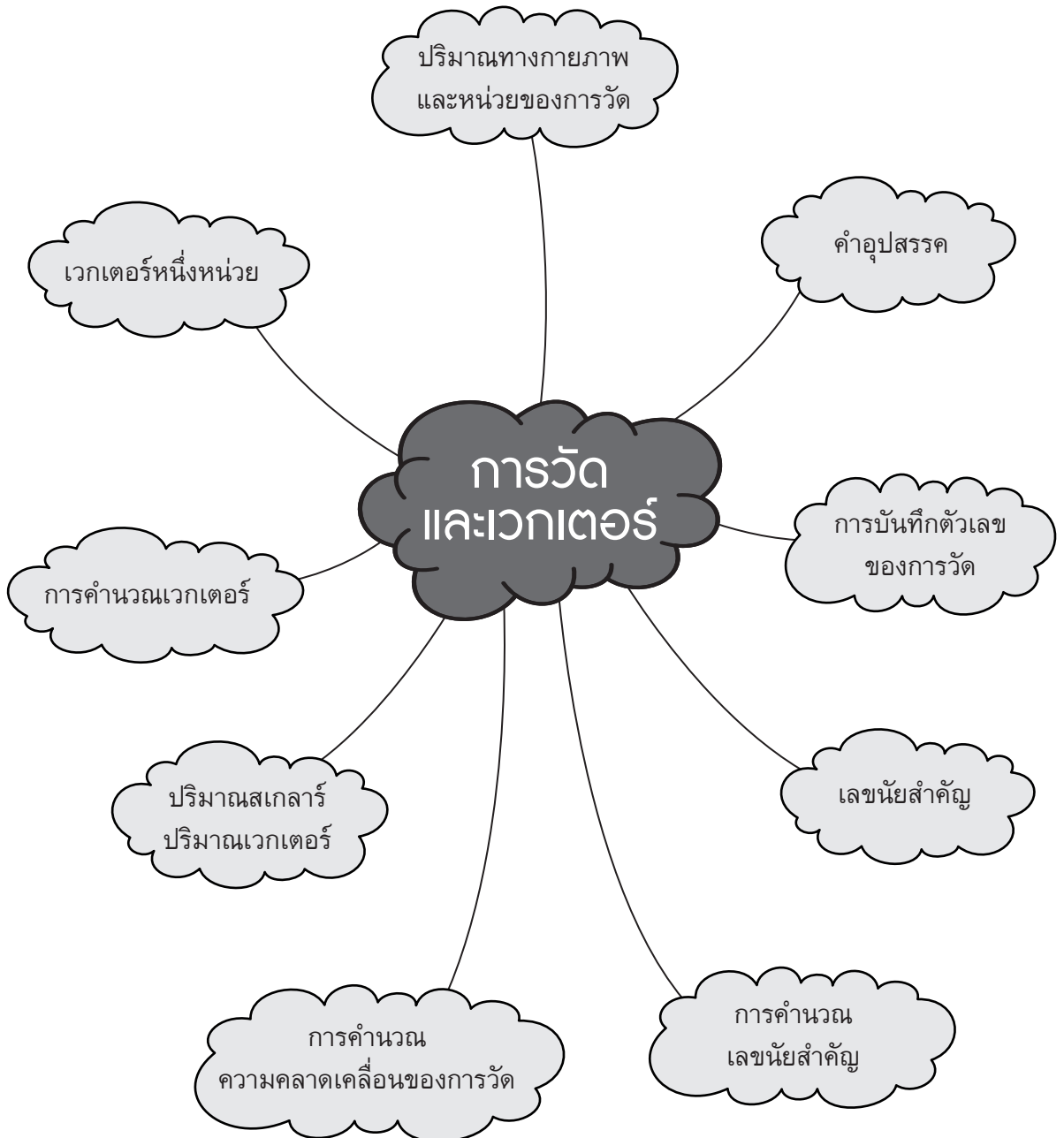
บทที่ 1

การวัด
และเวกเตอร์





บทที่ 1 การวัดและเวกเตอร์



ปริมาณทางกายภาพและหน่วยของการวัด

ฟิสิกส์มีการจำแนกตามลักษณะข้อมูล สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณ

ข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการบรรยายลักษณะภายนอกที่สังเกตได้ เช่น ลักษณะพื้นผิว รูปทรง สี กลิ่น รส ซึ่งเป็นข้อมูลที่ยังไม่ได้วัด หรือวัดไม่ได้

ข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดปริมาณต่างๆ โดยใช้เครื่องมือ เช่น น้ำหนัก ความสูง ระยะทาง เวลา อุณหภูมิ เป็นต้น

โดยข้อมูลเชิงปริมาณ เรียกว่าปริมาณกายภาพ (physical quantity) เช่น อุณหภูมิ แรง มวล พลังงาน กระแสไฟฟ้า เป็นต้น

ปริมาณกายภาพ (physical quantity) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

1. ปริมาณมูลฐาน (fundamental quantities) ได้มาจากการใช้เครื่องมือวัดโดยตรง
2. ปริมาณเสริม (supplementary quantities) ได้มาจากการใช้เครื่องมือวัดโดยตรง
3. ปริมาณอนุพัทธ์ (derived quantities) เกิดจากการนำปริมาณมูลฐานและปริมาณเสริม มาผสมกัน

หน่วย การวัดปริมาณทางวิทยาศาสตร์ มีการกำหนดเป็นหน่วยสากล เรียกว่า **หน่วยเอสไอ (SI unit)** ดังนี้

1. **หน่วยมูลฐาน (base unit)** เป็นหน่วยหลักที่ได้จากการวัดโดยตรง

ปริมาณมูลฐาน (base quantity)	ชื่อหน่วย (unit)	สัญลักษณ์ (symbol)
ความยาว	เมตร	m
มวล	กิโลกรัม	kg
เวลา	วินาที	s
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	A
อุณหภูมิ	เคลวิน	K
ปริมาณของสาร	โมล	mol
ความเข้มของการส่องสว่าง	แคนเดลา	cd

2. หน่วยเสริม (supplementary unit) มี 2 หน่วย ได้แก่

- เรเดียน (radian) เป็นหน่วยวัดมุมในระนาบ สัญลักษณ์ rad
- สเตอเรเดียน (steradian) เป็นหน่วยวัดมุมตัน สัญลักษณ์ sr

3. หน่วยอนุพัทธ์ (derived unit) เกิดการนำหน่วยมูลฐานหลายหน่วยมาคูณหรือหารกัน

หน่วยอนุพัทธ์ (derived unit)	ชื่อหน่วย (unit)	สัญลักษณ์ (symbol)	เทียบเป็นหน่วยฐาน
ความเร็ว	เมตร/วินาที	m/s	1 m/s
ความเร่ง	เมตร/วินาที ²	m/s ²	1 m/s ²
แรง	นิวตัน	N	1 N = 1 kg·m/s ²
งาน, พลังงาน	จูล	J	1 J = 1 N·m
กำลัง	วัตต์	W	1 W = 1 J/s
ความดัน	พาสคัล	Pa	1 Pa = 1 N/m ²
ความถี่	เฮิรตซ์	Hz	1 Hz = 1 s ⁻¹

คำอุปสรรค

คำอุปสรรค คือ คำนำหน้าหน่วย เพื่อให้หน่วยที่ใช้ใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง โดยส่วนใหญ่จะใช้ขึ้นละ 1,000 เท่า

เมื่อค่าในหน่วยมูลฐานหรือหน่วยอนุพัทธ์น้อยหรือมากเกินไป สามารถเขียนค่านั้นอยู่ในรูปของพหุคูณ

โดยคำอุปสรรคที่ใช้แทนตัวพหุคูณและสัญลักษณ์ แสดงดังตาราง

ตัวพหุคูณ	คำอุปสรรค	
	ชื่อ	สัญลักษณ์
10 ¹⁸	เอกซะ (exa)	E
10 ¹⁵	เพตะ (peta)	P
10 ¹²	เทระ (tera)	T
10 ⁹	จิกะ (giga)	G
10 ⁶	เมกะ (mega)	M
10 ³	กิโล (kilo)	k
10 ²	เฮกโต (hecto)	h
10 ¹	เดคา (deca)	da

ตัวพหุคูณ	คำอุปสรรค	
	ชื่อ	สัญลักษณ์
10 ⁻¹⁸	อัตโต (atto)	a
10 ⁻¹⁵	เฟมโต (femto)	f
10 ⁻¹²	พิโก (pico)	p
10 ⁻⁹	นาโน (nano)	n
10 ⁻⁶	ไมโคร (micro)	μ
10 ⁻³	มิลลิ (milli)	m
10 ⁻²	เซนติ (centi)	c
10 ⁻¹	เดซิ (deci)	d

การบันทึกตัวเลขของการวัด

การบันทึกตัวเลขของการวัด ต้องบันทึกถึงความละเอียดตามที่สเกลสามารถบอกได้ แล้วให้เพิ่มตัวเลขจากการคาดคะเนด้วยสายตา ซึ่งสเกลไม่สามารถบอกได้อีก 1 ตำแหน่ง

การบันทึกผลการวัด

$$\text{ผลการวัด} = \underbrace{\triangle \triangle \triangle . \triangle \triangle}_{\text{ค่าที่วัดได้}} \quad \xrightarrow{\text{ค่าประมาณด้วยสายตา}}$$

เลขนัยสำคัญ

เลขนัยสำคัญ คือ ตัวเลขที่มีความหมาย หรือมีความสำคัญในปริมาณที่แสดงมา โดยหลักการนับเลขนัยสำคัญ มีดังนี้

1. ถ้าอยู่ในรูปเลขทศนิยม ให้เริ่มนับที่ตัวแรกที่เป็นเลขโดด 1 - 9 และตัวถัดไปให้นับทุกตัว เช่น

4.00035 มีเลขนัยสำคัญ 6 ตัว

0.77 มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

0.005 มีเลขนัยสำคัญ 1 ตัว

2. ถ้าอยู่ในรูป $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นเลขจำนวนเต็ม ให้พิจารณาที่ค่า A เท่านั้น โดยใช้หลักการเดียวกับการนับเลขนัยสำคัญในรูปเลขทศนิยม โดยไม่ต้องคำนึงถึง n เช่น

2.8×10^5 มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

44.01×10^2 มีเลขนัยสำคัญ 4 ตัว

0.021×10^4 มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

3. ถ้าอยู่ในรูปจำนวนเต็มให้นับทุกตัว เช่น

45 มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

548 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

3005 มีเลขนัยสำคัญ 4 ตัว



และในกรณีที่เลขท้ายเป็น 0 ต้องจัดให้อยู่ในรูป $A \times 10^n$ เช่น

2,500 เขียนเป็น 2.5×10^3 มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

เขียนเป็น 2.50×10^3 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

เขียนเป็น 2.500×10^3 มีเลขนัยสำคัญ 4 ตัว

ดังนั้น 2,500 จะมีเลขนัยสำคัญ 2 ถึง 4 ตัว

การคำนวณเลขนัยสำคัญ

1. การบวกและการลบ ยึดทศนิยมตำแหน่งที่น้อยที่สุดเป็นหลัก

ตัวอย่าง $345.53 + 92.1 = 437.63$

เนื่องจากในโจทย์ทศนิยมที่น้อยที่สุดก็คือ 92.1 ซึ่งเป็นทศนิยม 1 ตำแหน่ง จึงต้องตอบ 1 ตำแหน่ง ดังนั้น 437.63 จึงต้องตอบเป็น 437.6

2. การคูณและการหาร ยึดเลขนัยสำคัญที่น้อยที่สุดเป็นหลัก

ตัวอย่าง $1.1 \times 1.12 = 1.232$

เนื่องจากในโจทย์เลขนัยสำคัญที่น้อยที่สุดคือ 1.1 ซึ่งมีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว หรือทศนิยม 1 ตำแหน่ง ดังนั้น 1.232 จึงต้องตอบเป็น 1.2



การคำนวณความคลาดเคลื่อนของการวัด

เมื่อมีการบันทึกปริมาณไว้ 2 ปริมาณ คือ $a \pm \Delta a$ และ $b \pm \Delta b$

1. การบวกและการลบความคลาดเคลื่อน ให้นำความคลาดเคลื่อนมาบวกกัน

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

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

2. การคูณและการหารความคลาดเคลื่อน ให้นำความคลาดเคลื่อนมาบวกกันในรูปของ %

$$\text{ผลคูณ} = a \cdot b \pm \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} \right) \times 100 \%$$

$$\text{ผลหาร} = \frac{a}{b} \pm \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} \right) \times 100 \%$$

ปริมาณสเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์

1. ปริมาณสเกลาร์ (scalar quantity) คือ ปริมาณที่บอกแต่ขนาดเพียงอย่างเดียว เช่น ความยาว มวล เวลา ปริมาตร งาน พลังงาน เป็นต้น

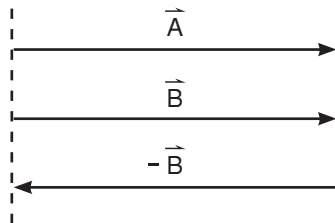
2. ปริมาณเวกเตอร์ (vector quantity) คือ ปริมาณที่บอกทั้งขนาดและทิศทาง เช่น การกระจัด ความเร็ว ความเร่ง แรง น้ำหนัก โมเมนตัม เป็นต้น



การคำนวณเวกเตอร์

1. การเท่ากันของเวกเตอร์ เวกเตอร์จะเท่ากันก็ต่อเมื่อ

- 1) มีขนาดเท่ากัน
- 2) มีทิศไปทางเดียวกันหรือขนานกัน

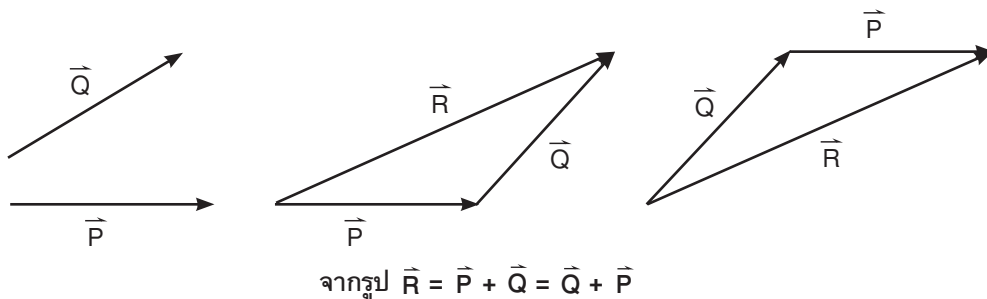


จากรูป เวกเตอร์ $\vec{A} = \vec{B}$ และเวกเตอร์ $-\vec{B} = -\vec{B}$ แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกัน

เวกเตอร์ศูนย์ คือ เวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับศูนย์ ไม่สามารถระบุทิศทางได้ เขียนแทนด้วย $(\vec{0}, 0)$

2. การบวกเวกเตอร์

ในการบวกเวกเตอร์ใช้วิธีลากเวกเตอร์ต่อกัน เรียกว่า การลากเวกเตอร์แบบหัวต่อหาง โดยผลบวกที่ได้จากการนำเวกเตอร์ย่อยมาบวกกัน จะเรียกว่า เวกเตอร์ลัพธ์ ("R" หรือ $\vec{R}$)



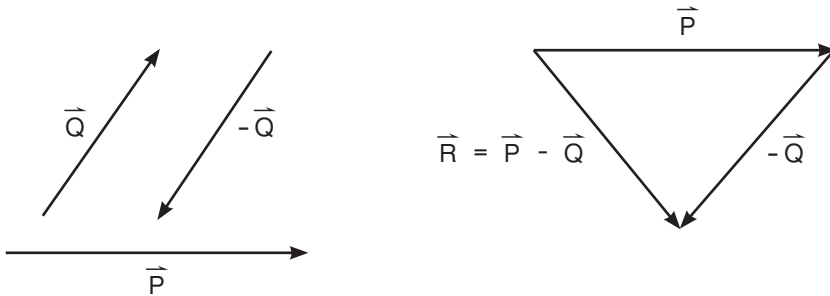
คุณสมบัติการบวกเวกเตอร์

- 1) สมบัติการสลับที่
- 2) สมบัติการจัดหมู่



3. การลบเวกเตอร์

พิจารณาเวกเตอร์ $\vec{P}$ และ $\vec{Q}$ ที่มีขนาดและทิศทาง ดังรูป



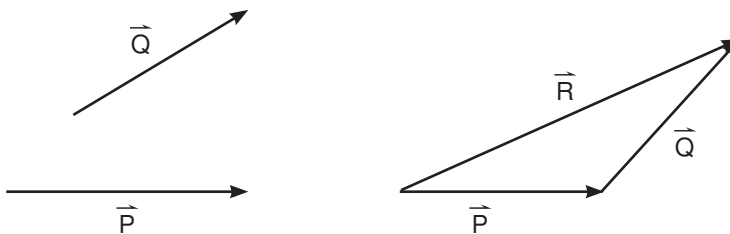
เมื่อนำเวกเตอร์มาลบกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นเวกเตอร์ลัพธ์ ดังนี้

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

4. การหาเวกเตอร์ลัพธ์

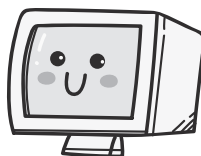
ในการหาขนาดเวกเตอร์ลัพธ์ สามารถทำได้ 2 วิธี

- 1) ลากเวกเตอร์ต่อกันหรือลากแบบหางต่อหัว

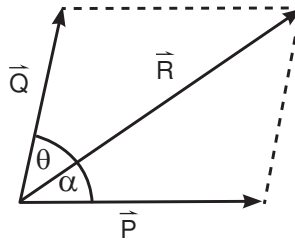


สามารถหาขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ ได้จากสูตร

$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta$$



2) ใช้ทฤษฎีสี่เหลี่ยมด้านขนาน



จากรูป ถ้ามีเวกเตอร์ 2 เวกเตอร์ โดยที่หางเวกเตอร์อยู่จุดเดียวกัน ให้สร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานขึ้น ซึ่งเส้นทแยงมุมที่ลากจากจุดที่เวกเตอร์ทั้ง 2 ทำมุมกัน จะสามารถคำนวณขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ได้ จากสูตร

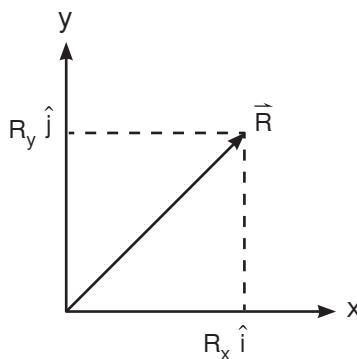
$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta$$

$$\tan \alpha = \frac{Q \sin \theta}{P + Q \cos \theta}$$

เวกเตอร์หนึ่งหน่วย

เวกเตอร์หนึ่งหน่วย คือ เวกเตอร์ที่มีขนาดหนึ่งหน่วย จะสามารถเขียนเวกเตอร์ $\vec{R}$ ในรูปเวกเตอร์หนึ่งหน่วยได้ 2 กรณี ดังนี้

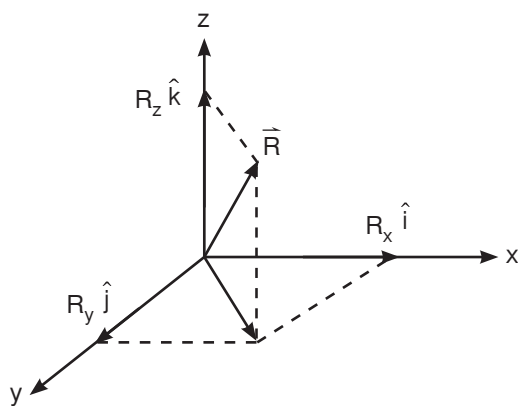
1. เวกเตอร์ในสองมิติ



สมการเวกเตอร์ $\vec{R} = R_x \hat{i} + R_y \hat{j}$

ขนาดเวกเตอร์ $R^2 = R_x^2 + R_y^2$

2. เวกเตอร์ในสามมิติ



สมการเวกเตอร์ $\vec{R} = R_x \hat{i} + R_y \hat{j} + R_z \hat{k}$

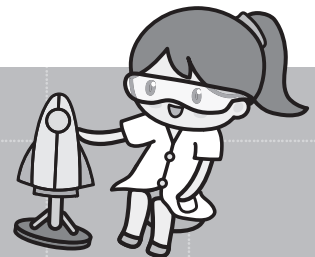
ขนาดเวกเตอร์ $R^2 = R_x^2 + R_y^2 + R_z^2$





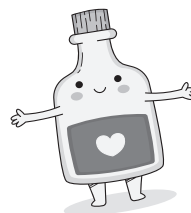
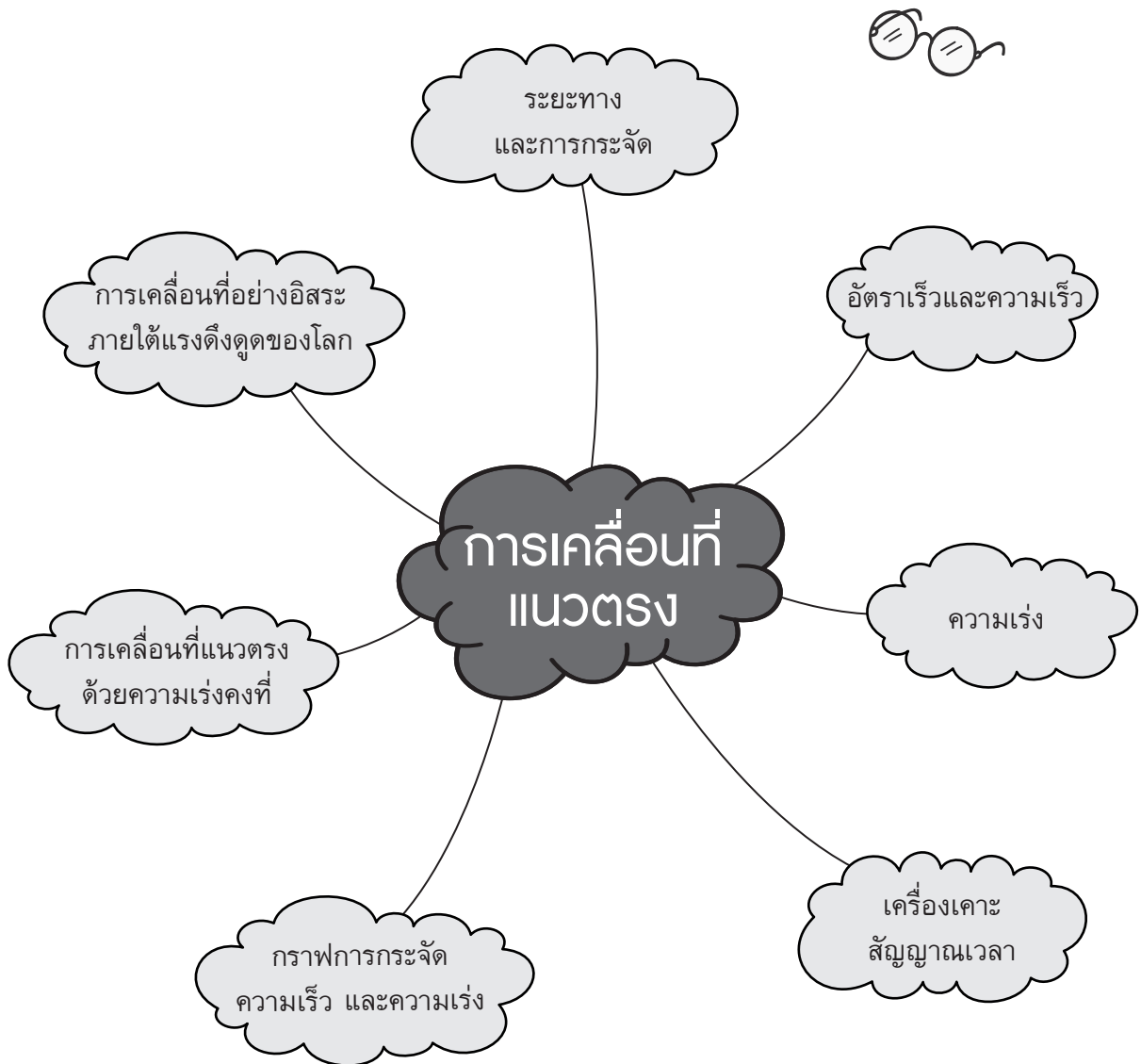
บทที่ 2

การเคลื่อนที่
แนวตรง





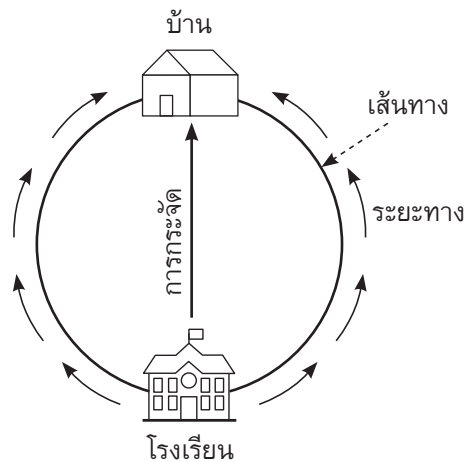
บทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง



ระยะทางและการกระจัด

ระยะทาง (distance) คือ ความยาวตามแนวการเคลื่อนที่ได้จริง ไม่ว่าจะเป็นเส้นโค้งหรือเส้นตรง โดยไม่คำนึงถึงทิศทาง ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

การกระจัด (displacement) คือ ความยาวที่วัดเป็นเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย มักไม่เป็นตามเส้นทางจริง โดยจะมีหัวลูกศรชี้จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย การกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่บอกทั้งขนาดและทิศทาง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

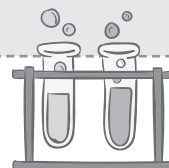


จากรูป ลูกศรที่ชี้เรียกว่า ระยะทาง
ส่วนเส้นตรงจากโรงเรียนไปบ้าน เรียกว่า การกระจัด



ข้อควรรู้

1. ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ การกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์
2. การกระจัดจะเท่ากับระยะทาง ต่อเมื่อเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง และไม่มีการย้อนกลับ
3. การเคลื่อนที่แบบวงกลมครบ 1 รอบ การกระจัดมีค่าเท่ากับศูนย์ และระยะทางมีค่าเท่ากับ $2\pi R$



อัตราเร็วและความเร็ว

อัตราเร็ว (speed) คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

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

เมื่อ v คือ อัตราเร็ว มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

s คือ ระยะทาง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

t คือ เวลา มีหน่วยเป็น วินาที (s)

ความเร็ว (velocity) คือ การกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

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

เมื่อ $\vec{v}$ คือ ความเร็ว มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

$\vec{s}$ คือ การกระจัด มีหน่วยเป็น เมตร (m)

t คือ เวลา มีหน่วยเป็น วินาที (s)

ข้อเปรียบเทียบระหว่างอัตราเร็วกับความเร็ว

1. อัตราเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์ ความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์
2. ถ้าวัตถุเคลื่อนที่โดยไม่เปลี่ยนทิศทาง (เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง) ขนาดของความเร็ว คือ อัตราเร็ว

3. อัตราเร็วจะมีค่าเปลี่ยนแปลงเมื่อขนาดเปลี่ยนแปลง

4. ความเร็วจะเปลี่ยนแปลง เมื่อ

- ขนาดเปลี่ยนแปลง

- ขนาดคงที่แต่ทิศเปลี่ยนแปลง เช่น วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่

ความเร็วของการเคลื่อนที่จะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งนี้เพราะเส้นทางของความเร็วเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา



ความเร็วเฉลี่ย (average velocity) คือ ความเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแต่ละจุดที่วัตถุเคลื่อนที่ให้มีค่าเท่ากัน เป็นการเปลี่ยนแปลงการกระจัดในช่วงเวลายาวๆ มีทิศเดียวกัน (กำหนดให้ u = ความเร็วต้น และ v = ความเร็วปลาย)

$$v_{\text{เฉลี่ย}} = \frac{s}{t}$$

$$v_{\text{เฉลี่ย}} = \frac{u + v}{2}$$

ความเร่ง

อัตราเร่ง (acceleration : a) คือ การเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที² (m/s²)

ความเร่ง (acceleration) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ ความเร็วที่เปลี่ยนไปใน 1 วินาที เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที² (m/s²)

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$$



ข้อควรรู้

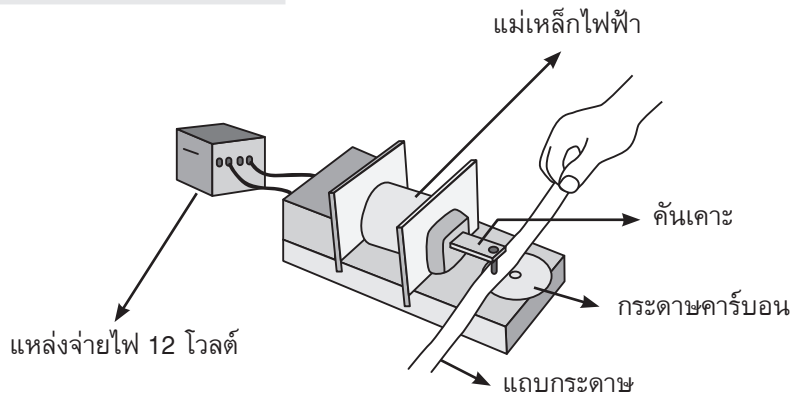
1. ถ้าความเร่งเป็น + แสดงว่า ความเร็วของวัตถุจะเพิ่มขึ้น ($v_2 > v_1$)
2. ถ้าความเร่งเป็น 0 แสดงว่า วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ($v_2 = v_1$)
3. ถ้าความเร่งเป็น - แสดงว่า วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลดลง ($v_2 < v_1$)

เรียกว่า ความหน่วง

ความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง คือ การเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาสั้นๆ ในการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะหาได้เมื่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วนั้นเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นมาก จนเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงความเร็วเข้าสู่ 0 ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาความเร่งในขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุได้ ดังนี้

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \right) = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

เครื่องเคาะสัญญาณเวลา



รูปเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

เครื่องเคาะสัญญาณเวลาจะเคาะด้วยความถี่ 50 ครั้ง/วินาที หมายถึง เวลาใน 1 ช่วงจุดจะใช้เวลา $\frac{1}{50}$ วินาที ดังนั้น



รูปแสดงข้อมูลจากเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

$$\text{เวลา 1 ช่วงจุด} = \frac{1}{50} \text{ วินาที}$$

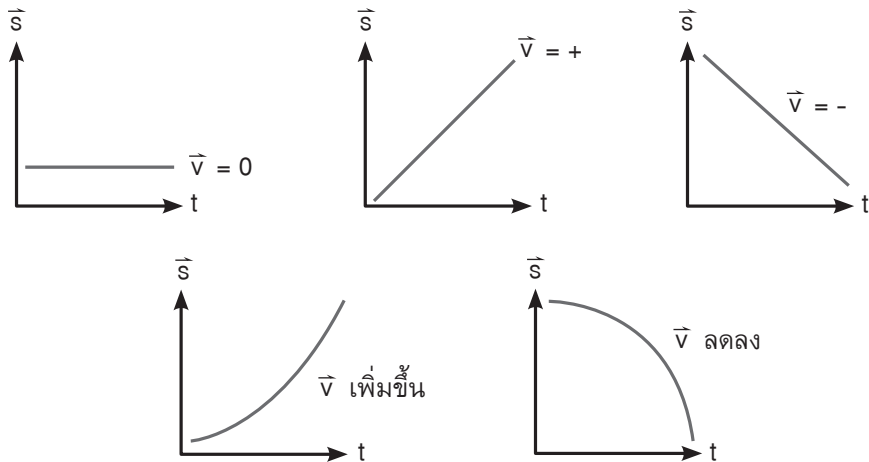
อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง หาได้จากอัตราเร็วเฉลี่ยในช่วงสั้นๆ

$$\text{อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง} = \text{อัตราเร็วตรงจุดกึ่งกลางของช่วงเวลานั้น}$$

การที่จะหาความเร่งเฉลี่ยและความเร่งขณะใดขณะหนึ่งจากแถบกระดาษ ใช้หลักการเดียวกันกับการหาความเร็วเฉลี่ยขณะใดขณะหนึ่งจากแถบกระดาษ

กราฟการกระจัด ความเร็ว และความเร่ง

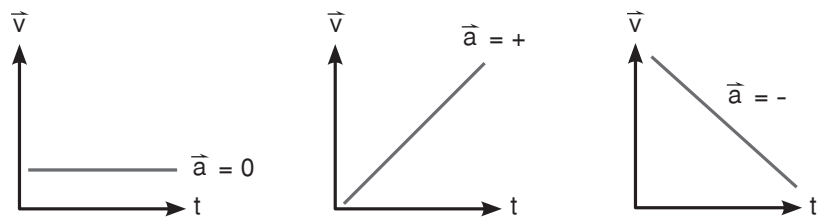
1. กราฟการกระจัด ($\vec{s}$) และเวลา (t)



จะได้ว่า

$$\vec{v} = \text{slope ของกราฟ } \vec{s} \text{ กับ } t$$

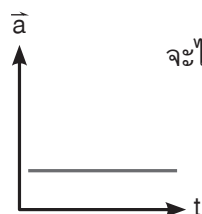
2. กราฟความเร็ว ($\vec{v}$) และเวลา (t)



จะได้ว่า

$$\vec{a} = \text{slope ของกราฟ } \vec{v} \text{ กับ } t$$

3. กราฟความเร่ง ($\vec{a}$) และเวลา (t)



จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \text{ความเร็วที่เปลี่ยนแปลง } \Delta v &= v - u \\ &= \text{พื้นที่ใต้กราฟ } \vec{a} \text{ กับ } t \end{aligned}$$

การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงที่

การเคลื่อนที่แนวตรง คือ การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวที่เป็นเส้นตรง
สูตรการคำนวณการเคลื่อนที่

$$1. \vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t$$

$$2. \vec{s} = \left(\frac{\vec{u} + \vec{v}}{2} \right) t$$

$$3. \vec{v}^2 = \vec{u}^2 + 2\vec{a}\vec{s}$$

$$4. \vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2} \vec{a}t^2$$

$$5. \vec{s} = \vec{v}t - \frac{1}{2} \vec{a}t^2$$

กำหนดทิศของความเร็วต้น u ให้เป็นบวกเสมอ

- ถ้า s, v, a มีทิศเดียวกับ u กำหนดให้มีเครื่องหมายเป็น บวก
- ถ้า s, v, a มีทิศตรงกันข้ามกับ u กำหนดให้มีเครื่องหมายเป็น ลบ

การเคลื่อนที่อย่างอิสระภายใต้แรงดึงดูดของโลก

วัตถุจะเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลกด้วยความเร่ง g มีค่าประมาณ 9.8 m/s^2
โดยทิศของ g จะมีทิศลงเสมอ (เข้าหาผิวโลก)

สูตรการคำนวณจะเหมือนแนวราบ (เปลี่ยน a เป็น g)

$$1. \vec{v} = \vec{u} + \vec{g}t$$

$$2. \vec{s} = \left(\frac{\vec{u} + \vec{v}}{2} \right) t$$

$$3. \vec{v}^2 = \vec{u}^2 + 2\vec{g}\vec{s}$$

$$4. \vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2} \vec{g}t^2$$

$$5. \vec{s} = \vec{v}t - \frac{1}{2} \vec{g}t^2$$

เมื่อ $\vec{u}$ คือ ความเร็วต้น มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

$\vec{v}$ คือ ความเร็วปลาย มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

$\vec{s}$ คือ ระยะทาง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

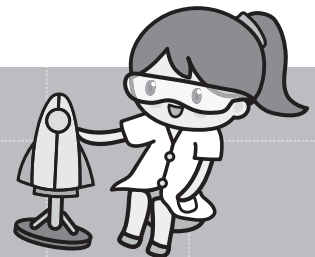
t คือ เวลา มีหน่วยเป็น วินาที (s)

$\vec{g}$ คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีค่าเท่ากับ $9.8 \text{ เมตร/วินาที}^2 \text{ (m/s}^2\text{)}$



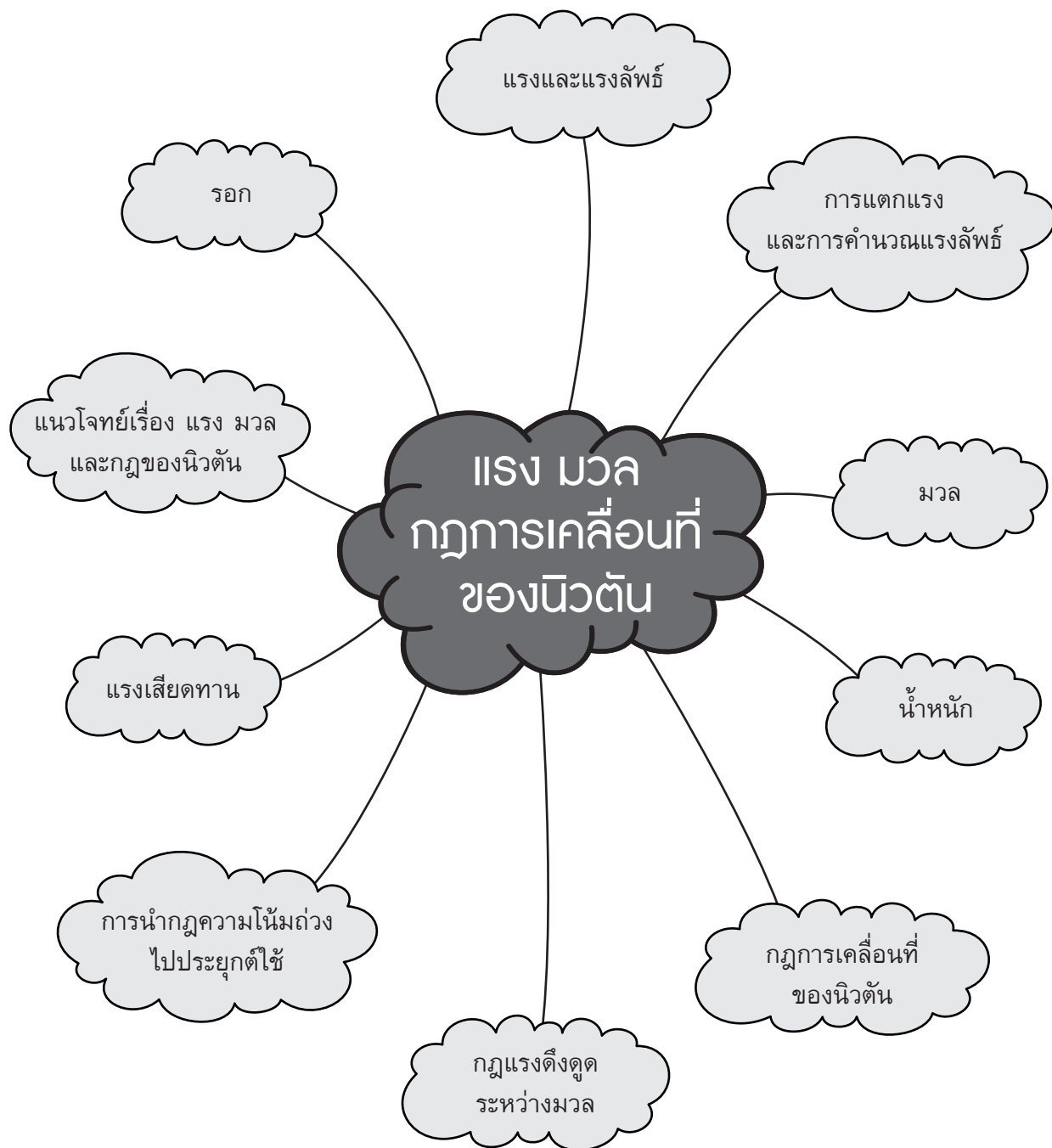
บทที่ 3

แสง มวล
กฎการเคลื่อนที่
ของนิวตัน





บทที่ 3 แรง มวล กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน



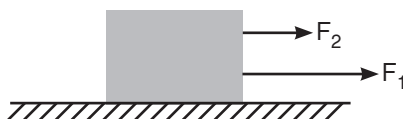
แรงและแรงลัพธ์

แรง (force : $\vec{F}$) คือ สิ่งที่มีผลให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่หรือสภาพที่หยุดนิ่งได้ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

แรงลัพธ์ หมายถึง ผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุทั้งขนาดและทิศทาง

การหาแรงลัพธ์เมื่อแรงย่อยอยู่ในแนวเดียวกัน

1. ถ้าแรงกระทำต่อวัตถุมีทิศไปทางเดียวกัน

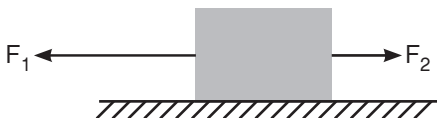


แรงที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับ ผลบวกของขนาดแรงย่อย

$$\Sigma F = F_1 + F_2$$



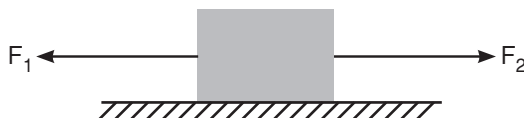
2. ถ้าแรงกระทำต่อวัตถุมีทิศตรงกันข้ามกัน



แรงที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับ ผลต่างของขนาดแรงย่อย

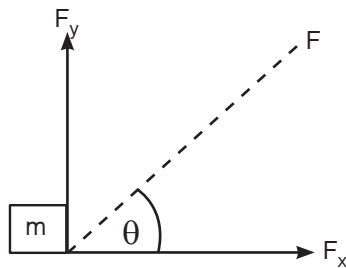
$$\Sigma F = F_1 - F_2$$

ถ้าขนาดของแรงย่อยเท่ากัน แรงทั้งสองจะหักล้างกัน วัตถุจะไม่เคลื่อนที่ โดยมีแรงลัพธ์เท่ากับ 0



การแตกแรงและการคำนวณแรงลัพธ์

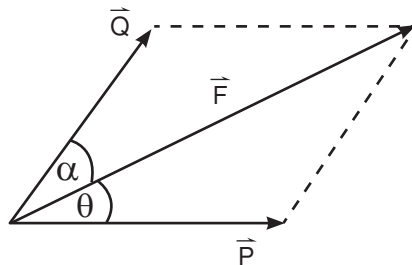
1. แรงย่อย 2 แรงย่อยตั้งฉากกัน



ให้จำไว้ว่า

แรงที่แตกชิดมุม θ (F_x) จะมีค่า $F \cos \theta$
 แรงที่แตกข้ามมุม θ (F_y) จะมีค่า $F \sin \theta$

2. แรงย่อย 2 แรงย่อยซึ่งไม่ตั้งฉากกัน



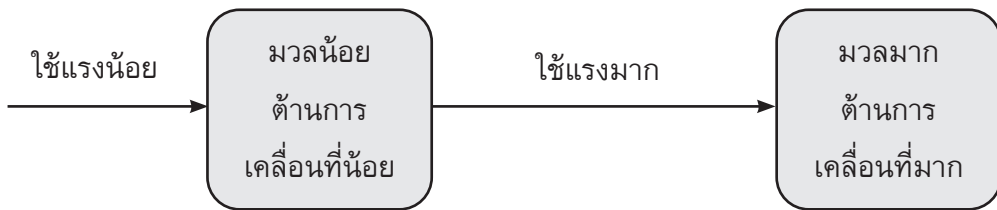
หาได้จากสูตร

$$P = \frac{F \sin \alpha}{\sin (\theta + \alpha)}$$

$$Q = \frac{F \sin \alpha}{\sin (\theta + \alpha)}$$

มวล

มวล (mass : m) คือ สมบัติการต้านเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกอีกอย่างว่า **ความเฉื่อย** เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg) โดยมวลของวัตถุถ้าวางไว้หนึ่งๆ จะมีค่าคงที่เสมอไม่ว่าจะวางไว้ที่ใดก็ตาม



น้ำหนัก

น้ำหนัก (weight : $\vec{W}$) คือ แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ ถือเป็นแรงชนิดหนึ่ง โดยน้ำหนักจะขึ้นอยู่กับค่า g ซึ่งมีค่าไม่คงที่ น้ำหนักเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

$$\vec{W} = m\vec{g}$$

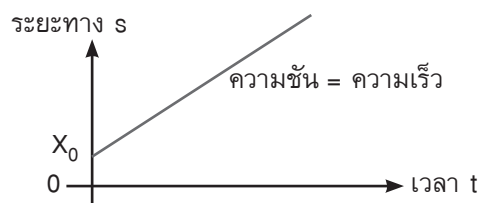
กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

กฎข้อที่ 1 ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ วัตถุจะดำรงสภาพอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ โดยเรียกกฎข้อนี้ว่า **กฎความเฉื่อย (law of inertia)**

กฎของความเฉื่อยตามความหมายในกฎข้อที่ 1 นั้น สามารถนำมาเขียนกราฟได้ โดยในรูป ก หมายถึง อนุภาคอยู่หนึ่งที่ตำแหน่ง X_0 เมื่อเวลาผ่านไปอนุภาคยังคงอยู่ที่เดิม ส่วนในรูป ข อนุภาคเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ เนื่องจากอัตราการเปลี่ยนแปลงระยะทางต่อเวลามีค่าคงที่



รูป ก



รูป ข

โดยกฎข้อที่หนึ่งของนิวตันมีข้อกำหนดว่า ผู้สังเกตต้องอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ไปพร้อมกับอนุภาคที่สังเกตด้วยความเร็วคงที่ โดยมีกรอบอ้างอิงเดียวกัน กรอบอ้างอิงนี้เรียกว่า กรอบเฉื่อย (inertial frame) ซึ่งหมายถึง กรอบอ้างอิงที่ปราศจากความเร่งนั่นเอง มวลของอนุภาคตามกฎข้อที่หนึ่งนี้เรียกว่า มวลเฉื่อย (inertial mass) ซึ่งเป็นมวลที่ไม่เกี่ยวข้องกับแรงโน้มถ่วงของโลก

$$\sum \vec{F} = 0 \quad \text{หรือ} \quad \text{แรงจุด} = \text{แรงต้าน}$$

กฎข้อที่สอง ถ้ามีแรงลัพธ์ขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปด้วยความเร่งโดยมีทิศทางเดียวกัน โดยเรียกกฎข้อนี้ว่า **กฎของความเร่ง (law of acceleration)**

กฎของความเร่งตามกฎข้อที่สองนั้น เมื่อวัตถุมีแรงมากระทำ จะมีความเร่งตามทิศของแรงกระทำนั้น กรณีที่มีแรงหลายแรงมากระทำกับวัตถุ จะต้องทำการหาแรงลัพธ์และทิศทางของแรงลัพธ์นั้นก่อนที่จะนำมาหาความเร่ง ถ้าผลรวมของแรงหรือแรงลัพธ์เป็นศูนย์ การเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นไปตามกฎข้อที่หนึ่ง แต่ถ้าแรงลัพธ์ไม่เป็นศูนย์ ความเร่งจะแปรผันตรงตามแรงลัพธ์และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ (มวลของวัตถุในที่นี้ หมายถึง มวลเฉื่อยในกฎข้อที่หนึ่ง)

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

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

m คือ มวลของวัตถุที่มีแรงกระทำ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

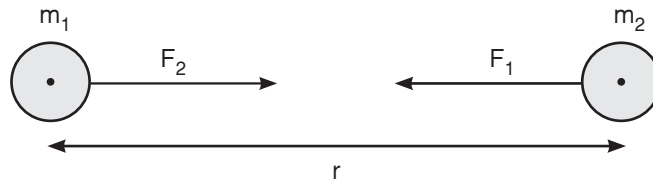
$\vec{a}$ คือ ความเร่งของอนุภาค มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที² (m/s²)

สำคัญ!!! การรวมแรงต้องรวมแบบเวกเตอร์ พิจารณาแยกทีละแกน

กฎข้อที่สาม เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง วัตถุนั้นจะออกแรงตอบโต้ในทิศตรงข้ามกับแรงที่มากระทำ โดยแรงสองแรงนี้จะมีขนาดเท่ากันและเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ โดยแรงที่กระทำต่อวัตถุว่า **แรงกิริยา (action force)** และแรงที่วัตถุตอบโต้เรียกว่า **แรงปฏิกิริยา (reaction force)** โดยเรียกกฎข้อนี้ว่า **กฎของแรงกิริยาและปฏิกิริยา (law of action and reaction)**

$$\vec{F}_{\text{action}} = -\vec{F}_{\text{reaction}}$$

กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล



อนุภาคของสสารต่างๆ ในเอกภพย่อมออกแรงดึงดูดกันและกัน โดยแรงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของมวลของอนุภาคเหล่านั้น และเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างมวล

$$F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$$

เมื่อ F คือ ขนาดแรงดึงดูดระหว่างมวลคู่ใดๆ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

G คือ ค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล มีค่าเท่ากับ $6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$

m_1 คือ มวลของวัตถุที่ 1 มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

m_2 คือ มวลของวัตถุที่ 2 มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

r คือ ระยะทางจากจุดศูนย์กลางมวลระหว่างมวล

การนำกฎความโน้มถ่วงไปประยุกต์ใช้

มวลของโลก สามารถหาได้จากสูตร

$$M = \frac{gR^2}{G}$$

เมื่อ M คือ มวลของโลก

g คือ ความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีค่าประมาณ 9.81 m/s^2

R คือ รัศมีของโลก มีค่าประมาณ 6,400 กิโลเมตร

G คือ ค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล มีค่าเท่ากับ $6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$

