

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เล่ม ๒

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

ผู้เรียบเรียง

ผศ.ดร.ปรัชญพงศ์ ยาศรี

ผศ.ดร.จิราพัทธ์ สี่แจ่ม

ผู้ตรวจ

ศ.ดร.ปรีชา ภูวไพริศาล

ผศ.ดร.สุทิน แก่นนาคำ

วิศุชญญา วรวะลัย

ศุจิภา งามสอาด

พัฒน์ สัตถาสารุชนะ

บรรณาธิการ

พันธกานต์ อุณหภัทรฐิติกุล

วรรณวิศา สุธมาตร

ชื่อผลงาน : หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.2 เล่ม 2

โดย : บริษัท เลิร์น เอ็ดดูเคชั่น จำกัด

พิมพ์ครั้งที่ 1 : 2565

จำนวนพิมพ์ : 10,000 เล่ม

ISBN : 978-616-8172-26-1

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย : บริษัท เลิร์น เอ็ดดูเคชั่น จำกัด

ที่อยู่ : บริษัท เลิร์น เอ็ดดูเคชั่น จำกัด (สำนักงานใหญ่)

444 ชั้น 12 อาคารเอ็ม บี เค ทาวเวอร์ ถนนพญาไท

แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

ข้อสงวนสิทธิ์

สงวนลิขสิทธิ์ © พ.ศ. 2559 โดย บริษัท เลิร์น เอ็ดดูเคชั่น จำกัด ห้ามมิให้เผยแพร่ต่อสาธารณะ
ลอกเลียน ทำซ้ำ คัดลอก ดัดแปลง แก้ไข เรียบเรียง จัดพิมพ์เนื้อหา ภาพประกอบ หรือส่วนใดส่วนหนึ่ง
ของหนังสือเล่มนี้ รวมถึงกระทำการอื่นใดที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่เจ้าของลิขสิทธิ์ เว้นแต่จะได้รับ
อนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เล่ม ๒ ได้เรียบเรียงเนื้อหาสาระให้มีความสอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ เพื่อให้สถานศึกษาใช้ประกอบการเรียนการสอนและใช้เป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เพื่อนำไปสู่กระบวนการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยหนังสือเล่มนี้มีการจัดเรียงลำดับหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงเป็นไปในทิศทางเดียวกันและลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่อง เรียงจากง่ายไปยาก ซึ่งประกอบด้วยส่วนของเนื้อหาแบบฝึกหัด กิจกรรมการเรียนรู้ มีการวัดผลและประเมินผล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหา เสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาเยาวชนให้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับยุคปัจจุบัน ขอขอบคุณคณะครู ตลอดจนหน่วยงานและบุคลากรทุกท่านที่มีส่วนในการจัดทำหนังสือเล่มนี้ไว้ ณ โอกาสนี้ หากมีข้อบกพร่องหรือข้อเสนอแนะประการใด ทางคณะผู้จัดทำยินดีน้อมรับคำติชมเพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

คณะผู้จัดทำ

คำชี้แจงการใช้หนังสือ

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเล่มนี้ได้รับการออกแบบมาให้แต่ละหน่วยการเรียนรู้มีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และความคิดอ่านด้านวิทยาศาสตร์ที่ดีและชัดเจนมากขึ้นจากเนื้อหาหลัก ซึ่งสามารถแยกอธิบายได้ ดังนี้



ทดสอบความพร้อม

แบบทดสอบวัดความพร้อมก่อนเรียนเนื้อหาถัดไป
สามารถเชื่อมโยงกลับไปเรื่องพื้นฐานที่ผู้เรียน
ยังไม่เข้าใจได้

คำสำคัญ

คำศัพท์ที่ต้องการให้ผู้เรียนค้นหาความหมาย
ระหว่างเรียน



สาระสำคัญ

สรุปแนวทางการให้นิยาม สมบัติ ทฤษฎี สัจพจน์
และขั้นตอนวิธีการต่าง ๆ หรือสรุปเนื้อหาของ
บทเรียน



นำรู้กระตุกสำคัญ

ความรู้เสริมหรือเกร็ดความรู้ต่าง ๆ
ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน

คำถามระหว่างเรียน

คำถามที่ให้ผู้เรียนได้คิดตาม
ระหว่างเรียนเนื้อหา



กิจกรรมระหว่างเรียน

กิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ
ฝึกการสังเกต การคิด และสรุปเป็น
ความรู้ใหม่ได้





การทดลอง

การทดลองที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติ
เพิ่มความเข้าใจ และเกิดกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์



ควรระวัง

อธิบายสิ่งที่มีโอกาสพลาดบ่อย
หรือขั้นตอนที่ควรระวัง



มุมวิทย์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เสริมให้ระหว่างเรียน

น้องลองทำ

โจทย์ที่ให้ผู้เรียนทำหลังจากศึกษาตัวอย่าง



โจทย์ประยุกต์

โจทย์ระดับยากที่สามารถทำได้โดยใช้ความรู้
ที่เรียนมา ผู้เรียนสามารถดูโจทย์พร้อมแนวคิด
ได้ผ่านทาง QR Code



การนำเทคโนโลยีมาใช้

แหล่งความรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยี
ศึกษาเพิ่มเติม



สรุปความรู้

สรุปองค์ความรู้ของบทเรียนหรือ
หน่วยการเรียนรู้



ทบทวนตัวเอง

ประเมินความรู้ที่ได้รับในบทเรียนด้วยตนเอง
และเชื่อมโยงกลับไปยังเรื่องที่ไม่เข้าใจได้

แบบฝึกทักษะ



ระดับความยากง่ายของแบบฝึกหัด

- * ง่าย
- ** ปานกลาง
- *** ยาก



วิทยาศาสตร์ รอบตัว

เรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถพบ
ได้ในชีวิตประจำวันและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา
ในบทเรียน โดยสามารถนำความรู้จาก
บทเรียนไปประยุกต์ใช้ได้



กิจกรรมท้ายหน่วยการเรียนรู้

กิจกรรมส่งเสริมส่งเสริมให้นักเรียนนำ
องค์ประกอบที่ได้เรียนรู้จากใน
บทเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา



แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

แบบทดสอบทบทวนความรู้หลังเรียน
เพื่อให้ผู้เรียนประเมินว่าส่วนใดที่ทำได้ดี
และส่วนใดที่ยังต้องพัฒนา

คำถามประลองยุทธ์

แบบฝึกหัดที่มีลักษณะคล้าย
แบบทดสอบประเมินผล
ในระดับชาติ



กิจกรรมเสริมสร้างสมรรถนะ

กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและ
สมรรถนะด้านต่าง ๆ ตามระดับ
ความเชี่ยวชาญที่เหมาะสม



วิธีการใช้งานคิวอาร์โค้ด

สำหรับการเรียนรู้ออนไลน์ ภายในหนังสือเรียน



วิธีใช้งานสื่อการเรียนรู้ออนไลน์บนคอมพิวเตอร์



1. ค้นหาข้อความ **URL** (ที่อยู่ของเว็บไซต์) ที่อยู่บนหนังสือเรียนด้านข้างคิวอาร์โค้ด

2. **พิมพ์ URL** ลงในโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์บนคอมพิวเตอร์ เพื่อเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ออนไลน์

สารบัญ

1. งานและพลังงาน

แผนผังมโนทัศน์	
1. งานและกำลัง	3
1.1 งาน	5
1.2 กำลัง	16
2. เครื่องกลอย่างง่าย	21
3. พลังงานและกฎการอนุรักษ์พลังงาน	33
3.1 พลังงานศักย์โน้มถ่วง	36
3.2 พลังงานจลน์	42
3.3 กฎการอนุรักษ์พลังงาน	46
วิทยาศาสตร์รอบตัว	54
กิจกรรมท้ายหน่วยการเรียนรู้	55
แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้	56
คำถามประลองยุทธ์	59

2. การแยกสารผสม

แผนผังมโนทัศน์	
1. การแยกสารผสมที่เป็นสารเนื้อผสม	63
1.1 การแยกสารเนื้อผสมระหว่าง ของแข็งกับของแข็ง	66
1.2 การแยกสารเนื้อผสมระหว่าง ของแข็งกับของเหลว	71
1.3 การแยกสารเนื้อผสมระหว่าง ของเหลวกับของเหลว	77
2. การแยกสารผสมที่เป็นสารเนื้อเดียว	81
2.1 การแยกสารผสมที่เป็นสารเนื้อเดียว	83
2.2 การตกผลึก	87
2.3 การกลั่นอย่างง่าย	91
2.4 การกลั่นลำดับส่วน	95
2.5 การกลั่นด้วยไอน้ำ	98
2.6 โครมาโทกราฟี	101
2.7 การสกัดด้วยตัวทำละลาย	108
วิทยาศาสตร์รอบตัว	116
กิจกรรมท้ายหน่วยการเรียนรู้	118
แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้	119
คำถามประลองยุทธ์	122

3. โลกของเรา

แผนผังมโนทัศน์

1. โครงสร้างภายในโลกและ	128
การเปลี่ยนแปลงบนเปลือกโลก	
1.1 โครงสร้างภายในโลก	132
1.2 การเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก	135
1.3 การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา	
บนเปลือกโลก	144
2. ทรัพยากรดิน	167
2.1 กระบวนการเกิดดิน	171
2.2 ชั้นหน้าตัดดิน	172
2.3 สมบัติและชนิดของดิน	175
2.4 การใช้ประโยชน์และการปรับปรุง	180
คุณภาพของดิน	
3. ทรัพยากรพลังงาน	189
3.1 เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์	192
3.2 พลังงานทดแทน	203
4. ทรัพยากรน้ำ	208
4.1 ลักษณะของแหล่งน้ำที่พบบนโลก	211
4.2 การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ	216

5. ภัยธรรมชาติ	221
5.1 น้ำท่วม	224
5.2 การกัดเซาะชายฝั่ง	226
5.3 ดินถล่ม	227
5.4 หลุมยุบ	228
5.5 แผ่นดินทรุด	229
วิทยาศาสตร์รอบตัว	234
กิจกรรมท้ายหน่วยการเรียนรู้	235
แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้	236
คำถามประลองยุทธ์	237
กิจกรรมเสริมสร้างสมรรถนะ	239
แหล่งอ้างอิง	
บรรณานุกรม	

• สารบัญ QR-code •

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 งานและพลังงาน				
บทที่	เรื่อง	รายละเอียด		หน้าที่
1	งานและกำลัง	ทดสอบความพร้อม		4
		การทดลองที่ 1.1 การทำงานโดยแรง	วางแผนการทดลอง	13
			การทดลอง	13
			สรุปผลการทดลอง	14
		โจทย์ประยุกต์		17
		ทบทวนตัวเอง		20
2	เครื่องกลอย่างง่าย	ทดสอบความพร้อม		22
		โจทย์ประยุกต์		25
		ทบทวนตัวเอง		32
3	พลังงานและกฎการอนุรักษ์พลังงาน	ทดสอบความพร้อม		34
		การทดลองที่ 1.2 พลังงานศักย์โน้มถ่วง	วางแผนการทดลอง	39
			การทดลอง	39
			สรุปผลการทดลอง	40
		โจทย์ประยุกต์		48
		ทบทวนตัวเอง		53

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การแยกสารผสม				
บทที่	เรื่อง	รายละเอียด	หน้าที่	
1	การแยกสารผสมที่เป็นสารเนื้อผสม	ทดสอบความพร้อม	64	
		โจทย์ประยุกต์	74	
		ทบทวนตัวเอง	80	
2	การแยกสารผสมที่เป็นสารเนื้อเดียว	ทดสอบความพร้อม	82	
		การทดลองที่ 2.1 การแยกสารด้วยวิธีการกรองและการระเหยแห้ง	วางแผนการทดลอง	85
			การทดลอง	85
			สรุปผลการทดลอง	86
		การทดลองที่ 2.2 การแยกสารด้วยวิธีการตกผลึก	วางแผนการทดลอง	89
			การทดลอง	89
			สรุปผลการทดลอง	90
		การทดลองที่ 2.3 การแยกสารด้วยวิธีการกลั่นอย่างง่าย	วางแผนการทดลอง	92
			การทดลอง	92
			สรุปผลการทดลอง	93
		การทดลองที่ 2.4 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ	วางแผนการทดลอง	99
			การทดลอง	100
			สรุปผลการทดลอง	100
		การทดลองที่ 2.5 การแยกองค์ประกอบของสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟี	วางแผนการทดลอง	105
			การทดลอง	105
			สรุปผลการทดลอง	106
		การทดลองที่ 2.6 การสกัดด้วยตัวทำละลาย	วางแผนการทดลอง	110
			การทดลอง	110
			สรุปผลการทดลอง	111
		โจทย์ประยุกต์	112	
		ทบทวนตัวเอง	115	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โลกของเรา

บทที่	เรื่อง	รายละเอียด		หน้าที่
1	โครงสร้างภายในโลก และการเปลี่ยนแปลงบน เปลือกโลก	ทดสอบความพร้อม		129
		การทดลองที่ 3.1 การเคลื่อนที่ ของแผ่นเปลือกโลก	วางแผนการทดลอง	141
			การทดลอง	142
			สรุปผลการทดลอง	142
		การทดลองที่ 3.2 การผู้พังทาง กายภาพ	วางแผนการทดลอง	148
			การทดลอง	148
			สรุปผลการทดลอง	148
		โจทย์ประยุกต์		151
		การทดลองที่ 3.3 การผู้พังทาง เคมี	วางแผนการทดลอง	152
			การทดลอง	152
			สรุปผลการทดลอง	152
		การทดลองที่ 3.4 การกร่อน การพัดพา และการทับถมของ ตะกอน	วางแผนการทดลอง	161
			การทดลอง	161
สรุปผลการทดลอง	162			
ทบทวนตัวเอง		166		
2	ทรัพยากรดิน	ทดสอบความพร้อม		168
		โจทย์ประยุกต์		177
		การทดลองที่ 3.5 สํารวจ ชั้นดิน	วางแผนการทดลอง	178
			การทดลอง	178
			สรุปผลการทดลอง	179
		ทบทวนตัวเอง		188

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โลกของเรา (ต่อ)				
บทที่	เรื่อง	รายละเอียด		หน้าที่
3	ทรัพยากรพลังงาน	ทดสอบความพร้อม		190
		โจทย์ประยุกต์		192
		ทบทวนตัวเอง		207
4	ทรัพยากรน้ำ	ทดสอบความพร้อม		209
		โจทย์ประยุกต์		211
		การทดลองที่ 3.6 แหล่งกักเก็บน้ำใต้ดิน	วางแผนการทดลอง	214
			การทดลอง	214
			สรุปผลการทดลอง	215
		ทบทวนตัวเอง		220
5	ภัยธรรมชาติ	ทดสอบความพร้อม		222
		โจทย์ประยุกต์		226
		การทดลองที่ 3.7 การใช้น้ำสู่การเกิดแผ่นดินไหว	วางแผนการทดลอง	230
			การทดลอง	230
			สรุปผลการทดลอง	231
		ทบทวนตัวเอง		233



NOTE



หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

งานและพลังงาน

งานและพลังงานเป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวของเรา ทุก ๆ กิจกรรมในชีวิตประจำวันล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับงานและพลังงานทั้งสิ้น



งานและพลังงาน

$$P = \frac{W}{t}$$

1. งานและกำลัง

- 1.1 งาน
- 1.2 กำลัง

2. เครื่องกลอย่างง่าย



3. พลังงานและกฎการอนุรักษ์พลังงาน

- 3.1 พลังงานศักย์โน้มถ่วง
- 3.2 พลังงานจลน์
- 3.3 กฎการอนุรักษ์พลังงาน

$$E_p = mgh$$



ตัวชี้วัด

- ว 2.3 ม.2/1 วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้
- ว 2.3 ม.2/2 วิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย จากข้อมูลที่รวบรวมได้
- ว 2.3 ม.2/3 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่าย โดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
- ว 2.3 ม.2/4 ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วง
- ว 2.3 ม.2/5 แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุ โดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัวจากข้อมูลที่รวบรวมได้
- ว 2.3 ม.2/6 วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงาน โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน

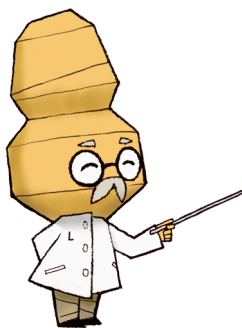


1. งานและกำลัง

1.1 งาน

1.2 กำลัง

งานและกำลัง เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ตัวอย่างการเคลื่อนที่ที่เราสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันนั้นก็คือ การเคลื่อนที่ของรถยนต์ รถยนต์ที่มีกำลังเครื่องยนต์สูงมาก ๆ จะยังสามารถเคลื่อนที่ไปได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะรถแข่งที่ใช้แข่งกันในสนามแข่ง จะมีกำลังเครื่องยนต์สูงกว่ารถยนต์ทั่ว ๆ ไป ทำให้สามารถใช้ความเร็วสูงได้



งานและกำลังสามารถหาค่าได้อย่างไร

การเคลื่อนที่แบบไหนที่ทำให้เกิดงาน งานและกำลังมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายความหมายของงานและกำลังได้
- อธิบายหลักการเกิดงานได้
- สามารถคำนวณหางานและกำลังได้

คำสำคัญ

- งาน
- จูล
- กำลัง
- วัตต์
- แรงม้า



ทดสอบความพร้อม

ทำแบบทดสอบออนไลน์ที่

<https://uqr.to/vhjt>



หน่วย	จุดประสงค์	คำถาม
การเคลื่อนที่และแรง ม.2	นักเรียนสามารถอธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ	1. หากมีแรงลัพธ์มากระทำกับวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร
งานและพลังงาน ม.2	นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของงาน	2. จงบอกนิยามของ “งาน” ทางฟิสิกส์ ตามที่นักเรียนเข้าใจ
งานและพลังงาน ม.2	นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของกำลัง	3. จงบอกนิยามของ “กำลัง” ตามที่นักเรียนเข้าใจ



1.1 งาน

ในชีวิตประจำวันนักเรียนทุกคนเคยทำงานกันหลายอย่าง เช่น ทำการบ้าน ล้างจาน กวาดพื้น งานดังกล่าวล้วนเกี่ยวข้องกับการออกแรงทั้งสิ้น แต่การที่เราออกแรงทำงานเหล่านั้นบางกรณีในทางวิทยาศาสตร์ไม่จัดว่าเป็นงาน เพราะงานในทางวิทยาศาสตร์มีความหมายที่ต่างออกไป แล้วความหมายของงานในทางวิทยาศาสตร์มีความหมายว่าอย่างไร

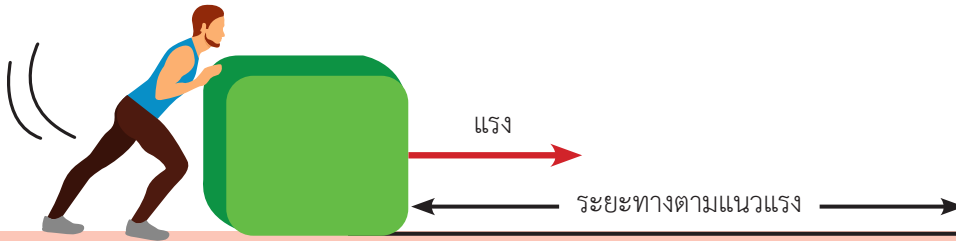


รูปที่ 1.1 การทำงานในชีวิตประจำวัน

แล้วเราจะหางานที่เกิดขึ้นได้อย่างไร



พิจารณาจากรูปด้านล่าง ชายคนหนึ่งออกแรงผลักวัตถุที่วางอยู่บนพื้นลื่นไปทางขวา ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วไปตามทิศของแรงผลัก ตามที่เราได้ศึกษามาแล้วในหน่วยการเรียนรู้ที่ผ่านมา



ในทางวิทยาศาสตร์ เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุมีการเคลื่อนที่ไปในแนวแรงเช่นนี้ เราจะกล่าวว่า การออกแรงนี้ทำให้เกิด **งาน (work : W)** โดยค่าของงานที่เกิดขึ้นสามารถหาได้จากผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง

$$W = Fs$$

W แทน งานของแรง F มีหน่วยเป็นจูล (J)

F แทน แรง มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

s แทน ระยะทางตามแนวแรงกระทำ มีหน่วยเป็นเมตร (m)



นำรู้กระู้สำคัญ



ที่มาของหน่วย “จูล”

หน่วย “จูล” ตั้งขึ้นเพื่อเป็นเกียรติแด่ เจมส์ เพรสคอตต์ จูล (James Prescott Joule : ค.ศ. 1818-1889) นักฟิสิกส์ผู้บุกเบิกความรู้ทางด้านอุณหพลศาสตร์ และเป็นผู้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกลกับพลังงานความร้อน โดยที่พลังงานความร้อน 1 แคลอรี มีค่าเท่ากับพลังงานกลประมาณ 4.2 จูล



กิจกรรมในชีวิตประจำวันของเรามีทั้งแบบเกิดงานและไม่เกิดงาน



แล้วเราจะทราบได้อย่างไรว่ากิจกรรมแบบไหนที่ทำให้เกิดงาน
และกิจกรรมแบบไหนที่ไม่ทำให้เกิดงาน

เมื่อแรงและทิศทางการเคลื่อนที่อยู่ในแนวเดียวกันจะทำให้เกิดงาน

งานเป็นบวก

+

ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ



แรงกระทำวัตถุ

งานเป็นลบ

-

ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ



แรงกระทำวัตถุ



สาระสำคัญ

การทำงานที่ไม่เกิดงาน

การออกแรงทำงานในชีวิตประจำวันของนักเรียน หลายครั้งในทางวิทยาศาสตร์ไม่ถือว่าเกิดงาน นั่นเป็นเพราะทิศทางของแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุตั้งฉากกัน เช่น การเดินหิ้วกระเป๋าไปซื้อของที่ตลาด แรงที่กระทำต่อกระเป๋ามีทิศชี้ขึ้นจากพื้น แต่กระเป๋ามีทิศเคลื่อนที่ไปในแนวราบ งานที่เกิดจากการหิ้วกระเป๋าจึงเป็น 0 (แต่ถ้าพิจารณาในขณะที่ยืนแล้วยกกระเป๋าขึ้น ถือว่าแรงที่ยกกระเป๋ามีทิศเดียวกับกระเป๋าทันทีถูกยกขึ้น ในกรณีนี้ จะถือว่าเกิดงาน โดยงานไม่เท่ากับ 0)

ทิศที่เคลื่อนที่



เกิดงาน



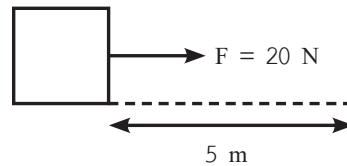
ไม่เกิดงาน

ทิศที่เคลื่อนที่



ตัวอย่างที่ 1

ออกแรงลากกล่องด้วยแรงคงที่ 20 นิวตัน ทำให้กล่องเคลื่อนที่ไปได้ 5 เมตร จงหางานจากการออกแรงลากกล่องใบนี้



วิธีทำ จาก $W = Fs$

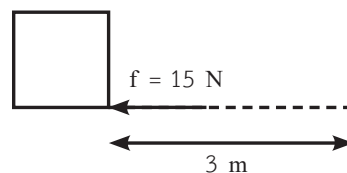
$$= (20 \text{ N})(5 \text{ m})$$

$$= 100 \text{ Nm หรือ } 100 \text{ J}$$

ดังนั้น งานจากการออกแรงลากกล่องมีค่าเป็น 100 นิวตัน เมตร หรือ 100 จูล

ตัวอย่างที่ 2

กล่องใบหนึ่งกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาบนพื้นฝืด ได้ระยะทาง 3 เมตร ถ้าแรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อกล่องมีค่าเท่ากับ 15 นิวตัน งานเนื่องจากแรงเสียดทานจะเป็นเท่าใด



วิธีทำ แทนค่า F ในสมการโดยใช้ค่าแรงเสียดทาน

จาก $W = Fs$

$$= (15 \text{ N})(3 \text{ m})$$

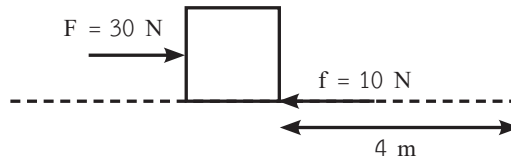
$$= 45 \text{ Nm หรือ } 45 \text{ J}$$

งานเป็นลบ เนื่องจากแรงมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่

ดังนั้น งานเนื่องจากแรงเสียดทานมีค่าเป็น -45 นิวตัน เมตร หรือ -45 จูล

ตัวอย่างที่ 3

ออกแรงดันกล่องให้เคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยแรง 30 นิวตัน เป็นระยะทาง 4 เมตร ถ้าพื้นมีแรงเสียดทาน 10 นิวตัน จงหางานเนื่องจากแรงลัพธ์



วิธีทำ หางานโดยใช้แรงลัพธ์ โดยแรงลัพธ์มีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned} F - f &= 30 - 10 \\ &= 20 \text{ N} \text{ ทิศไปทางขวา} \end{aligned}$$

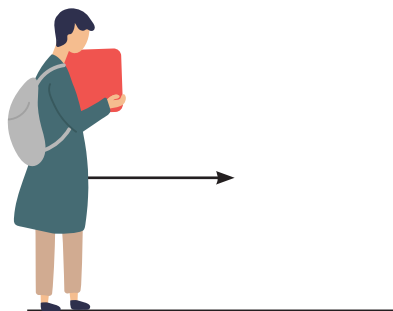
แทนค่า F ในสมการโดยใช้ค่าแรงลัพธ์

$$\begin{aligned} W &= Fs \\ &= (20 \text{ N})(4 \text{ m}) \\ &= 80 \text{ N m หรือ } 80 \text{ J} \end{aligned}$$

ดังนั้น งานเนื่องจากแรงลัพธ์มีค่าเป็น 80 นิวตัน เมตร หรือ 80 จูล

ตัวอย่างที่ 4

ถือของหนัก 10 นิวตัน เดินบนพื้นราบเป็นระยะทาง 50 เมตร จะเกิดงานในการถือของเท่าใด



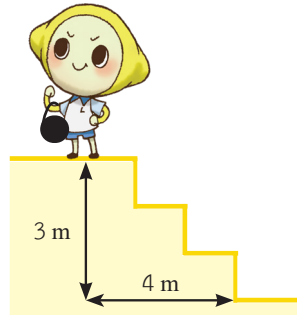
วิธีทำ ออกแรง 10 นิวตัน ในแนวตั้งเพื่อถือของแล้วเดินไปข้างหน้าในแนวราบ
ทิศของแรงและทิศของการเคลื่อนที่ไม่ได้อยู่ในแนวเดียวกันแต่ตั้งฉากกัน ทำให้ไม่เกิดงาน

ดังนั้น งานในการถือของจึงเป็นศูนย์



ตัวอย่างที่ 5

ม่อนถือกระเป๋าหนัก 20 นิวตัน ขึ้นบันได ดังภาพ งานที่เกิดจากการออกแรงถือกระเป๋าไปนี้เป็นเท่าใด



วิธีทำ ออกแรงยกกระเป๋าในแนวตั้ง ดังนั้นงานจะเกิดเฉพาะการเคลื่อนที่ในแนวตั้งเท่านั้น แทนค่าในสมการโดยใช้ F เป็นแรงที่ยกกระเป๋า ซึ่งเท่ากับน้ำหนักของกระเป๋า และใช้ s เป็นระยะทางในแนวตั้ง นั่นคือ 3 เมตร

$$\begin{aligned} W &= Fs \\ &= (20 \text{ N})(3 \text{ m}) \\ &= 60 \text{ Nm หรือ } 60 \text{ J} \end{aligned}$$

ดังนั้น งานที่เกิดขึ้นมีค่าเป็น 60 นิวตัน เมตร หรือ 60 จูล

น้องลองทำ

จงหาคำตอบต่อไปนี้

1. ออกแรงดึงวัตถุด้วยแรงคงที่ 12 นิวตัน ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ 8 เมตร จงหางานจากการออกแรงดึงวัตถุนี้
2. วัตถุกำลังเคลื่อนที่ไปบนพื้นผืด มีแรงเสียดทาน 10 นิวตัน ได้ระยะทาง 4.5 เมตร งานเนื่องจากแรงเสียดทานจะเป็นเท่าใด
3. ออกแรงดันวัตถุเคลื่อนที่ด้วยแรง 50 นิวตัน เป็นระยะทาง 10 เมตร ถ้าพื้นมีแรงเสียดทาน 20 นิวตัน งานเนื่องจากแรงลัพธ์มีค่าเท่าใด
4. จงหางานจากการถือกระเป๋าหนัก 15 นิวตัน แล้วเดินบนพื้นราบเป็นระยะทาง 100 เมตร
5. นักเรียนออกแรงยกกล่องกระดาษด้วยแรง 50 นิวตัน เดินขึ้นบันได 10 ชั้น แต่ละชั้นสูง 0.1 เมตร งานที่นักเรียนทำจากการยกกล่องกระดาษขึ้นบันไดมีค่าเท่าใด
6. นักเรียนยกหนังสือหนัก 20 นิวตัน ขึ้นสูงจากพื้น 0.5 เมตร ในทางวิทยาศาสตร์ถือว่านักเรียนได้งานหรือไม่ เพราะเหตุใด



กิจกรรมระหว่างเรียน

พิจารณาภาพที่กำหนดให้ แล้วระบุว่ากิจกรรมในข้อใดทำให้เกิดงาน

ภาพที่ 1 ดันรถแต่รถไม่เคลื่อนที่



ภาพที่ 2 ลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้นในแนวตั้ง



ภาพที่ 3 ถือกระเป๋าขึ้นบันได



ภาพที่ 4 ถือของเดินในแนวราบ





การทดลอง

การทดลองที่ 1.1 : การทำงานโดยแรง

- วัตถุประสงค์**
1. อธิบายการเกิดงานจากการทดลองได้
 2. สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเกิดงานได้
 3. สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของวัตถุกับการเกิดงานได้

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. ลูกทราย 2 ลูก
2. เครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง
3. สายวัด 1 เส้น หรือไม้เมตร 1 อัน

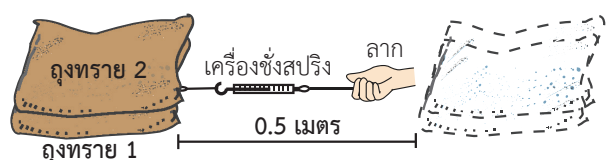
วางแผนการทดลอง

<https://uqr.to/vhkd>



วิธีการทดลอง

1. วางลูกทราย 1 ลูก ลงบนพื้นเรียบ แล้วใช้สายวัดหรือไม้เมตรวัดระยะห่างจากลูกทรายที่วางไว้ ออกไปเป็นระยะ 0.5 เมตร
2. นำเครื่องชั่งสปริงมาเกี่ยวลูกทรายและลากลูกทรายด้วยความเร็วคงที่ ซึ่งทำได้โดยการลากให้เคลื่อนที่ อย่างช้า ๆ เป็นระยะทาง 0.5 เมตร อ่านค่าแรงที่ใช้ลากลูกทรายจากเครื่องชั่งอย่างสม่ำเสมอ แล้วบันทึกผลในหน่วยนิวตัน
3. คำนวณหาค่างานที่เกิดจากการลากลูกทรายระยะทาง 0.5 เมตร
4. ทดลองซ้ำตามข้อ 2. แต่เพิ่มระยะการลากลูกทรายให้เคลื่อนที่ไปเป็นระยะ 1 เมตร และคำนวณหาค่างานที่เกิดขึ้น
5. ทดลองซ้ำตามข้อ 2. แต่เพิ่มจำนวนลูกทรายเป็น 2 ลูก และลากลูกทรายออกเป็นระยะทาง 0.5 เมตร จากนั้นคำนวณหาค่างานที่เกิดขึ้น



การทดลอง

<https://uqr.to/vhku>



บันทึกผล

จำนวน ถุงทราย	ระยะทางที่ถุงทราย เคลื่อนที่ (เมตร)	แรงที่ใช้ในการดึง ถุงทราย (นิวตัน)	งานที่ได้ = แรง $\times$ ระยะทางตามแนวแรง (นิวตัน เมตร หรือ จูล)
1	0.5		
1	1.0		
2	0.5		

คำถามหลังการทดลอง

1. นักเรียนคิดว่าเมื่อออกแรงกระทำกับวัตถุจะเกิดงานขึ้นเสมอหรือไม่ อย่างไร
2. ถ้านักเรียนออกแรงลากโต๊ะแต่โต๊ะไม่เคลื่อนที่เลย งานที่ได้จะมีค่าเท่าใด
3. จากการทดลองดังกล่าว นักเรียนคิดว่าหากต้องการให้ได้งานมากขึ้นจะต้องทำอย่างไร จงอธิบาย

สรุปผลการทดลอง

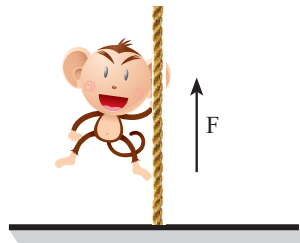
<https://uqr.to/vhkkx>

แบบฝึกทักษะ 1.1



จงตอบคำถามต่อไปนี้

- (**) นักเรียนออกแรง 500 นิวตัน ลากวัตถุไปได้เป็นระยะทาง 120 เมตร ด้วยความเร็วคงที่ จะเกิดงานกี่จูล
- (**) ออกแรงขนาด 30 นิวตัน ดึงกล่อง พบว่าวัตถุสามารถเคลื่อนไปตามพื้นราบด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง 10 เมตร งานในการดึงกล่องในครั้งนี้เป็นเท่าใด
- (**) ลิงตัวหนึ่งไต่เชือกซึ่งมีความยาว 12.5 เมตร โดยใช้แรง 110 นิวตัน ด้วยความเร็วคงที่ จงหางานที่ลิงตัวนี้ทำเมื่อไต่เชือกขึ้นถึงจุดสูงสุด



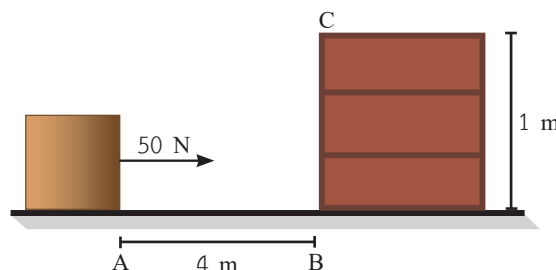
จากรูป
F คือ แรงที่ลิงใช้ไต่เชือก

- (**) กล่องกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาบนพื้นฝืด มีแรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อกล่องเท่ากับ 12 นิวตัน ถ้ากล่องเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 7 เมตร แล้วหยุดนิ่ง จงหางานเนื่องจากแรงเสียดทาน



จากรูป
f คือ แรงเสียดทาน

- (**) นักเรียนคนหนึ่งออกแรง 50 นิวตัน ลากกล่องซึ่งมีน้ำหนัก 30 นิวตัน ไปตามพื้นราบด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง 4 เมตร จากนั้นจึงยกกล่องขึ้นวางบนชั้นที่สูงจากพื้น 1 เมตร จงหางานที่เกิดขึ้นทั้งหมด (ความเร็วในแนวตั้งขณะที่ยกกล่องมีขนาดคงที่)



1.2 กำลัง

เมื่อให้นักเรียนกับเพื่อนทำงานที่เหมือนกัน เช่น การเก็บหนังสือที่กองอยู่บนพื้นเข้าบนชั้นวางหนังสือในจำนวนที่เท่ากัน และถามว่าใครมีความสามารถในการทำงานมากกว่ากัน เราก็จะสามารถตอบได้โดยใช้หลักการง่าย ๆ ว่าคนที่ใช้เวลาน้อยกว่ามีความสามารถในการทำงานมากกว่านั่นเอง สิ่งที่ใช้เปรียบเทียบว่าใครมีความสามารถดีกว่าก็คือ “เวลา” ในทางวิทยาศาสตร์ก็วัดความสามารถในการทำงานโดยใช้เวลาเป็นตัวเทียบเช่นกัน ซึ่งเรียกว่า “กำลัง”



รูปที่ 1.2 รถแข่งที่มีกำลังเครื่องยนต์มากสามารถวิ่งได้ด้วยความสูง

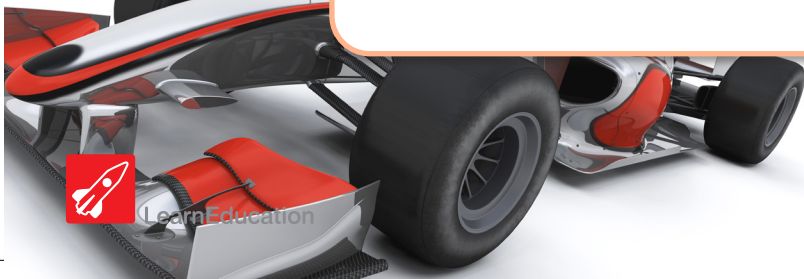
คำว่ากำลังเป็นคำที่มีความหมายบ่งบอกถึงอัตราในการทำงาน หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่า กำลัง (power : P) คือ ปริมาณงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา สามารถหาได้จาก

$$P = \frac{W}{t}$$

P แทน กำลัง มีหน่วยเป็นวัตต์ (W หรือ J/s)

W แทน งาน มีหน่วยเป็นจูล (J)

t แทน เวลาที่ทำงาน มีหน่วยเป็นวินาที (s)



ตัวอย่างที่ 6

เครื่องปั่นไฟเครื่องหนึ่งทำงานได้ 1,500 จูล ในเวลา 10 วินาที จงหาค่ากำลังของเครื่องปั่นไฟมีค่าเป็นเท่าใด

วิธีทำ จาก $P = \frac{W}{t}$

$$= \frac{1,500 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 150 \text{ W}$$

ดังนั้น เครื่องปั่นไฟเครื่องนี้มีกำลังเท่ากับ 150 วัตต์ หรือ 150 จูลต่อวินาที

ตัวอย่างที่ 7

ปอนด์ออกแรงลากกล่อง 100 นิวตัน ทำให้กล่องเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 10 เมตร ในเวลา 20 วินาที จงหาค่ากำลังของปอนด์

วิธีทำ จาก $P = \frac{W}{t}$

$$P = \frac{Fs}{t} = \frac{(100 \text{ N})(10 \text{ m})}{20 \text{ s}}$$

$$P = \frac{1,000 \text{ J}}{20 \text{ s}} = 50 \text{ W}$$

ดังนั้น ปอนด์มีกำลัง 50 วัตต์

ศึกษาโจทย์ประยุกต์เพิ่มเติมที่

<https://uqr.to/vhl0>



น่ารู้กระต่ายสำคัญ

“แรงม้า” หน่วยของ กำลัง

เครื่องจักรบางชนิดนิยมบอกกำลังในหน่วย “แรงม้า (horsepower : hp)”

กำลัง 1 แรงม้า เท่ากับ 746 วัตต์ เช่น มอเตอร์มีกำลัง 1 แรงม้า หมายความว่ามอเตอร์มีกำลังพอ ๆ กับกำลังของม้า 1 ตัวเลยทีเดียว ซึ่งได้มาจากการวัดงานโดยที่ใช้ม้าที่มีร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง 1 ตัว ออกแรงลากวัตถุ พบว่าทำงานได้เฉลี่ยตัวละประมาณ 746 จูลต่อวินาที และผู้ที่คิดหน่วย hp เป็นคนแรกก็คือ เจมส์ วัตต์ นั่นเอง



น้องลองทำ

จงหาคำตอบต่อไปนี้

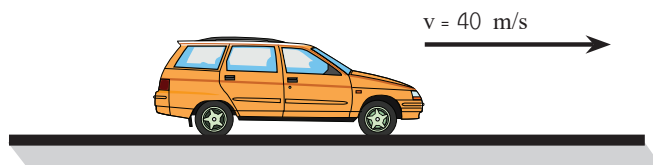
1. เครื่องจักรเครื่องหนึ่งทำงานได้ 3,000 จูล ในเวลา 20 วินาที จงหากำลังของเครื่องจักรเครื่องนี้
2. รถเครนทำการลากรถยนต์ที่เสียโดยใช้แรง 15,000 นิวตัน เป็นระยะทาง 2,000 เมตร ใช้เวลา 10 นาที จงหากำลังของรถเครน

แบบฝึกทักษะ 1.2



จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. (**) ปั่นจักรยานวัดมวล 1,000 กิโลกรัม ขึ้นสูง 10 เมตร ในเวลา 20 วินาที ด้วยความเร็วคงที่ จงหากำลังของปั่นจักรยานในการยกวัดนี้ (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)
2. (**) วัตถุหนัก 150 นิวตัน ถูกยกขึ้นสูงจากพื้น 20 เมตร ในเวลา 10 วินาที จะต้องใช้กำลังในการยกของกี่กิโลวัตต์ (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)
3. (**) จงหากำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่สามารถยกวัตถุที่มีมวล 15 กิโลกรัม ขึ้นไปสูง 2 เมตร ภายในเวลา 30 วินาที (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)
4. (***) รถยนต์มีกำลัง 4,000 วัตต์ แล่นด้วยอัตราเร็วคงที่ 40 เมตรต่อวินาที อยากทราบว่าแรงฉุดของเครื่องยนต์มีค่าเท่าใด



5. (***) รถยนต์คันหนึ่งใช้เครื่องยนต์ซึ่งมีกำลัง 1 กิโลวัตต์ แล่นด้วยความเร็วคงที่ 20 เมตรต่อวินาที แรงฉุดของเครื่องยนต์มีค่าเท่าใด





งาน

เกิดเมื่อแรงและทิศทางการเคลื่อนที่
อยู่ในแนวเดียวกัน

$$W = Fs$$

ปริมาณงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา
(อัตราการทำงาน)

$$P = \frac{W}{t}$$

กำลัง





ทบทวนตัวเอง

จงพิจารณาแต่ละข้อต่อไปนี้ แล้วตอบว่า “ถูกต้อง” หรือ “ไม่ถูกต้อง”

เรื่องที่ 1.1	1) งานมีหน่วยเป็น “จูล” หรือ “นิวตัน เมตร”
เรื่องที่ 1.1	2) งานจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อแรงและทิศทางการเคลื่อนที่ต้องไปในทิศทางเดียวกันเท่านั้น
เรื่องที่ 1.1	3) เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ จะได้งานมีค่ามากที่สุด
เรื่องที่ 1.2	4) กำลังเฉลี่ย คือ อัตราส่วนระหว่างงานที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่งต่อช่วงเวลานั้น
เรื่องที่ 1.2	5) รถยนต์ที่มีกำลังมากกว่าจะเคลื่อนที่ไปได้เร็วกว่ารถยนต์ที่มีกำลังน้อยกว่า
เรื่องที่ 1.2	6) กำลังมีหน่วยเป็น “นิวตัน/วินาที”

หลังจากทบทวนตัวเอง ตรวจสอบความถูกต้องได้ที่

<https://uqr.to/vhl1>

