เตรียมสอบ
เด็กสายวิทย์

A+ Think Beyond

COMPLETE

PHYSICS มัธยมปลาย

สรุปเข้ม เน้นข้อสอบ

ครอบคลุมทุกสนามสอบ
เนื้อหา 4 สี

สรุปเนื้อหาแบบเข้มข้น ครอบคลุมใช้สอบเข้ามหาวิทยาลัย
ตะลุยโจทย์ พร้อมเฉลยละเอียด อ่านเข้าใจง่าย

พร้อมทุกสนามสอบ O-NET • 9 วิชาสามัญ
• สอบตรง • โควตา • TCAS • A-Level

วันทนา จอมเพชร

จัดจำหน่ายโดย IDC PREMIER

COMPLETE

PHYSICS
มัธยมปลาย

สรุปเข้ม เน้นข้อสอบ

หลักสูตรปรับปรุงใหม่ 2560

<COMPLETE> PHYSICS มัธยมปลาย สรุปเข้ม เน้นข้อสอบ

นักเขียน : วันทนา จอมเพชร
บรรณาธิการ : จันทรจิรา มีนิลดี
ราคา 695 บาท

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ
National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

วันทนา จอมเพชร.
Complete physics มัธยมปลาย สรุปเข้ม เน้นข้อสอบ.-- นนทบุรี : ธิงค์ บียอนด์ บุ๊คส์, 2565.
548 หน้า.
1. ฟิสิกส์--การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา). 2. ฟิสิกส์--ข้อสอบและเฉลย. I.ชื่อเรื่อง.

530.076

Barcode : 885-90993-0909-7

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537
โดยบริษัท ธิงค์ บียอนด์ บุ๊คส์ จำกัด
ห้ามลอกเลียนไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่ารูปแบบใดๆ นอกจากจะได้รับอนุญาต เป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้จัดพิมพ์เท่านั้น

ฝ่ายผลิต
ผู้ช่วยบรรณาธิการ : รตนภรณ์ สุขประดิษฐ์
ออกแบบปก : Duckable Studio
ออกแบบรูปเล่ม : วทัญญู พรอัมรา
พิสูจน์อักษร : วสิษฐา ญาณสุคนธ์, ชุติมา ชุณหะชา
เรียบเรียง : สุนิสา ไพจิตร
ตรวจสอบวิชาการ : เพชรน้ำหนึ่ง, สุภารัตน์ กลิ่นสว่าง
เทคนิคการผลิต : วรพล ณธิกุล, วัชรพงศ์ ยงปัญญาสกุล, ศรัณย์ คมขำ, ศรันย์ ชาติสุทธิผล
ปีที่พิมพ์ : 2565
E-Book : ตุลาคม 2567

พิมพ์ที่
บริษัท พงษ์วรินการพิมพ์ จำกัด
299-299/1 หมู่ 10 ถนนสุขุมวิท 107 ตำบลสำโรงเหนือ
อำเภอเมืองสมุทรปราการ สมุทรปราการ 10270
Tel.02-399-4525-31 Fax.02-399-4524

จัดพิมพ์โดย
Think Beyond

บริษัท ธิงค์ บียอนด์ บุ๊คส์ จำกัด
200 หมู่ 4 ชั้น 19 ห้อง 1903A
จัสมินอินเตอร์เนชั่นแนลทาวเวอร์ ถ.แจ้งวัฒนะ
ต.ปากเกร็ด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี ประเทศไทย 11120
โทรศัพท์ 0-2962-1081-3 (อัตโนมัติ 10 คู่สาย)
โทรสาร 0-2962-1084

จัดจำหน่ายโดย
IDC PREMIER

บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด
200 หมู่ 4 ชั้น 19 ห้อง 1901 จัสมินอินเตอร์เนชั่นแนลทาวเวอร์
ถ.แจ้งวัฒนะ ต.ปากเกร็ด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120
โทรศัพท์ 0-2962-1081, 0-2962-2626 (อัตโนมัติ 10 คู่สาย)
โทรสาร 0-2962-1084

เสนองานเขียน/งานแปล/งานวาดได้ที่
www.thinkbeyondbook.com

สำหรับร้านค้า และตัวแทนจำหน่าย สนใจสั่งซื้อจำนวนมาก
โทรศัพท์ 0-2962-1081, 0-2962-2626 ต่อ 112-114 โทรสาร 0-2962-1084

หากต้องการนำเนื้อหาภายในเพื่อใช้ในการสอนหรือใช้เป็นเอกสารประกอบการสอน
ติดต่อขออนุญาตได้ที่ Email : Thinkbeyondbooks@gmail.com หรือ โทร 0-2962-2626 ต่อ 708

คำนำ

หนังสือ “Complete Physics มัธยมปลาย สรุปเข้ม เน้นข้อสอบ” เล่มนี้ มีเนื้อหาภายในตรงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยผู้เขียนได้รวบรวมเนื้อหา สูตรลัด แนววิธีคิดต่างๆ และสรุปออกมาเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจของผู้อ่าน

เนื้อหาภายในหนังสือเล่มนี้ประกอบไปด้วย สรุปเข้มเนื้อหาฟิสิกส์มัธยมปลายทั้ง 20 บท รวมแนวข้อสอบตะลุยโจทย์ท้ายบทมากกว่า 400 ข้อ พร้อมเฉลยวิธีคิดอย่างละเอียด ผู้อ่านจะได้เรียนรู้ถึงเทคนิค วิธีคิด รวมถึงสูตรลัดในการทำข้อสอบที่หลากหลาย จนทำให้เกิดความชำนาญในที่สุด

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือ “Complete Physics มัธยมปลาย สรุปเข้ม เน้นข้อสอบ” เล่มนี้ จะมีส่วนทำให้ผู้อ่านเกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาฟิสิกส์มัธยมปลายมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำเทคนิค วิธีคิดที่ได้จากการตะลุยโจทย์ภายในเล่มไปประยุกต์ใช้ในการทำข้อสอบสนามจริงในอนาคตอีกด้วย

ด้วยความปรารถนาดี

วันทนา จอมเพชร

สารบัญ

บทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์ 6
ตะลุยโจทย์ บทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์ 12

บทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง 16
ตะลุยโจทย์ บทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง 21

บทที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่ 30
ตะลุยโจทย์ บทที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่ 43

บทที่ 4 สมดุลกลของวัตถุ 50
ตะลุยโจทย์ บทที่ 4 สมดุลกลของวัตถุ 56

บทที่ 5 งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล 62
ตะลุยโจทย์ บทที่ 5 งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล 70

บทที่ 6 โมเมนตัมและการชน 76
ตะลุยโจทย์ บทที่ 6 โมเมนตัมและการชน 84

บทที่ 7 การเคลื่อนที่แนวโค้ง 90
ตะลุยโจทย์ บทที่ 7 การเคลื่อนที่แนวโค้ง 97

บทที่ 8 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย 102
ตะลุยโจทย์ บทที่ 8 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย 108

บทที่ 9 คลื่น 114
ตะลุยโจทย์ บทที่ 9 คลื่น 125

บทที่ 10 แสงเชิงคลื่น 130
ตะลุยโจทย์ บทที่ 10 แสงเชิงคลื่น 138

บทที่ 11 แสงเชิงรังสี 144
ตะลุยโจทย์ บทที่ 11 แสงเชิงรังสี 164

บทที่ 12 เสียง 170
ตะลุยโจทย์ บทที่ 12 เสียง 184

บทที่ 13 ไฟฟ้าสถิต 188
ตะลุยโจทย์ บทที่ 13 ไฟฟ้าสถิต 202

บทที่ 14 ไฟฟ้ากระแส 206
ตะลุยโจทย์ บทที่ 14 ไฟฟ้ากระแส 221

บทที่ 15 แม่เหล็กและไฟฟ้า 226
ตะลุยโจทย์ บทที่ 15 แม่เหล็กและไฟฟ้า 245

บทที่ 16 ความร้อนและแก๊ส 252
ตะลุยโจทย์ บทที่ 16 ความร้อนและแก๊ส 264

บทที่ 17 ของแข็งและของไหล 270
ตะลุยโจทย์ บทที่ 17 ของแข็งและของไหล 285

บทที่ 18 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 290
ตะลุยโจทย์ บทที่ 18 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 297

บทที่ 19 ฟิสิกส์อะตอม 302
ตะลุยโจทย์ บทที่ 19 ฟิสิกส์อะตอม 316

บทที่ 20 ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค 320
ตะลุยโจทย์ บทที่ 20 ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค 337

เฉลยแนวข้อสอบ 345

สรุปบทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์

ฟิสิกส์ คือ วิชาที่ศึกษาปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ

หน่วย คือ สิ่งที่บ่งบอกถึงวิธีการวัดหรือการคำนวณของปริมาณทางฟิสิกส์

ระบบหน่วยระหว่างชาติ (SI Units)

หน่วยฐาน (Base units) คือ หน่วยที่ระบบหน่วยวัดระหว่างประเทศกำหนดไว้เป็นพื้นฐาน

ประเภทหน่วยฐาน	มีหน่วยเป็น
ความยาว	เมตร (m)
มวล	กิโลกรัม (kg)
เวลา	วินาที (s)
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์ (A)

ประเภทหน่วยฐาน	มีหน่วยเป็น
อุณหภูมิ	เคลวิน (K)
ปริมาณของสาร	โมล (mol)
ความเข้มการส่องสว่าง	แคนเดลลา (cd)

หน่วยอนุพันธ์ (Derived units) คือ หน่วยที่เกิดจากการประกอบกันของหน่วยฐาน

ตัวอย่างหน่วยอนุพันธ์	มีหน่วยเป็น
แรง	นิวตัน (N) หรือ $kg{\cdot}m/s^2$
พลังงาน	จูล (J) หรือ $kg{\cdot}m^2/s^2$ หรือ $N{\cdot}m$
อัตราเร็ว	เมตรต่อวินาที (m/s)
ประจุไฟฟ้า	คูลอมบ์ (C) หรือ $A{\cdot}s$

หน่วยเสริม คือ ปริมาณที่ถือว่าเป็นหน่วยในฟิสิกส์ จะมีลักษณะเป็นค่าคงที่ เช่น

- มุมปกติ (2 มิติ) หน่วยเรเดียน (rad) มีค่าระหว่าง 0 ถึง 2
- มุมตัน (3 มิติ) หน่วยสเตอเรเดียน (sr) มีค่าระหว่าง 0 ถึง 4

สัญกรณ์แบบวิทยาศาสตร์ คือ รูปแบบข้อตกลงการเขียนตัวเลขเพื่อใช้ในงานวิทยาศาสตร์

จำนวนในรูป $A \times 10^n$ เมื่อ A มากกว่าหรือเท่ากับ 1 แต่น้อยกว่า 10 $(1 \leq A < 10)$

เช่น $25{,}000 = 2.5 \times 10^4$ ฯลฯ

คำอุปสรรค

คำอุปสรรค คือ ปริมาณที่ถูกแทนด้วยสัญลักษณ์เพื่อความสะดวกในการอ่าน เพื่อความง่ายจึงมีการกำหนดค่า 10^n บางค่าไว้ ดังนี้

เลขยกกำลัง	ชื่อเรียก	ตัวย่อ
10^{1}	deca (เดคา)	da
10^{2}	hector (เฮกโต)	h
10^{3}	kilo (กิโล)	k
10^{6}	mega (เมกะ)	M
10^{9}	giga (กิกะ)	G
10^{12}	tera (เทระ)	T
10^{15}	peta (เพตะ)	P
10^{18}	exa (เอกซะ)	E

เลขยกกำลัง	ชื่อเรียก	ตัวย่อ
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 (พิโค)	p
10^{-15}	femto (เฟมโต)	f
10^{-18}	atto (อัตโต)	a

ควรรู้

อังสตรอม (Å) เป็นปริมาณหน่วยความยาวที่มีค่าเท่ากับ 10^{-10} m (มักใช้ในระดับอะตอม)

หลักการคำนวณคำอุปสรรค

- ถ้าเปลี่ยนจากหน่วยเล็ก ⟶ หน่วยใหญ่ ให้คูณเลขสิบยกกำลังที่เป็น –
- ถ้าเปลี่ยนจากหน่วยใหญ่ ⟶ หน่วยเล็ก ให้คูณเลขสิบยกกำลังที่เป็น +

เช่น 1 พิโคเมตร เท่ากับกี่กิโลเมตร

แปลงหน่วยเล็ก 1 pm ให้อยู่ในหน่วยฐานธรรมดา จะได้ 1×10^{-12} m

แปลงหน่วยฐานธรรมดา ให้เป็นหน่วยใหญ่ km จะได้ $1 \times 10^{-12} \times 10^{3} = 1 \times 10^{-9}$ km

เลขนัยสำคัญ

เลขนัยสำคัญ คือ จำนวนหลักของตัวเลขที่แสดงปริมาณที่วัดหรือคำนวณได้

วิธีนับจำนวนเลขนัยสำคัญ

- นับตัวเลข 1-9 ทุกตัวให้นับเป็นเลขนัยสำคัญทั้งหมด เช่น จำนวน 512
  มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 3 ตัว คือ เลข 5 (ตัวที่ 1), เลข 1 (ตัวที่ 2) และเลข 2 (ตัวที่ 3)

การนับเลข 0

- เลข 0 หน้าจุดทศนิยม : ไม่เป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 0.206 (นัยสำคัญ 3 ตัว)
- เลข 0 ในทศนิยมที่ต่อหลังตัวเลข 1-9 ทุกตัว : เป็นเลขนัยสำคัญทั้งหมด เช่น 10.00 (นัยสำคัญ 4 ตัว)
- เลข 0 ที่ไม่เป็นทศนิยมต่อหลังตัวเลข 1-9 ทุกตัว : เขียนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ให้นับเลขก่อนเครื่องหมายคูณ เช่น $2{,}500 = 2.500 \times 10^3$ (นัยสำคัญ 4 ตัว)

วิธีคำนวณเลขนัยสำคัญ

- **การบวกและลบ** : ผลลัพธ์มีจำนวนของตำแหน่งทศนิยม เท่ากับตัวที่มีตำแหน่งทศนิยมน้อยที่สุด
- **การคูณและหาร** : ผลลัพธ์มีจำนวนของเลขนัยสำคัญ เท่ากับตัวที่มีจำนวนของเลขนัยสำคัญน้อยที่สุด

การคำนวณความคาดเคลื่อน

วิธีคิด

1. ความคาดเคลื่อนของผลลัพธ์การบวก-ลบ

- **การบวก** $(A \pm \Delta A) + (B \pm \Delta B) = (A + B) \pm (\Delta A + \Delta B)$
- **การลบ** $(A \pm \Delta A) - (B \pm \Delta B) = (A - B) \pm (\Delta A + \Delta B)$

เช่น จงหาผลบวกของ A และ B เมื่อ กำหนดให้ A, B มีค่า (8.5 ± 0.2), (4.7 ± 0.1) ตามลำดับ

จาก $(A \pm \Delta A) + (B \pm \Delta B) = (A + B) \pm (\Delta A + \Delta B)$

$= (8.5 + 4.7) \pm (0.2 + 0.1)$

ผลบวกของ A และ B $= 13.2 \pm 0.3$

และจงหาผลลบของ A และ B ข้างต้น

จาก $(A \pm \Delta A) - (B \pm \Delta B) = (A - B) \pm (\Delta A + \Delta B)$

$= (8.5 - 4.7) \pm (0.2 + 0.1)$

ผลลบของ A และ B $= 3.8 \pm 0.3$

2. ความคาดเคลื่อนของผลลัพธ์การคูณ-หาร

- **การคูณ** $(A \pm \Delta A)(B \pm \Delta B) = (A \times B) \pm \left(\frac{\Delta A}{A} \times 100\% + \frac{\Delta B}{B} \times 100\%\right)$
- **การหาร** $\frac{A \pm \Delta A}{B \pm \Delta B} = \frac{A}{B} \pm \left(\frac{\Delta A}{A} \times 100\% + \frac{\Delta B}{B} \times 100\%\right)$

เช่น จงหาพื้นที่ของสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่กว้าง 5 ± 0.01 เซนติเมตร ยาว 8 ± 0.02 เซนติเมตร

จาก $(A \pm \Delta A)(B \pm \Delta B) = (A \times B) \pm (\frac{\Delta A}{A} \times 100\% + \frac{\Delta B}{B} \times 100\%)$

$= (5 \times 8) \pm (\frac{0.01}{5} \times 100 + \frac{0.02}{8} \times 100)\%$

$= 40 \pm (0.2 + 0.25)\%$

$= 40 \pm \left(\frac{0.45}{100} \times 40\right)$

$= 40 \pm 0.18$

พื้นที่ของสี่เหลี่ยมผืนผ้า $= 40 \pm 0.18$ ตารางเซนติเมตร

การแปลความหมายข้อมูล สรุปได้ดังนี้

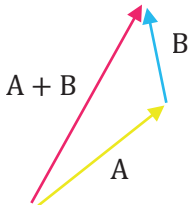
1. การบันทึกข้อมูลลงในตาราง ในการวัดหลายๆ ครั้งควรจะมีการบันทึกเป็นตาราง เพราะจะทำให้อ่านค่าต่างๆ ได้มากขึ้น
2. การนำเสนอข้อมูล โดยนำเสนอข้อมูลจากตารางมาเขียนเป็นแผนภูมิทางสถิติจะช่วยให้ผู้อ่านรายงานได้มองเห็นลักษณะที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น แผนภูมิที่นิยมใช้ เช่น แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลม
3. การเขียนกราฟระบบพิกัดฉาก เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ 2 ปริมาณ หรือตัวแปร 2 ตัว ในรูปของแกน X และแกน Y ซึ่งจะเป็นวิธีการนำเสนอข้อมูลอีกวิธีหนึ่ง
4. การวิเคราะห์และการแปลความหมายข้อมูล

ปริมาณทางฟิสิกส์

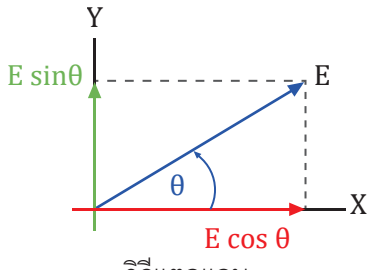
1. **ปริมาณสเกลาร์** (Scalar) เป็นปริมาณที่มีขนาดเพียงอย่างเดียว เช่น มวล (m), อัตราเร็ว (v), เวลา (t), อุณหภูมิ (T), ระยะทาง (s), พลังงาน (E) ฯลฯ
2. **ปริมาณเวกเตอร์** (Vector) ปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น ความเร็ว ($\vec{v}$), ความเร่ง ($\vec{a}$), การกระจัด ($\vec{s}$), แรง ($\vec{F}$) ฯลฯ

การบวกและลบเวกเตอร์

การบวกเวกเตอร์ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ



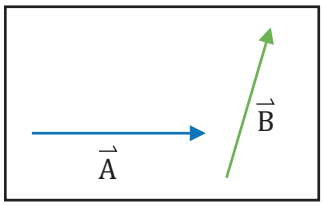
วิธีหางต่อหัว

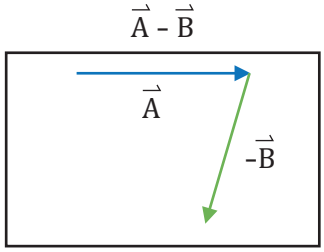


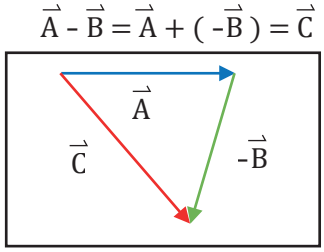
วิธีแตกแกน

- **วิธีหางต่อหัว** คือ การเอาเวกเตอร์มาต่อกันโดยให้หัวลูกศรตัวหนึ่งต่อกับหางของเวกเตอร์อีกตัวหนึ่ง เวกเตอร์ลัพธ์จะได้จากการลากเส้นตรงจากหางของเวกเตอร์แรกไปสิ้นสุดที่หัวของเวกเตอร์สุดท้าย
- **วิธีแตกแกน** คือ เอาเวกเตอร์ทุกตัวมาเขียนใส่แกน x–y แล้วแตกเวกเตอร์ แยกรวมกันในแต่ละแกน แล้วจึงเอาเวกเตอร์ แต่ละแกนมาหาเวกเตอร์ลัพธ์ (ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส) เมื่อแตกเวกเตอร์แล้ว เวกเตอร์เดิมจะหายไปเสมอ

การลบเวกเตอร์ โดยวิธีหางต่อหัว โดยนำเวกเตอร์ตัวลบมากลับทิศหัวลูกศรแล้วค่อยมาบวกกันด้วยวิธีเดิม



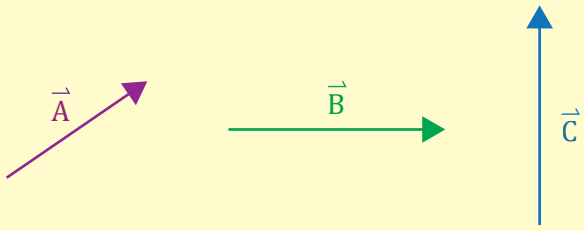




ตัวอย่าง

จงเขียนภาพแสดงเวกเตอร์ลัพธ์ต่อไปนี้ **เมื่อกำหนดเวกเตอร์ ดังนี้**

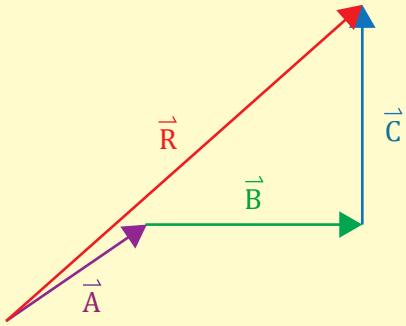
1. $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$
2. $\vec{A} + \vec{B} - \vec{C}$
3. $\vec{A} - \vec{B} + \vec{C}$



วิธีคิด

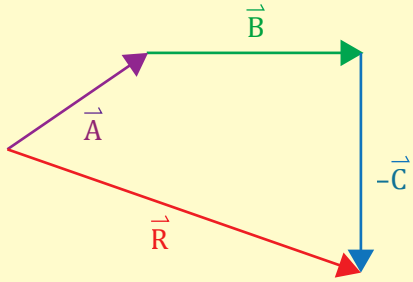
1) $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$

เวกเตอร์ทุกตัวเป็นบวก ให้ใช้วิธีหางต่อหัว ส่วนเวกเตอร์ลัพธ์ให้ลากจากหางไปหัว ดังรูป



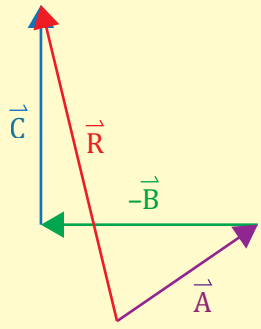
2) $\vec{A} + \vec{B} - \vec{C}$

เวกเตอร์ C เป็นลบให้นำมากลับทิศ แล้วใช้วิธีหางต่อหัว ส่วนเวกเตอร์ลัพธ์ให้ลากจากหางไปหัว ดังรูป



3) $\vec{A} - \vec{B} + \vec{C}$

เวกเตอร์ B เป็นลบให้นำมากลับทิศ แล้วใช้วิธีหางต่อหัว ส่วนเวกเตอร์ลัพธ์ให้ลากจากหางไปหัว ดังรูป



ตะลุยโจทย์ บทที่ 1

ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์

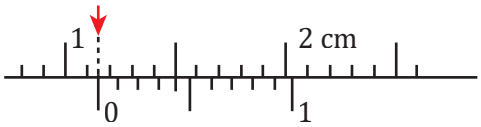
1. ข้อใดนับเป็นปริมาณหน่วยฐาน (Base units) ทั้งหมด

1) มวล ความยาว และแรง
2) ระยะทาง พื้นที่ และปริมาตร
3) อุณหภูมิ มุม และพลังงาน
4) มวล กระแสไฟฟ้า และปริมาณของสาร

2. หากช่างต้องการจะวัดความต่างศักย์ของถ่านไฟฉายด้วยโวลต์มิเตอร์แบบเข็ม ซึ่งอ่านค่าเต็มสเกลได้เท่ากับ 5 โวลต์ และมีสเกลละเอียดที่สุดเท่ากับ 0.1 โวลต์
ข้อใดถือว่าอ่านค่าความต่างศักย์ได้เหมาะสมที่สุด

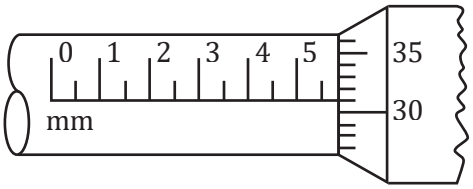
1) 1.5 โวลต์
2) 1.55 โวลต์
3) 1.552 โวลต์
4) 1.5520 โวลต์

3. นักเรียนกำลังทดลองวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดทดลอง โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ได้ผลการวัดดังรูป นักเรียนควรอ่านค่าได้กี่เซนติเมตร



1) 1.14 เซนติเมตร
2) 1.15 เซนติเมตร
3) 1.45 เซนติเมตร
4) 1.50 เซนติเมตร

4. นักเรียนฝึกอ่านการวัดโดยใช้ไมโครมิเตอร์ ได้ผลการวัดดังรูป นักเรียนควรอ่านค่าได้กี่มิลลิเมตร



1) 5.31 มิลลิเมตร
2) 5.79 มิลลิเมตร
3) 5.81 มิลลิเมตร
4) 5.93 มิลลิเมตร

5. หากจะเปลี่ยน 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ให้อยู่ในรูปเมตรต่อวินาที จะมีค่าเท่ากับข้อใด

1) 10 เมตร/วินาที
2) 20 เมตร/วินาที
3) 30 เมตร/วินาที
4) 40 เมตร/วินาที

6. ข้อใดเปลี่ยนหน่วยมวลของโปรตอน 1.6×10^{-27} กิโลกรัม เป็นหน่วยพิโคกรัมได้ถูกต้อง

1) 1.6×10^{-39} พิโคกรัม
2) 1.6×10^{-36} พิโคกรัม
3) 1.6×10^{-15} พิโคกรัม
4) 1.6×10^{-12} พิโคกรัม

7. จงพิจารณาโจทย์ต่อไปนี้ ว่ามีข้อใดบ้างที่ถูกต้อง

ก. $2.12 + 3.895 + 5.4236 = ?$

ข. $15.7962 + 6.31 - 16.8 = ?$

1) ผลลัพธ์ ก. มีตำแหน่งทศนิยมละเอียด 2 ตำแหน่ง ผลลัพธ์ ข. มีตำแหน่งทศนิยมละเอียด 1 ตำแหน่ง
2) ผลลัพธ์ ก. มีตำแหน่งทศนิยมละเอียด 2 ตำแหน่ง ผลลัพธ์ ข. มีตำแหน่งทศนิยมละเอียด 2 ตำแหน่ง
3) ผลลัพธ์ ก. มีตำแหน่งทศนิยมละเอียด 1 ตำแหน่ง ผลลัพธ์ ข. มีตำแหน่งทศนิยมละเอียด 2 ตำแหน่ง
4) ไม่มีข้อถูก

8. เหล็กแท่งหนึ่งมีมวล 47.0 กรัม มีปริมาตร 9.0 ลบ.ซม. นำไปคำนวณค่าความหนาแน่นที่เหมาะสมจะต้องเป็นกี่กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

1) 5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
2) 5.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
3) 5.22 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
4) 5.222 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

9. ในอากาศมีความหนาแน่น 1.2×10^{-3} g/cm^3 ความหนาแน่นของอากาศในหน่วย kg/m^3 มีค่าตรงกับข้อใด

1) 12 kg/m^3
2) 1.2×10^{2} kg/m^3
3) 1.2×10^{3} kg/m^3
4) 1.2 kg/m^3

10. นักเรียนวิชาฟิสิกส์ทำการบันทึกตัวเลขจากการทดลองได้เป็น 0.0854 กิโลกรัม, 4.65×10^{-2} เมตร, 30.5 เซนติเมตร และ 9.00 วินาที จำนวนเหล่านี้มีเลขนัยสำคัญกี่ตัว

1) 1 ตัว
2) 2 ตัว
3) 3 ตัว
4) 4 ตัว

11. ผลบวกของ 28.91 และ 7.4 จะมีจำนวนเลขนัยสำคัญเท่ากับตัวเลขข้อใด

1) 290.00
2) 43.02
3) −50.6
4) 0.75

12. ชุดตัวเลขแสดงความยาวของเชือกฟางในหน่วยเซนติเมตร เป็นดังนี้ 2.1, 4.3, 1.25, 3 และ 5.723 ต้องการทราบว่าค่าเฉลี่ยของความยาวเชือกฟางจะมีเลขนัยสำคัญกี่ตัว

1) 1 ตัว
2) 2 ตัว
3) 3 ตัว
4) 4 ตัว

13. ข้อใดเรียงลำดับจำนวนเลขนัยสำคัญจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง

1) 0.05, 0.70, 0.145, 0.1025
2) 0.70, 0.145, 0.1025, 0.05
3) 0.145, 0.1025, 0.05, 0.70
4) 0.1025, 0.145, 0.70, 0.05

14. ช่างทำเข็มขัดหนังได้ทำการวัดความกว้าง ความยาว และความหนาของเข็มขัดหนังเส้นหนึ่ง เพื่อนำไปทำการประมาณค่าน้ำหนักของหนังที่ใช้ มีผลการวัดดังนี้ 30 ± 1 มิลลิเมตร 100 ± 5 เซนติเมตร และ 2.0 ± 0.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ จำนวนเลขนัยสำคัญเหล่านี้มีเลขนัยสำคัญกี่ตัวตามลำดับ

1) 1 ตัว 1 ตัว และ 2 ตัว
2) 2 ตัว 3 ตัว และ 1 ตัว
3) 2 ตัว 3 ตัว และ 2 ตัว
4) 1 ตัว 1 ตัว และ 1 ตัว

15. เส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญสองบาทมีค่าเท่ากับ 2.59 เซนติเมตร หากพิจารณาเลขนัยสำคัญควรจะบันทึกค่าพื้นที่หน้าตัดเท่าใดถึงจะเหมาะสม

1) 5.27065 ตารางเซนติเมตร
2) 5.2707 ตารางเซนติเมตร
3) 5.271 ตารางเซนติเมตร
4) 5.27 ตารางเซนติเมตร

16. ปริมาณในข้อใดที่บันทึกได้อย่างเหมาะสมและมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

1) เส้นผมคนทั่วไปมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 42.55 mm
2) จุดหลอมเหลวของทังสเตนคือ 3,422 K
3) หอประชุมแห่งนี้บรรจุคนได้ 1,250.781 คน
4) แสงจากดวงอาทิตย์ใช้เวลาเดินทางมาถึงโลก 8.33 s

17. **จงหาผลต่างมากที่สุดของความยาวเชือก 2 เส้นนี้ เมื่อเชือกเส้นแรกยาว 18.57 ± 0.01 เซนติเมตร ส่วนเชือกเส้นที่สองยาว 20.85 ± 0.02 เซนติเมตร**

1) 2.25 เซนติเมตร
2) 2.31 เซนติเมตร
3) 2.28 เซนติเมตร
4) 2.24 เซนติเมตร

18. **พจนีกำลังเลือกซื้อโต๊ะไปตั้งในห้อง โดยโต๊ะมีความกว้าง 40.5 ± 0.1 เซนติเมตร ยาว 115.2 ± 0.2 เซนติเมตร หากนำไปคิดพื้นที่ที่น้อยที่สุดของโต๊ะนี้ เท่ากับกี่ตารางเซนติเมตร**

1) 4,646 ตารางเซนติเมตร
2) 4,647.2 ตารางเซนติเมตร
3) 4,685 ตารางเซนติเมตร
4) 4,685.2 ตารางเซนติเมตร

19. **ทำการทดลองวัดระยะทางสั้น ๆ โดยใช้กระจกช่วย และสังเกตลำแสงที่สะท้อนจากกระจก คำนวณหาระยะที่ต้องการวัดจาก $d = \frac{1}{2}\frac{Dl}{L}$ เมื่อ l คือความกว้างของกระจก, L เป็นระยะจากกระจกถึงสเกล จากการวัดพบว่า $D = 10 \pm 1$ ม.ม. และ $L = 500 \pm 1$ ม.ม. และ $l = 20 \pm 1$ ม.ม. ความเชื่อถือได้ของค่า d จะเป็น $\pm$ กี่เปอร์เซ็นต์ของค่า d**

1) 10%
2) 12%
3) 15%
4) 20%

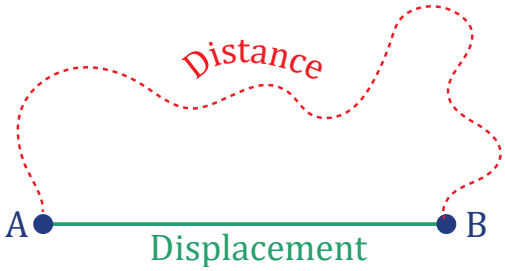
20. **ข้อใดคือปริมาตรและค่าคลาดเคลื่อนในหน่วยเปอร์เซ็นต์ที่ถูกต้อง เมื่อกล่องสี่เหลี่ยมลูกบาศก์มีความยาวด้านละ 1.50 ± 0.02 เมตร**

1) $3.38 \pm 4.5\%$ ลูกบาศก์เมตร
2) $3.49 \pm 4.0\%$ ลูกบาศก์เมตร
3) $3.38 \pm 4.0\%$ ลูกบาศก์เมตร
4) $3.83 \pm 4.0\%$ ลูกบาศก์เมตร

สรุปบทที่ 2
การเคลื่อนที่แนวตรง

เป็นการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุในแนวเส้นตรง ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ ความเร็ว ความเร่ง และเวลา

ตำแหน่งและการกระจัด



เมื่อวัตถุเกิดการเคลื่อนที่ จะมีปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว อัตราเร่ง และความเร่ง

ตำแหน่ง (Position) คือ การแสดงออก หรือบอกให้ทราบว่าวัตถุหรือสิ่งของที่เราพิจารณาอยู่ที่ใด

ระยะทาง (Distance) คือ ความยาวตามเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นเมตร

การกระจัด (Displacement) คือ เส้นตรงที่ลากจากจุดเริ่มต้น ไปยังจุดสุดท้าย เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นเมตร การกระจัดกับระยะทางจะเท่ากัน เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง และไม่มีการย้อนกลับ

ความเร็วและอัตราเร็ว

ความเร็ว คือ การกระจัดทั้งหมดใน 1 หน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที

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

เมื่อ $\vec{v}$ คือ ความเร็ว (m/s)
$\vec{s}$ คือ การกระจัด (m)
$\vec{t}$ คือ เวลา (s)

อัตราเร็ว คือ ระยะทางทั้งหมดใน 1 หน่วยเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น เมตร/ วินาที

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

เมื่อ v คือ อัตราเร็ว (m/s)
$\vec{s}$ คือ ระยะทาง (m)
t คือ เวลา (s)

ความเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วเฉลี่ย และอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง

ความเร็วเฉลี่ย คือ ความเร็วที่จุดกึ่งกลางของช่วงเวลานั้น หาจากอัตราส่วนของการกระจัดกับเวลาในช่วงนั้น เป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังสมการ

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

เมื่อ $\vec{v}_{av}$ คือ ความเร็วเฉลี่ย (m/s)
$\Delta\vec{s} = \vec{s}_2 - \vec{s}_1$ คือ การเปลี่ยนแปลงการกระจัด (m)
$\Delta t = t_2 - t_1$ คือ ช่วงเวลาที่เปลี่ยนไป (s)

อัตราเร็วเฉลี่ย คือ อัตราเร็วที่จุดกึ่งกลางของช่วงเวลานั้น หาจากอัตราส่วน ของระยะทางกับเวลาในช่วงนั้น เป็นปริมาณสเกลาร์ ดังสมการ

$$v_{av} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

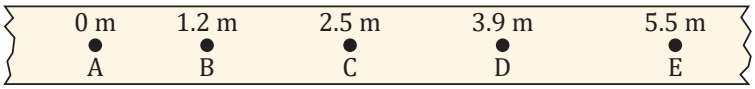
เมื่อ v_{av} คือ อัตราเร็วเฉลี่ย (m/s)
$\Delta s = s_2 - s_1$ คือ การเปลี่ยนแปลงระยะทาง (m)
$\Delta t = t_2 - t_1$ คือ ช่วงเวลาที่เปลี่ยนไป (s)

ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง คือ ความเร็วที่จุดใดจุดหนึ่งหรือช่วงใดช่วงหนึ่งในเวลาสั้นๆ หาค่าได้จากกราฟของ s กับ t หรือหาได้จากเครื่องเคาะสัญญาณ

อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง คือ อัตราเร็วที่จุดใดจุดหนึ่งหรือช่วงใดช่วงหนึ่งในเวลาสั้นๆ หาค่าได้จาก

$$v_t = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$ หรือหาได้จากเครื่องเคาะสัญญาณ

เช่น เมื่อดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาชนิดเคาะ 50 ครั้ง/วินาที ได้จุดบนแถบกระดาษ ดังรูป



หาความเร็วเฉลี่ยจาก A ถึง D

$$\vec{v}_{AD} = \frac{\vec{s}_{AD}}{\vec{t}_{AD}}$$
$$= \frac{3.9 - 0}{\frac{2}{50}}$$
$$= 65.0 \text{ m/s}$$

หาความเร็ว ณ จุด C

$$\vec{v}_{BD} = \frac{\vec{s}_{BD}}{\vec{t}_{BD}}$$
$$= \frac{3.9 - 1.2}{\frac{2}{50}}$$
$$= 67.5 \text{ m/s}$$

ความเร่ง ความเร่งเฉลี่ย และความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง

ความเร่ง $(\vec{a})$ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วต่อ 1 หน่วยเวลาเป็นปริมาณเวกเตอร์มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที^{2}

ความเร่งเฉลี่ย คือ ความเร็วที่เปลี่ยนไปต่อ 1 หน่วยเวลา

ความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง คือ ความเร่งที่เกิดขึ้นที่จุดใดจุดหนึ่งหรือในช่วงเวลาสั้นๆ หาได้จาก

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

เมื่อ $\vec{v}$ คือ ความเร็วปลาย (m/s)

$\vec{u}$ คือ ความเร็วต้น (m/s)

Δt คือ ช่วงเวลาที่เปลี่ยนไป (s)

การเคลื่อนที่กรณีความเร่งเป็นค่าคงตัว

เมื่อวัตถุไม่มีความเร่ง ใช้สูตร $s = vt$

สิ่งที่ควรจำ

- การปล่อยหรือทิ้งวัตถุลงมาจะมีค่า $u = 0$
- การขว้างจะมีค่าของความเร็วต้น
- วัตถุปล่อยลงมาจากรถหรือบอลลูนที่กำลังเคลื่อนที่ วัตถุจะมีความเร็วเท่ากับสิ่งนั้น และมีทิศของความเร็วต้นไปในทางเดียวกับรถหรือบอลลูนก่อนการตกกลับลงมา
- ความเร็วที่จุดสูงสุดเท่ากับ 0 เสมอ
- ความเร็วที่ระดับเดียวกันย่อมเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้าม
- เวลาที่ใช้ตอนขึ้น = เวลาที่ใช้ตอนลง ในระยะที่เท่ากัน
- ระยะทางที่เป็นลบ (–) แสดงว่าจุดตกอยู่ต่ำกว่าจุดเริ่มต้น (ระยะขึ้นน้อยกว่าระยะลง)

จุดเน้นสูตรที่สำคัญ

$\vec{v} = \vec{u}t + \vec{a}t$ ใช้เมื่อไม่ทราบค่า s

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

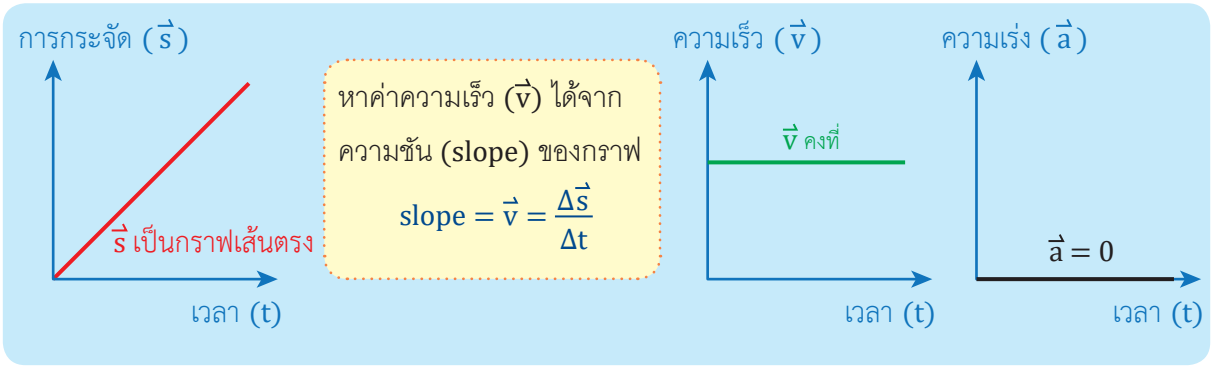
$\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$ ใช้เมื่อไม่ทราบค่า v

$\vec{v}^2 = \vec{u}^2 + 2\vec{a}s$ ใช้เมื่อไม่ทราบค่า t

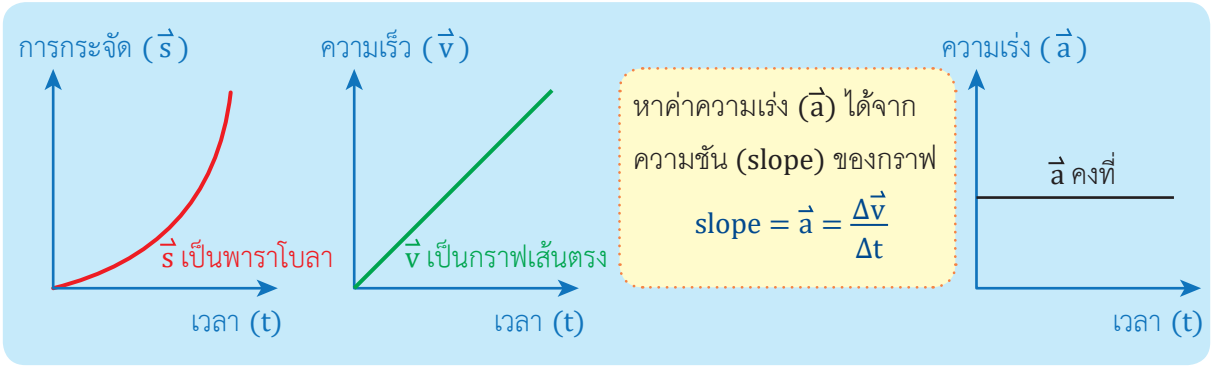
$\vec{s} = \vec{v}t - \frac{1}{2}\vec{a}t^2$ ใช้เมื่อไม่ทราบค่า u

กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณการเคลื่อนที่

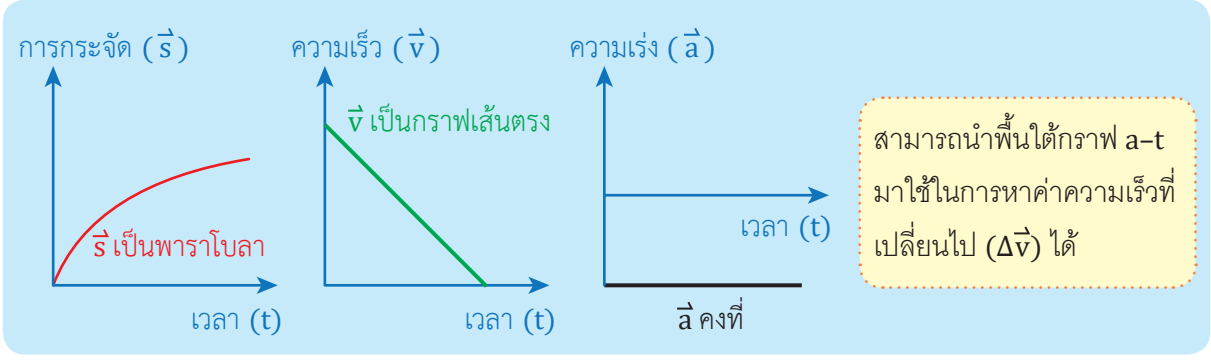
เมื่อไม่มีความเร่ง ($a = 0$)



เมื่อความเร่งคงที่และมีค่าบวก ($a > 0$)



เมื่อความเร่งคงที่และมีค่าลบ ($a < 0$)



การเคลื่อนที่อย่างอิสระในแนวดิ่ง

เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (g) เสมอ จึงไม่มีกรณี ความเร็วคงที่ สูตรยังใช้สูตรเดิม เพียงแต่เปลี่ยนจากค่า a เป็น g และเปลี่ยน s เป็น h

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

$$h = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{g}t^2$$

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

$$\vec{v}^2 = \vec{u}^2 + 2\vec{g}h$$

$$h = \vec{v}t - \frac{1}{2}\vec{g}t^2$$

การคิดเครื่องหมาย

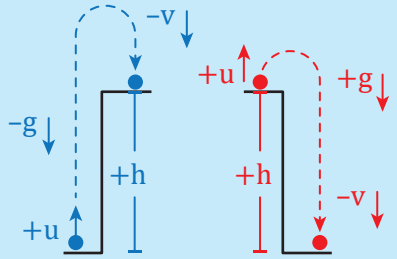
t และ u เป็นบวกเสมอ

g เป็นบวกเมื่อวัตถุถูกปล่อยหรือปาลง

g เป็นลบเมื่อวัตถุถูกโยนขึ้น

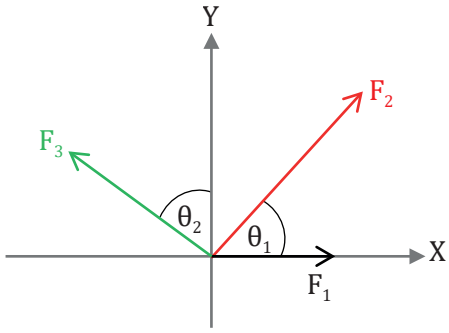
h เป็นบวกทุกกรณี

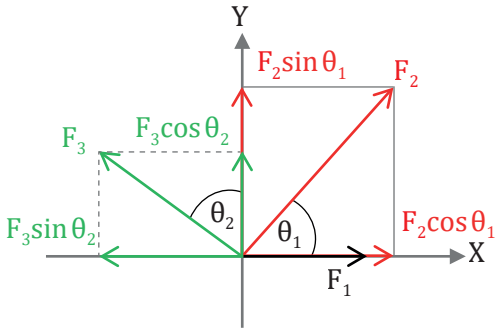
* ยกเว้นเมื่อโยนวัตถุขึ้นแล้วตกต่ำกว่าระดับที่โยนเมื่อนั้น h จะเป็นลบ



การแตกเวกเตอร์

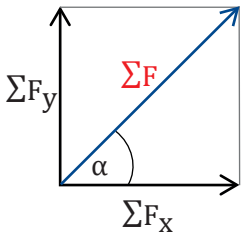
การแตกเวกเตอร์ใช้เพื่อหาแรงลัพธ์เมื่อมีแรงย่อยมากกว่า 2 แรง โดยแตกแรงเหล่านั้นให้อยู่บนแกน X และแกน Y แล้วรวมแรงในแต่ละแกนให้เป็นแรงเดียว และนำแรงลัพธ์จากแกนทั้งสอง มาหาแรงลัพธ์อีกครั้งหนึ่ง โดยทำได้ดังนี้





รวมแนวแรงตามแนวแกน X : $\sum F_x = F_1 + F_2 \cos\theta_1 - F_3 \sin\theta_2$

รวมแนวแรงตามแนวแกน Y : $\sum F_y = F_2 \sin\theta_1 + F_3 \cos\theta_2$



แรงลัพธ์ (ΣF)

$$\Sigma F = \sqrt{(\Sigma F_y)^2 + (\Sigma F_x)^2}$$

$$\tan\alpha = \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}$$

ตะลุยโจทย์ บทที่ 2

การเคลื่อนที่แนวตรง

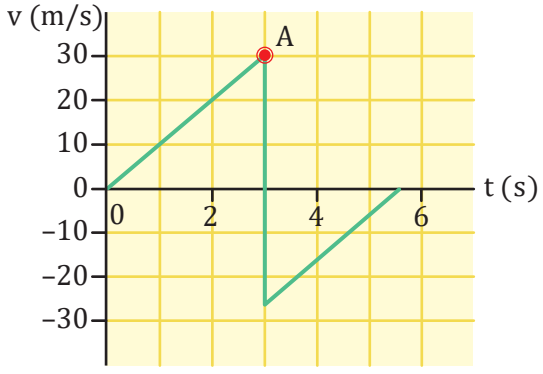
1. ในสวนสาธารณะแห่งหนึ่ง น้องหมูแดงไปเดินเล่นโดยเดินไปทางทิศเหนือได้ระยะทาง 500 เมตร จากนั้นเดินไปทางทิศตะวันออกได้ระยะทาง 200 เมตร ใช้เวลาเดินทางทั้งหมด 10 นาที น้องหมูแดงเดินด้วยอัตราเร็วเฉลี่ยกี่เมตรต่อวินาที

1) 1.17 เมตรต่อวินาที
2) 1.18 เมตรต่อวินาที
3) 1.19 เมตรต่อวินาที
4) 1.20 เมตรต่อวินาที

2. นายณัฐพลขับรถไปกรุงเทพฯ โดยช่วงระยะหนึ่งบนถนนพระราม 2 ได้เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกจากจุด A ไปยังจุด B ในเวลา 20 วินาที ได้ระยะทาง 200 เมตร หรือการกระจัด 200 เมตร ไปทางทิศตะวันออก รถคันนี้มีอัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ยเป็นเท่าใด

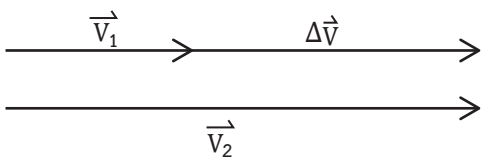
1) อัตราเร็วเฉลี่ย 10 m/s ความเร็วเฉลี่ย 10 m/s มีทิศไปทางทิศตะวันออก
2) อัตราเร็วเฉลี่ย 20 m/s ความเร็วเฉลี่ย 10 m/s มีทิศไปทางทิศตะวันออก
3) อัตราเร็วเฉลี่ย 10 m/s ความเร็วเฉลี่ย 10 m/s มีทิศไปทางทิศตะวันตก
4) อัตราเร็วเฉลี่ย 10 m/s ความเร็วเฉลี่ย 20 m/s มีทิศไปทางทิศตะวันออก

3. ลูกบอลลูกหนึ่งถูกปล่อยลงมาจากหน้าต่างของตึก 20 ชั้น จนถึงพื้น โดยกราฟระหว่างความเร็ว–เวลาของการเคลื่อนที่เป็นดังภาพ อยากทราบว่าความสูงจากหน้าต่างถึงพื้นเท่ากับกี่เมตร



1) 90 เมตร
2) 60 เมตร
3) 45 เมตร
4) 30 เมตร

4. รถยนต์คันหนึ่งกำลังเคลื่อนที่ในแนวตรงบนถนนพระราม 2 โดยมีความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที ต่อมาคนขับได้เร่งเครื่องยนต์ทำให้รถยนต์มีความเร่ง 3 เมตรต่อวินาที^{2} เป็นเวลา 5 วินาที จงหาความเร็วที่เวลา 5 วินาที



1) 30 เมตรต่อวินาที
2) 35 เมตรต่อวินาที
3) 40 เมตรต่อวินาที
4) 45 เมตรต่อวินาที

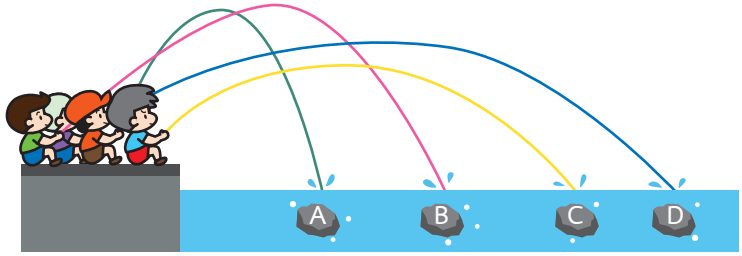
5. วัตถุทรงกลมหนึ่งเคลื่อนที่ในลักษณะวงกลมที่มีรัศมีเท่ากับ 21 เมตร เมื่อเคลื่อนที่ครบ 1 รอบการกระจัดนั้นจะมีค่ากี่เมตร

1) 42 เมตร
2) 21 เมตร
3) 10.5 เมตร
4) 0 เมตร

6. กล่องใส่ของเล่นถูกเคลื่อนที่จากจุด A ไปจุด B ด้วยอัตราเร็ว 6.0 เมตรต่อวินาที ใช้เวลา 20 วินาที หลังจากนั้นเคลื่อนที่จากจุด B ไปจุด C ด้วยอัตราเร็ว 4.0 เมตรต่อวินาที ใช้เวลา 10 วินาที จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยของกล่องใส่ของเล่นกล่องนี้ในการเคลื่อนที่จากจุด A ไปจุด C

1) 5 เมตรต่อวินาที
2) 8 เมตรต่อวินาที
3) 3.5 เมตรต่อวินาที
4) 5.3 เมตรต่อวินาที

7. เมฆ พายุ สายฟ้า และซัน นั่งอยู่ริมท่าน้ำและขว้างก้อนหินลงในน้ำคนละก้อนพร้อมกัน แต่ละก้อนตกน้ำที่ตำแหน่งต่างกัน คือ A, B, C และ D ดังรูป จงพิจารณาว่าก้อนหินที่ตกตำแหน่งใดจะเป็นก้อนที่ถึงพื้นน้ำก่อน

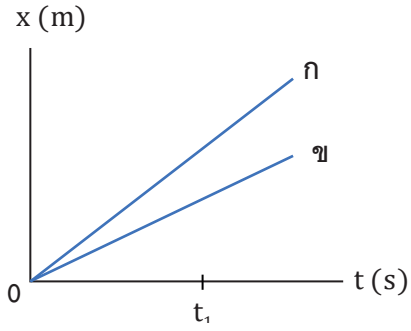


1) ก้อน A
2) ก้อน B
3) ก้อน C
4) ก้อน D

8. ในการเคลื่อนที่แนวตรงของก้อนหินก้อนหนึ่ง พบว่าความเร็วของวัตถุมีค่าเป็นบวก แต่ความเร่งมีค่าเป็นลบ แสดงว่าก้อนหินมีการเคลื่อนที่อย่างไร

1) วัตถุเคลื่อนที่ช้าลง
2) วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น
3) วัตถุเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอ
4) วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้นจากนั้นเคลื่อนที่ช้าลง

9. นาย ก และ นาย ข ขี่รถจักรยานไปตามถนนทิศ +x เมตร ถ้าตำแหน่งของคนขี่จักรยานทั้งสองคนในช่วงเวลาหนึ่ง เป็นดังกราฟ จงพิจารณาว่าเมื่อเวลา t_1 ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง

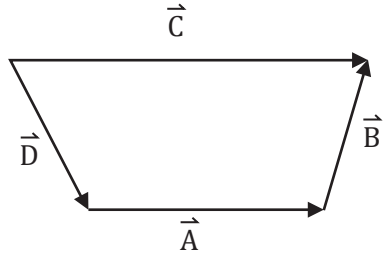


1) อัตราเร็วของ ข มากกว่าของ ก
2) ก และ ข มีอัตราเร็วเท่ากัน
3) ข กำลังเคลื่อนที่ช้าลง
4) ก นำหน้า ข

10. นาย ก วิ่งในสวนสาธารณะ จากหยุดนิ่งในแนวตรงเป็นระยะทาง 50 เมตร ด้วยความเร่งคงตัว 1 เมตรต่อวินาที^{2} อัตราเร็วสุดท้ายของ ก มีค่าเท่าใด

1) 1 เมตรต่อวินาที
2) 2 เมตรต่อวินาที
3) 10 เมตรต่อวินาที
4) 50 เมตรต่อวินาที

11. กำหนดเวกเตอร์ที่มีขนาดและทิศทางดังรูป ข้อความใดถูกต้อง

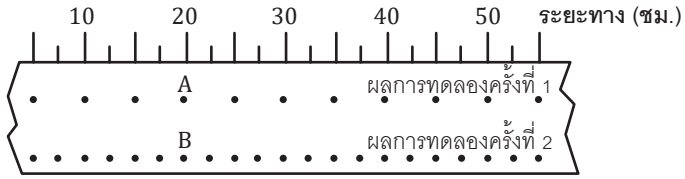


1) $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D} = 0$
2) $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = \vec{D}$
3) $\vec{A} + \vec{B} + \vec{D} = \vec{C}$
4) $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C} + \vec{D}$

12. คลองถูกตัดตรงจากเมือง A ไปเมือง B มีความยาว 65 กิโลเมตร ขณะที่ถนนจากเมือง A ไปเมือง B มีระยะทาง 79 กิโลเมตร ถ้าชายคนหนึ่งขนสินค้าจากเมือง A ไปเมือง B โดยรถบรรทุก ถามว่าในการขนสินค้าด้วยรถบรรทุกนี้มีการกระจัดเท่าใด

1) 14 กิโลเมตร
2) 65 กิโลเมตร
3) 72 กิโลเมตร
4) 79 กิโลเมตร

13. ในห้องเรียนฟิสิกส์แห่งหนึ่ง คุณครูได้ให้นักเรียนทำการทดลองดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่มีความถี่ 50 รอบต่อวินาที 2 ครั้ง ได้ผลการทดลองเป็นแถบ A และ B ตามลำดับดังรูป ข้อใดสรุปถูกต้อง



1) ความเร็วเฉลี่ยของแถบ A และแถบ B มีค่าเท่ากันเท่ากับ 1.25 เมตรต่อวินาที
2) ความเร็วเฉลี่ยของแถบ A และแถบ B มีค่าเท่ากันเท่ากับ 2.50 เมตรต่อวินาที
3) ความเร็วเฉลี่ยของแถบ A เป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วเฉลี่ยของแถบ B
4) ความเร็วเฉลี่ยของแถบ A เป็นสองเท่าของความเร็วเฉลี่ยของแถบ B

14. ถ้าปล่อยให้ลูกบอลตกลงจากยอดตึกสู่พื้น การเคลื่อนที่ของลูกบอลก่อนจะกระทบพื้นจะเป็นตามข้อใด ถ้าไม่คิดแรงต้านของอากาศ

1) ความเร็วคงที่
2) ความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ
3) ความเร็วลดลงอย่างสม่ำเสมอ
4) ความเร็วเพิ่มขึ้นแล้วลดลง

15. นักเรียนกำลังทำการทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ลากแถบกระดาษ ซึ่งเครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่เคาะทุก ๆ $\frac{1}{50}$ วินาที ทำให้เกิดจุดดังรูป จากการสังเกตจุดเหล่านี้จะบอกได้ว่าความเร่งเป็นอย่างไร

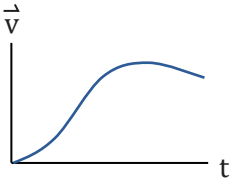
1) เพิ่มขึ้น
2) ลดลง
3) สม่ำเสมอ
4) หยุดนิ่ง

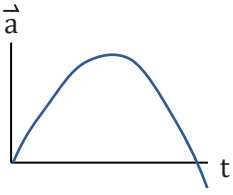
16. เทศกาลงานบุญบั้งไฟของจังหวัดในภาคอีสาน บั้งไฟถูกจุดขึ้นไปในอากาศด้วยความเร่งคงที่ 8 เมตรต่อวินาที^{2} ในแนวดิ่ง ขึ้นไปได้ 10 วินาทีเชื้อเพลิงหมด บั้งไฟจะขึ้นไปได้สูงสุดจากพื้นกี่เมตร เมื่อความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 m/s^2

1) 400 เมตร
2) 720 เมตร
3) 810 เมตร
4) 1,710 เมตร

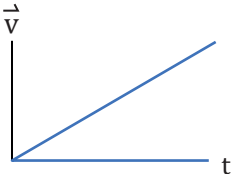
17. จากความสัมพันธ์ ความเร็ว ($\vec{v}$) และความเร่ง ($\vec{a}$) กราฟคู่ใดบ้างที่สอดคล้องกันอย่างถูกต้อง (กราฟความเร่งเป็นความเร่งของกราฟความเร็ว)

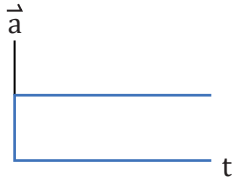
ก.





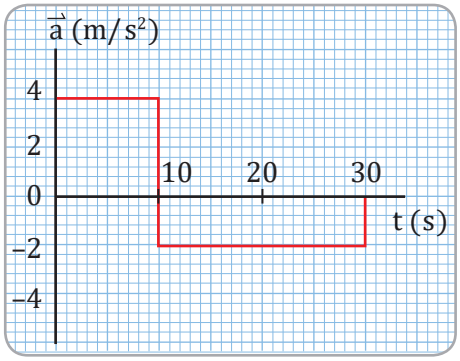
ข.





1) รูป ก. และ ข. ผิด
2) รูป ก. ผิด แต่ ข. ถูกต้อง
3) รูป ก. และ ข. ถูกต้อง
4) รูป ก. ถูกต้อง แต่ ข. ผิด

18. รถบรรทุกคันหนึ่งเริ่มแล่นจากหยุดนิ่ง โดยความเร่งตามที่แสดงในกราฟ จงหาความเร็วของรถที่เวลา 30 วินาที จากจุดเริ่มต้น



1) 40 เมตรต่อวินาที
2) 20 เมตรต่อวินาที
3) 10 เมตรต่อวินาที
4) 0 เมตรต่อวินาที

19. นักบินอวกาศได้ขึ้นไปสำรวจบนดาวเคราะห์ดวงหนึ่งมีค่าความเร่งโน้มถ่วง 3 เมตรต่อวินาที^{2} ถ้าโยนวัตถุขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที ความเร็วของวัตถุเป็นข้อใด

1) เพิ่มขึ้น 3 เมตรต่อวินาที
2) เพิ่มขึ้น 6 เมตรต่อวินาที
3) ลดลง 3 เมตรต่อวินาที
4) ลดลง 6 เมตรต่อวินาที

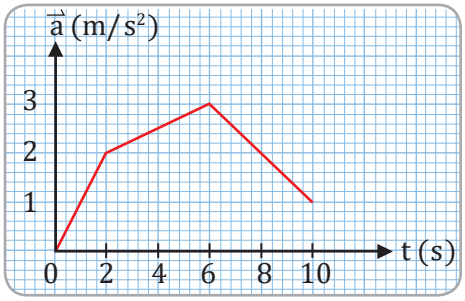
20. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยอัตราเร็วที่คงตัว 20 เมตรต่อวินาที นานเท่าใดจึงจะเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 500 เมตร

1) 10 วินาที
2) 15 วินาที
3) 20 วินาที
4) 25 วินาที

21. รถกระบะคันหนึ่งจอดติดไฟแดงอยู่ ในขณะนั้นเองมีรถยนต์คันหนึ่งวิ่งฝ่าไฟแดงไปด้วยความเร็วคงที่ 16 m/s คนขับรถกระบะจึงออกรถตามไปด้วยความเร่งคงที่ 4 m/s^2 ในอีก 4 วินาทีต่อมา ตำรวจจราจรเห็นเหตุการณ์ดังกล่าวจึงขับตามรถทั้งสองคันไปด้วยความเร่งคงที่ ถ้าตำรวจจราจรต้องการจะขับไล่ตามรถดังกล่าวให้ทัน ในจังหวะที่รถกระบะกำลังจะแซงรถยนต์ได้พอดี ตำรวจต้องขับรถด้วยความเร่งเท่าใด

1) 12 เมตรต่อวินาที^{2}
2) 15 เมตรต่อวินาที^{2}
3) 16 เมตรต่อวินาที^{2}
4) 18 เมตรต่อวินาที^{2}

22. ในการสังเกตการเคลื่อนที่ของวัตถุก้อนหนึ่งที่เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วต้น 20 m/s พบว่ามีความเร่งเปลี่ยนแปลงดังกราฟ จงคำนวณหาความเร็วของวัตถุดังกล่าวที่วินาทีที่ 10



1) 40 เมตรต่อวินาที
2) 50 เมตรต่อวินาที
3) 60 เมตรต่อวินาที
4) 70 เมตรต่อวินาที

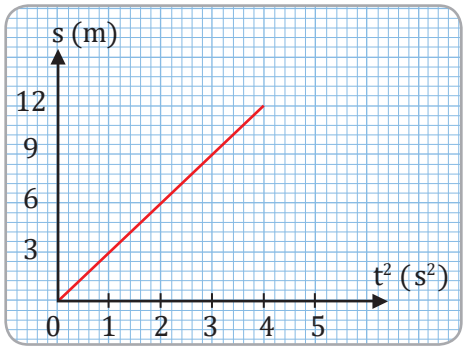
23. เทศกาลบอลลูนในประเทศตุรกี ชายคนหนึ่งปล่อยบอลลูนขึ้นไปด้วยความเร่งคงที่ 2 m/s^2 เมื่อขึ้นไปได้ 20 วินาที บอลลูนก็เคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงที่ตลอด หลังจากปล่อยบอลลูนขึ้นไปนาน 40 วินาที ชายคนนั้นสังเกตจากพื้นดินพบว่ามีวัตถุหลุดจากบอลลูน อยากทราบว่านานเท่าใดวัตถุดังกล่าวจึงจะตกถึงพื้น หลังจากหลุดจากบอลลูน เมื่อความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 m/s^2

1) 15 วินาที
2) 20 วินาที
3) 25 วินาที
4) 30 วินาที

24. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็วคงที่ 10 เมตรต่อวินาที คนขับเห็นสุนัขนอนอยู่กลางถนนห่างจากรถเป็นระยะทาง 35 เมตร เขาจึงตัดสินใจห้ามล้อรถโดยเสียเวลา 1 วินาที ก่อนที่ห้ามล้อจะทำงาน อยากทราบว่าเมื่อห้ามล้อทำงานแล้วรถจะต้องลดความเร็วในอัตราเท่าใด จึงจะสามารถทำให้รถหยุดพอดีเมื่อถึงตำแหน่งที่สุนัขนอนอยู่

1) 2 เมตรต่อวินาที^{2}
2) 4 เมตรต่อวินาที^{2}
3) 6 เมตรต่อวินาที^{2}
4) 8 เมตรต่อวินาที^{2}

25. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงของอนุภาคหนึ่ง โดยเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ดังรูป อยากทราบว่า อนุภาคดังกล่าวเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่งเท่าใด

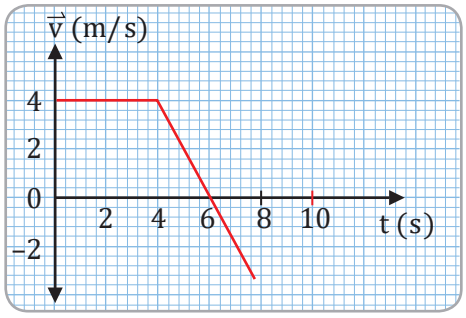


1) 6 เมตรต่อวินาที^{2}
2) 7 เมตรต่อวินาที^{2}
3) 8 เมตรต่อวินาที^{2}
4) 10 เมตรต่อวินาที^{2}

26. ปล่อยลูกปิงปองตกจากตึกแห่งหนึ่งพบว่าในวินาทีสุดท้ายก่อนที่ลูกปิงปองจะกระทบพื้น ลูกปิงปองสามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 35 เมตร อยากทราบว่าตึกนี้สูงกี่เมตร เมื่อความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 m/s^2

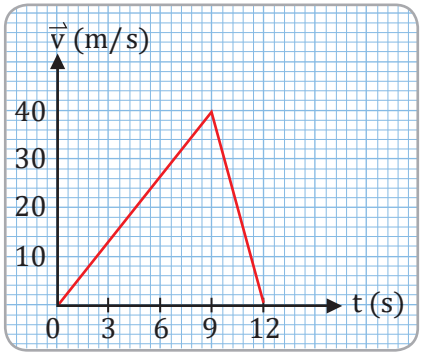
1) 46.5 เมตร
2) 50.5 เมตร
3) 66.5 เมตร
4) 80.0 เมตร

27. การเคลื่อนที่ในแนวตรงของอนุภาคหนึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว v และเวลา t เป็นดังกราฟ ถ้าตอนเริ่มต้นอนุภาคอยู่ที่จุดกำเนิด เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที อนุภาคนี้จะอยู่ห่างจากจุดกำเนิดกี่เมตร



1) 2 เมตร
2) 3 เมตร
3) 4 เมตร
4) 6 เมตร

28. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและเวลาในการเคลื่อนที่ของจรวดลำหนึ่งที่ตกกลับมายังโลกหลังจากเชื้อเพลิงหมด ระยะเวลานับจากจรวดขึ้นจากพื้นดิน จนตกกลับถึงผิวโลก ใช้เวลาทั้งหมดเท่าใด เมื่อความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 m/s^2



1) 15.6 วินาที
2) 16.9 วินาที
3) 17.8 วินาที
4) 18.9 วินาที

29. เครื่องบินทิ้งระเบิดลำหนึ่ง บินขนานกับพื้นราบและอยู่สูงจากพื้นเป็นระยะ 144 เมตร นักบินปล่อยลูกระเบิดทีละลูกในระยะเวลาที่ห่างเท่า ๆ กัน ถ้าหากในขณะที่ระเบิดลูกแรกนั้นตกถึงพื้นราบ พบว่าลูกระเบิดลูกที่สองตกลงบนหลังคาตึก และลูกระเบิดลูกที่เจ็ดกำลังถูกปล่อยออกจากเครื่องบินพอดี อยากทราบว่า หลังคาตึกอยู่สูงจากพื้นราบกี่เมตร เมื่อความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 m/s^2

1) 44 เมตร
2) 54 เมตร
3) 64 เมตร
4) 74 เมตร

30. เด็กคนหนึ่งโยนเมล็ดมะขามขึ้นไปตรง ๆ ด้วยอัตราเร็ว 20 เมตรต่อวินาที จากสะพานซึ่งสูงจากผิวน้ำ 25 เมตร ถ้าเข้าต้องการจะปล่อยอีกเมล็ดลงไปให้ตกถึงผิวน้ำพร้อม ๆ กันกับเมล็ดแรก เขาต้องรอเป็นเวลานานเท่าใด หลังจากโยนเมล็ดแรกไปแล้ว เมื่อความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 m/s^2

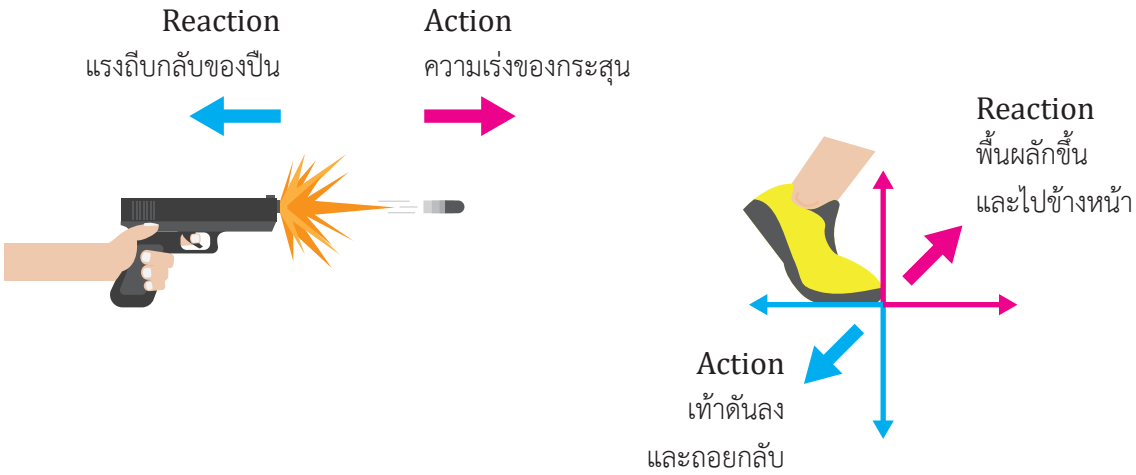
1) 2.54 วินาที
2) 2.65 วินาที
3) 2.76 วินาที
4) 2.86 วินาที

สรุปบทที่ 3
แรงและกฎการเคลื่อนที่

แรง คือ สิ่งที่เปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ เป็นปริมาณเวกเตอร์ ซึ่งมีขนาดและทิศทาง มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

แรงกิริยา (Action force) คือ แรงที่กระทำกับวัตถุที่เราสนใจ

แรงปฏิกิริยา (Reaction force) คือ แรงที่ถูกส่งโต้ตอบทันทีกับแรงกิริยา ซึ่งจะมีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงข้ามกับแรงกิริยาโดยเกิดขึ้นบนคนละวัตถุ



ชนิดของแรงมูลฐานตามธรรมชาติ

แรงในธรรมชาติ หมายถึง แรงที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ เราไม่สามารถอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดจึงเกิดแรงเหล่านี้ขึ้น แต่เรารู้ว่ามีแรงเกิดขึ้นเพราะสามารถทดลองให้เห็นจริงได้ สามารถจำแนกแรงมูลฐานตามธรรมชาติได้ 4 ชนิด คือ

1. **แรงโน้มถ่วง** (Gravitation force) หรือแรงดึงดูดระหว่างมวล แรงชนิดนี้มีกำลังอ่อนที่สุด แต่เดินทางไปได้ไกลที่สุด อนุภาคทุกตัวจะได้รับแรงนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของมวลและพลังงาน ตัวอย่างเช่น แรงดึงดูดระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ เป็นต้น แรงโน้มถ่วงนี้เชื่อกันว่าการนำพาโดยอนุภาคนำพาแรง คือ กราวิตอน ซึ่งไม่มีมวล จึงสามารถนำพาแรงไปไกลๆ ได้

แรงโน้มถ่วง คือ แรงที่เกิดจากการพิจารณาแรงดึงดูดระหว่างมวลด้วยกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ซึ่งทำให้สามารถลดรูปสมการให้อยู่ในรูปสนามโน้มถ่วงได้เป็น

สนามโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งใดๆ $\vec{g} = \frac{Gm_1}{R^2}$

ขนาดแรงโน้มถ่วง $\vec{F}_g = m_2\vec{g}$

โดยที่ g คือ สนามโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งใดๆ (N/kg)

F_g คือ ขนาดแรงโน้มถ่วง (N)

G คือ ค่านิจโน้มถ่วงสากล 6.67×10^{-11} $N \cdot m^2/kg^2$

m_1 คือ มวลของวัตถุที่ปล่อยสนามโน้มถ่วง (kg)

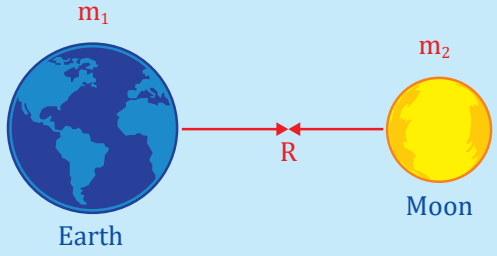
m_2 คือ มวลของวัตถุที่ถูกสนามโน้มถ่วงดึงดูด (kg)

R คือ ระยะทางที่วัดจากจุดศูนย์มวล m_1 ไปยังตำแหน่งใดๆ ที่สนใจ (m)

แรงดึงดูดระหว่างมวล คือ มวลวัตถุ 2 ก้อนใดๆ จะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกันเสมอ ซึ่งเป็นแรงระหว่างศูนย์กลางมวลของแต่ละก้อน

นิวตันได้เสนอกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล คือ วัตถุทั้งหลายในเอกภพจะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยที่

1. ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ จะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลวัตถุทั้งสอง
2. ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ จะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสอง



หาค่าได้จาก $\vec{F} = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$ (มีผลกับมวล)

เมื่อ $\vec{F}$ คือ แรงดึงดูดระหว่างมวล (N)

G คือ ค่านิจโน้มถ่วงสากล 6.67×10^{-11} $N \cdot m^2/kg^2$

m_1 คือ มวลของวัตถุก้อนที่ 1 (kg)

m_2 คือ มวลของวัตถุก้อนที่ 2 (kg)

R คือ ระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง (m)

ตัวอย่าง

นักบินอวกาศมวล 80 กิโลกรัม อยู่บนสถานีอวกาศที่กำลังโคจรเหนือพื้นโลก ถ้าแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อนักบินอวกาศมีค่า 6.9×10^2 นิวตัน สนามโน้มถ่วงที่ตำแหน่งนั้นเป็นเท่าใด

หาสนามโน้มถ่วงที่ตำแหน่งใดๆ

จาก $$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$$\vec{g} = \frac{6.9 \times 10^2}{80}$$

$$\vec{g} = 8.6 \text{ นิวตัน/กิโลกรัม}$$

ดังนั้น สนามโน้มถ่วงที่ตำแหน่งนั้นมีค่า 8.6 นิวตัน/กิโลกรัม

ตัวอย่าง

ส้มโอมวล 1 กิโลกรัม และแตงโมมวล 1 กิโลกรัม อยู่ห่างกัน 1 เมตร แรงดึงดูดระหว่างแตงโมและส้มโอมีค่าเท่าใด

หาแรงดึงดูดระหว่างแตงโมและส้มโอ

จาก $$\vec{F} = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

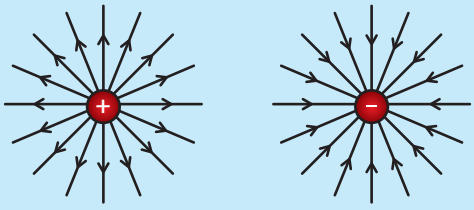
$$\vec{F} = \frac{(6.67 \times 10^{-11}) \times 1 \times 1}{(1)^2}$$

$$\vec{F} = 6.67 \times 11^{-11} \text{ นิวตัน}$$

ดังนั้น แรงดึงดูดระหว่างแตงโมและส้มโอมีค่า 6.67×11^{-11} นิวตัน

2. แรงแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic force) จะทำปฏิกิริยากับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า เช่น อิเล็กตรอน และควาร์ก แต่ไม่ทำปฏิกิริยากับอนุภาคที่ไม่มีประจุไฟฟ้า เช่น กราวิตอน แรงแม่เหล็กไฟฟ้ามีกำลังสูงกว่าแรงโน้มถ่วงมาก ลักษณะของแรงที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของประจุไฟฟ้า (บวก/ลบ) และชนิดของขั้วแม่เหล็ก (ขั้วเหนือ/ขั้วใต้) แรงแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจากการแลกเปลี่ยนอนุภาคนำพาแรง คือ โฟตอน ซึ่งไม่มีมวล จึงสามารถนำพาแรงไปได้ไกลๆ เช่นเดียวกับแรงโน้มถ่วง

แรงไฟฟ้า คือ แรงระหว่างประจุไฟฟ้าคู่หนึ่ง ที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของประจุ แต่สัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทาง ระหว่างประจุคู่นั้น



หาค่าได้จาก $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ (มีผลกับประจุไฟฟ้า)

เมื่อ F คือ แรงระหว่างประจุไฟฟ้า (N)

k คือ ค่าคงที่ 9×10^9 $N \cdot m^2/C^2$

q คือ ขนาดของประจุ (C)

r คือ ระยะห่างระหว่างประจุทั้งสอง (m)

เมื่อพิจารณาแรงแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างวัตถุขนาดใหญ่ เช่น โลกหรือดวงอาทิตย์ จะมีจำนวนประจุไฟฟ้าบวกและลบจำนวนใกล้เคียงกัน ดังนั้นแรงผลักและแรงดึงดูดจึงลบล้างกันเกือบหมด แต่ในระดับอนุภาค เช่น อะตอมและโมเลกุล ฯลฯ แรงแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีบทบาทสำคัญมากยิ่งขึ้น

3. แรงนิวเคลียร์ชนิดอ่อน (Weak nuclear force) แรงชนิดนี้เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของอนุภาคที่มีสถานะไม่คงที่ เรียกว่า การแผ่กัมมันตภาพรังสี เกิดจากการนำพาแรงของอนุภาค โบซอน (Boson) ซึ่งมี 3 ชนิด คือ ดับเบิลยูพลัส (W^+) ดับเบิลยูไมนัส (W^-) และซีนอท (Z_0) โบซอนมีมวลมากจึงนำพาแรงได้ไม่ไกลนัก

4. แรงนิวเคลียร์แบบเข้ม (Strong nuclear force) ทำหน้าที่ยึดเหนี่ยวควาร์กภายในโปรตอนและนิวตรอน และยึดจับโปรตอนและนิวตรอนภายในนิวเคลียสของอะตอม อนุภาคที่นำพาแรงชนิดนี้ คือ กลูออน (Gluon) แรงนี้ใช้ในการจับตัวของกลุ่มของโปรตอนซึ่งมีประจุชนิดเดียวกัน แต่สามารถจับกลุ่มกันได้ภายในนิวเคลียส และใช้ในการอธิบายพลังงานที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาที่มีการสลายนิวเคลียส ที่เรียกว่า ปฏิกิริยานิวเคลียร์

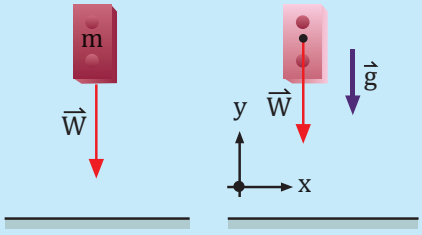
มวล แรง และการเคลื่อนที่

มวล (Mass) คือ ปริมาณที่บอกให้ทราบถึงการต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ มวลเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น kg

ความเฉื่อย (Inertia) คือ สมบัติของวัตถุที่ต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ โดยค่าของความเฉื่อยนั้นจะแปรผันตรงกับมวลของวัตถุ

แรงทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุ มี 5 แรงที่ควรรู้ ดังนี้

1. น้ำหนักของวัตถุ (Weight : W) คือ แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ มีขนาดขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ



บริเวณที่เกิด : ในวัตถุที่อยู่บนโลก

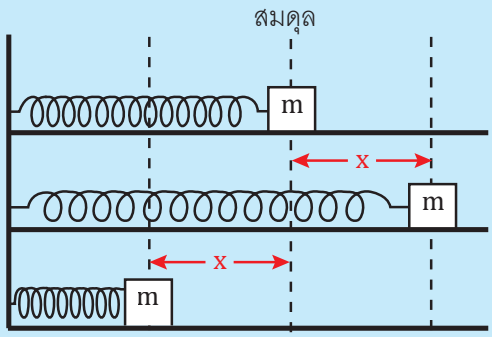
ทิศทาง : ทิศพุ่งเข้าสู่พื้นโลก

สมการ : $\vec{W} = m\vec{g}$

เมื่อ m คือ มวลของวัตถุ (kg)

$\vec{g}$ คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m/s^2)

2. แรงสปริง (Spring force : $\vec{F}_s$) คือ แรงที่สปริงพยายามต้านกับแรงที่มากระทำต่อปริง มีขนาดขึ้นอยู่กับความยาวของสปริงที่เปลี่ยนไป



บริเวณที่เกิด : เกิดในสปริง

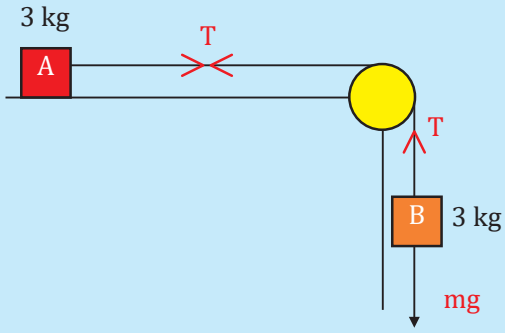
ทิศทาง : สวนทางกับการเคลื่อนที่ของวัตถุบนสปริง

สมการ : $\vec{F}_s = -k\vec{x}$

เมื่อ k คือ ค่านิจสปริง (n/m)

$\vec{x}$ คือ ระยะห่างจากจุดสมดุล (m)

3. แรงตึงเชือก (Tension force : T) เช่น เป็นแรงที่เชือกดึงวัตถุ ซึ่งแรงจะถูกส่งไปตามแนวของเส้นเชือก มีทิศออกจากวัตถุหรือระบบที่เราสนใจเสมอ

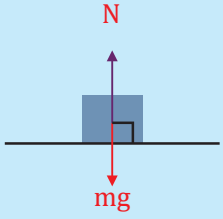


บริเวณที่เกิด : ในเส้นเชือก (ผูกติดมวล)

ทิศทาง : ทิศออกจากวัตถุที่พิจารณา

สมการ : ขึ้นกับโจทย์

4. แรงแนวฉาก (Normal force : N) เป็นแรงกระทำระหว่างผิววัตถุสองก้อนที่สัมผัสกัน มีทิศตั้งฉากกับแนวผิวสัมผัส

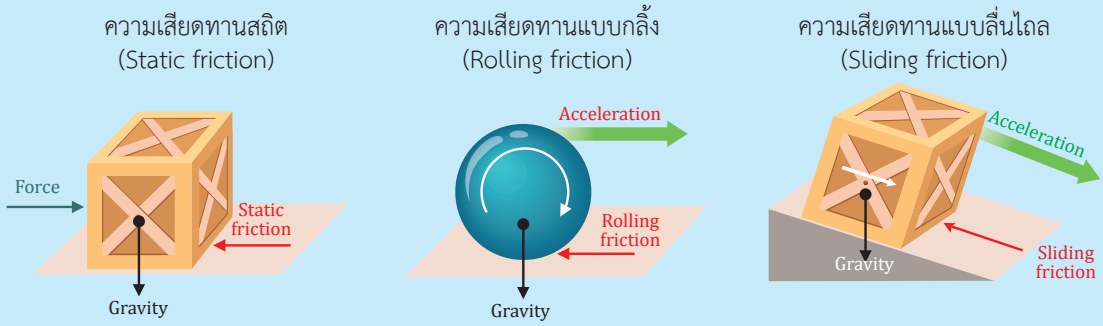


บริเวณที่เกิด : เมื่อวัตถุสัมผัสกับพื้น

ทิศทาง : ทิศออกจากพื้นในแนวตั้งฉากกระทำต่อวัตถุเสมอ

สมการ : ขึ้นกับโจทย์

5. แรงเสียดทาน (Friction force : f) เป็นแรงกระทำระหว่างผิววัตถุทั้งสองก้อนที่สัมผัสกัน ต้านการเคลื่อนที่ระหว่างวัตถุ



บริเวณที่เกิด : เกิดเมื่อผิวสัมผัสกับวัตถุที่พิจารณานั้นมีความฝืด

ทิศทาง : ทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่พิจารณาเทียบกับผิวสัมผัสนั้น

สมการ : $\vec{f} = \mu\vec{N}$ เมื่อ μ คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

$\vec{N}$ คือ แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส (N)

แรงเสียดทาน

ประเภทของแรงเสียดทาน

1. แรงเสียดทานสถิต (Static friction : f_s) แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสภาวะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วอยู่นิ่ง

- เกิดเมื่อ : วัตถุอยู่นิ่ง หรือพร้อมจะเคลื่อนที่ มีได้หลายค่า (ตั้งแต่ 0 ถึง $\mu_s N$)
- โดยแรงเสียดทานสถิตสูงสุด ($f_{s(max)}$) จะเป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่พอดี
- แรงเสียดทานสถิตสูงสุด ($f_{s(max)}$) จะแปรผันตรงกับแรงแนวฉาก (N)

$$f_{s(max)} = \mu_s N$$

2. แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic friction : f_k) แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสภาวะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

- เกิดเมื่อ : วัตถุกำลังเคลื่อนที่
- แรงเสียดทานจลน์จะมีค่าคงที่เสมอ
- แรงเสียดทานจลน์ (f_k) จะแปรผันตรงกับแรงแนวฉาก (N)

$$f_k = \mu_k N$$

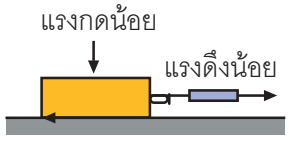
ควรรู้

โดยทั่วไปแรงเสียดทานจลน์ (f_k) จะมีค่าน้อยกว่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุด ($f_{s(max)}$)

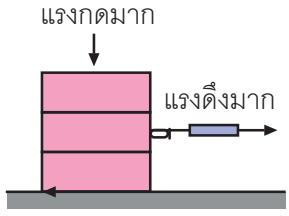
ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

1. แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส ถ้าแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสมากจะเกิดแรงเสียดทานมาก ดังรูป ข. ถ้าแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสน้อยจะเกิดแรงเสียดทานน้อย ดังรูป ก.

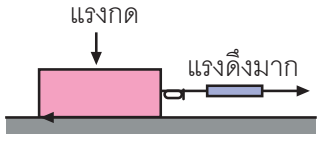


รูป ก. แรงเสียดทานน้อย

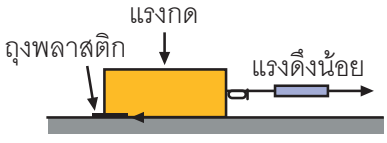


รูป ข. แรงเสียดทานมาก

2. ลักษณะของผิวสัมผัส ถ้าผิวสัมผัสหยาบ ขรุขระจะเกิดแรงเสียดทานมาก ดังรูป ก. ส่วนผิวสัมผัสเรียบลื่นจะเกิดแรงเสียดทานน้อย ดังรูป ข.



รูป ก. แรงเสียดทานมาก



รูป ข. แรงเสียดทานน้อย

3. ชนิดของผิวสัมผัส เช่น คอนกรีตกับเหล็ก เหล็กกับไม้ จะเห็นว่าผิวสัมผัสแต่ละคู่ มีความหยาบ ขรุขระ หรือเรียบลื่น เป็นมันแตกต่างกัน ทำให้เกิดแรงเสียดทานไม่เท่ากัน

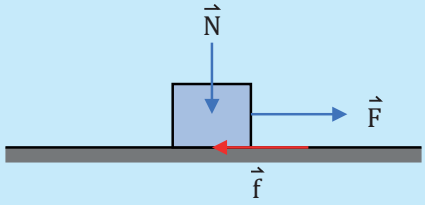
การลดแรงเสียดทาน	การเพิ่มแรงเสียดทาน
• การใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือจาระบี • การใช้ระบบลูกปืน • การใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ตลับลูกปืน • การออกแบบรูปร่างของยานพาหนะให้เพรียวลม ทำให้ลดแรงเสียดทาน เช่น รูปร่างของเรือที่เพรียวลมเพื่อลดแรงเสียดทาน	• ยางรถยนต์มีดอกยางเป็นลวดลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน • การหยุดรถต้องเพิ่มแรงเสียดทานที่เบรก เพื่อหยุดหรือทำให้รถแล่นช้าลง • รองเท้าบริเวณพื้นต้องมีลวดลาย เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานทำให้เวลาเดินไม่ลื่นหกล้มได้ง่าย • การปูพื้นห้องน้ำควรใช้กระเบื้องที่มีผิวขรุขระ เพื่อช่วยเพิ่มแรงเสียดทาน เวลาเปียกน้ำจะได้ไม่ลื่นล้ม

สมบัติของแรงเสียดทาน

1. แรงเสียดทานมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อวัตถุไม่มีแรงภายนอกมากระทำ
2. ขณะที่มีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ และวัตถุยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีขนาดต่างๆ กัน ตามขนาดของแรงที่มากระทำ และแรงเสียดทานที่มีค่ามากที่สุดคือ แรงเสียดทานสถิต เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่
3. แรงเสียดทานมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
4. แรงเสียดทานสถิตมีค่าสูงกว่าแรงเสียดทานจลน์เล็กน้อย
5. แรงเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส ผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระจะมีแรงเสียดทานมากกว่าผิวเรียบและลื่น
6. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับน้ำหนักหรือแรงกดของวัตถุที่กดลงบนพื้น ถ้าน้ำหนักหรือแรงกดมากแรงเสียดทานก็จะมากขึ้นด้วย
7. แรงเสียดทานไม่ขึ้นอยู่กับขนาดหรือพื้นที่ของผิวสัมผัส

การคำนวณหาสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน

สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่งๆ คือ อัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานต่อแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส



สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน $\mu = \frac{\vec{f}}{\vec{N}}$

เมื่อ $\vec{F}$ คือ แรงลากวัตถุ (N)

$\vec{f}$ คือ แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส (N)

$\vec{N}$ คือ แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส (N)

μ คือ สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน

ตัวอย่าง

ออกแรง 20 นิวตัน ลากวัตถุไปตามพื้นราบ ถ้าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานเท่ากับ 0.1 จงคำนวณหาน้ำหนักของวัตถุ

จาก $\mu = \frac{\vec{f}}{\vec{N}}$

แทนค่า $0.1 = \frac{20}{\vec{N}}$

$\vec{N} = \frac{20}{0.1} = 200$ นิวตัน

ดังนั้น น้ำหนักของวัตถุมีค่า 200 นิวตัน

ตัวอย่าง

วัตถุ ก มีแรงกดลงบนพื้นโต๊ะ 30 นิวตัน ต้องออกแรงฉุดในแนวขนาน 3 นิวตัน สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานมีค่าเท่าใด

จาก $\mu = \frac{\vec{f}}{\vec{N}}$

แทนค่า $\mu = \frac{3}{30}$

$\mu = 0.1$

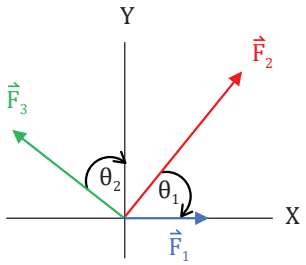
ดังนั้น สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานมีค่า 0.1

การหาแรงลัพธ์

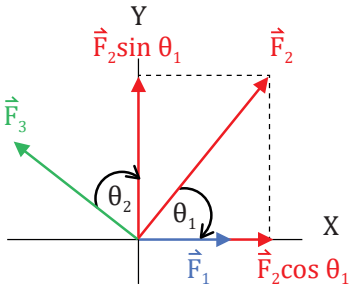
การเขียนแรงด้วย Free body diagram จะทำให้เราสามารถพิจารณาแรงกระทำที่เกิดขึ้นบนแต่ละวัตถุได้ มีขั้นตอน ดังนี้

1. เขียนแรงภายนอกให้ครบ
2. พิจารณาว่าโจทย์ต้องการแรงชนิดใด และดูว่าแรงดังกล่าวมีอิทธิพลมาจากแรงชนิดอื่นหรือไม่
   - ถ้ามีให้ใช้สมการ $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ เพื่อรวมแรง
   - ถ้ามีแรงอิทธิพลอื่นที่ทำมุมต่างไปจากแรงที่โจทย์ต้องการ ให้แตกแรงเข้าไปยังแนวแรงที่โจทย์ถาม แล้วรวมแรงดังกล่าว

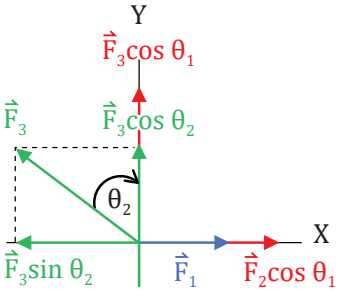
การแตกแรงในแนวตั้งฉาก



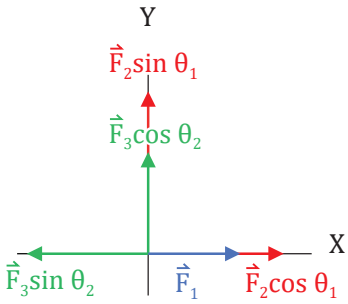
- การแตกเวกเตอร์เพื่อหาแรงลัพธ์ เมื่อมีแรงย่อยมากกว่า 2 แรง โดยใช้หลัก “ใกล้มุมเป็น cos ไกลมุมเป็น sin”
  แรง $\vec{F}_1$ อยู่บนแกน X จึงไม่ต้องแตกเวกเตอร์
  แรง $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ ต้องแตกเวกเตอร์



- แตกแรง $\vec{F}_2$ ให้อยู่บนแกน X และแกน Y
  แตกแรงเข้าแนวแกน X (ใกล้มุม) จะได้ $\vec{F}_2\cos\theta_1$
  แตกแรงเข้าแนวแกน Y (ไกลมุม) จะได้ $\vec{F}_2\sin\theta_1$



- แตกแรง $\vec{F}_3$ ให้อยู่บนแกน X และแกน Y
  แตกแรงเข้าแนวแกน X (ไกลมุม) จะได้ $\vec{F}_3\sin\theta_2$
  แตกแรงเข้าแนวแกน Y (ใกล้มุม) จะได้ $\vec{F}_3\cos\theta_2$



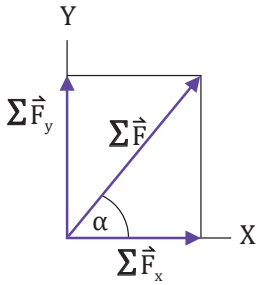
- รวมแรงในแต่ละแกนให้เป็นแรงเดียว

  รวมแรงแนวแกน X จะได้

  $\sum F_x = F_1 + F_2\cos\theta_1 - F_3\sin\theta_2$

  รวมแรงแนวแกน Y จะได้

  $\sum F_y = \vec{F}_2\sin\theta_1 + \vec{F}_3\cos\theta_2$

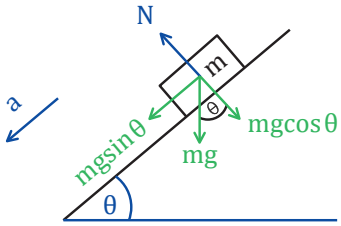


- รวมแรงจากแกน X และแกน Y ให้เป็นแรงเดียว

$$\sum F = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2}$$

$$\tan\alpha = \frac{\sum F_y}{\sum F_x}$$

การเคลื่อนที่ตามแนวพื้นเอียงที่ไม่มีความฝืด



- พิจารณาแนวตั้งฉากกับพื้นเอียง

  จาก $\sum F = 0$; แรงขึ้น = แรงลง

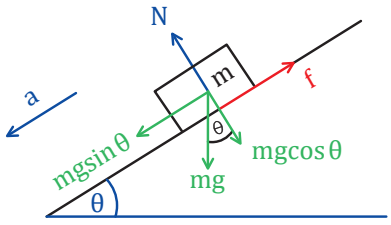
  จะได้ $N = mg\cos\theta$

- พิจารณาแนวพื้นเอียง

  จาก $\sum F = ma$

  จะได้ $mg\sin\theta = ma$

การเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียงขรุขระ



- พิจารณาแนวพื้นเอียง

  จาก $\sum F = 0$; แรงขึ้น = แรงลง

  จะได้ $N = mg\cos\theta$

- พิจารณาแนวพื้นเอียง

  จาก $\sum F = ma$

  จะได้ $mg\sin\theta - f = ma$

ตัวอย่าง

ถ้าแรง 2 แรง กระทำมุมกันออกเป็นค่าต่างๆ ซึ่งผลรวมของแรงที่มีค่าต่ำสุด 2 นิวตัน และสูงสุด 14 นิวตัน ถ้าแรงทั้ง 2 กระทำตั้งฉากกัน ผลรวมของแรงนั้นมีค่าเท่าใด

- หาแรงย่อยจาก แรง 2 แรงที่ตั้งฉากกัน

  โจทย์กำหนดแรงลัพธ์ต่ำสุด 2 N และแรงลัพธ์สูงสุด 14 N

  จาก $2 = F_x - F_y$ .....(1)

  $14 = F_x + F_y$ .....(2)

  นำสมการ (1) + (2); $16 = 2F_x$

  $F_x = 8$ นิวตัน

  แทนค่า F_x ใน (2); $14 = 8 + F_y$

  $F_y = 6$ นิวตัน

- หาแรงลัพธ์จากทฤษฎีพีทาโกรัส

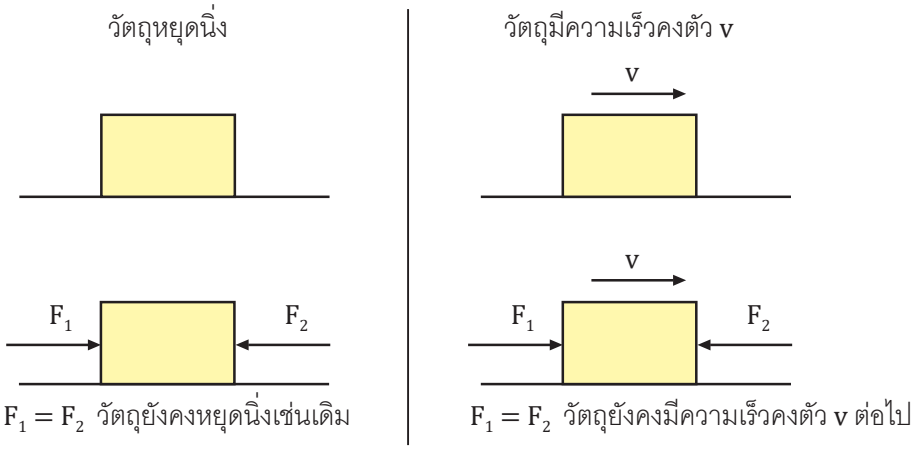
$$\sum F = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2}$$

$$\sum F = \sqrt{8^2 + 6^2}$$

$$\sum F = 10 \text{ นิวตัน}$$

ดังนั้น ผลรวมของแรงนั้นมีค่า 10 นิวตัน

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน



$F_1 = F_2$ วัตถุยังคงหยุดนิ่งเช่นเดิม

$F_1 = F_2$ วัตถุยังคงมีความเร็วคงตัว v ต่อไป

1. กฎความเฉื่อย : $\Sigma\vec{F} = 0$

ถ้าไม่มีแรงกระทำหรือแรงลัพธ์ที่กระทำสุทธิเป็นศูนย์ ⟶ วัตถุเคลื่อนที่แบบเดิมเสมอ

2. กฎของแรงลัพธ์ : $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$

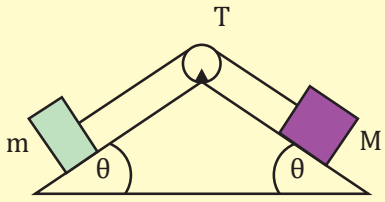
ถ้ามีแรงกระทำ ⟶ แรงลัพธ์รวมกันไม่เท่ากับศูนย์ = มวล × ความเร่ง

3. กฎของแรงอันตรกิริยา : $\vec{F}_1 = \vec{F}_2$

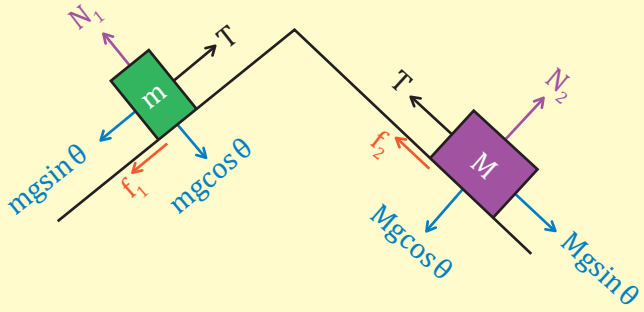
แรงกิริยา = แรงปฏิกิริยา (มีขนาดเท่ากัน แต่ทิศตรงข้ามกัน เกิดบนวัตถุคนละก้อน)

การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่

ตัวอย่าง



ถ้าวัตถุที่มีมวล m และ M (กำหนดให้มวล M มากกว่า m) ผูกติดกันด้วยเชือกเบาและคล้องผ่านรอกลื่นที่ยอดของพื้นเอียงทรงสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ดังรูป โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจลน์ระหว่างพื้นเอียงกับมวลทั้ง 2 ก้อนเท่ากับ μ จงหาค่าของ μ ที่ทำให้ก้อนมวลมีการเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่มีค่าเท่าใด



จากโจทย์ พบว่า $N_1 = mg\cos\theta$, $N_2 = Mg\cos\theta$, $f_1 = \mu(mg\cos\theta)$, $f_2 = \mu(Mg\cos\theta)$

พิจารณาก้อน m

จะได้

$$\sum F = 0$$

$$mg\sin\theta + f_1 - T = 0$$

$$mg\sin\theta + \mu(mg\sin\theta) = T \quad \text{.....(1)}$$

พิจารณาก้อน M

จะได้

$$\sum F = 0$$

$$T + f_2 - Mg\sin\theta = 0$$

$$T + \mu(Mg\cos\theta) = Mg\sin\theta$$

$$T = Mg\sin\theta - \mu Mg\cos\theta \quad \text{.....(2)}$$

ให้สมการ (1) = (2) ;

$$mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta = Mg\sin\theta - \mu Mg\cos\theta$$

$$\mu mg\cos\theta + \mu Mg\cos\theta = Mg\sin\theta - \mu mg\sin\theta$$

$$\mu\cos\theta\,(M + m) = \sin\theta\,(M - m)$$

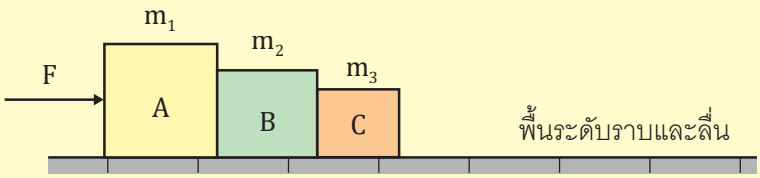
$$\mu = \frac{\sin\theta(M - m)}{\cos\theta(M + m)}$$

$$\mu = \frac{(M - m)}{(M + m)}\tan\theta$$

ดังนั้น ค่าของ μ ที่ทำให้ก้อนมวลมีการเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่มีค่า $\frac{(M - m)}{(M + m)}\tan\theta$

ตัวอย่าง

ขนาดของแรงกิริยา–ปฏิกิริยา ระหว่างก้อน B กับ C เท่าใด เมื่อ m_1, m_2, m_3 เป็นมวลของก้อน A, B, C ตามลำดับ



หาขนาดของแรงกิริยา, ปฏิกิริยา ระหว่างก้อน B กับ C

จาก $\sum\vec{F} = m\vec{a}$

มองก้อนรวม $\vec{F} = (m_1 + m_2 + m_3)\vec{a}$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{(m_1 + m_2 + m_3)}$$

มองก้อน m_3 $\vec{F}_3 = m_3\vec{a}$

$$\vec{F}_3 = \frac{m_3\vec{F}}{(m_1 + m_2 + m_3)}$$

ดังนั้น ขนาดของแรงกิริยา–ปฏิกิริยา ระหว่างก้อน B กับ C มีค่า $\frac{m_3\vec{F}}{(m_1 + m_2 + m_3)}$

ตะลุยโจทย์ บทที่ 3

แรงและกฎการเคลื่อนที่

1. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

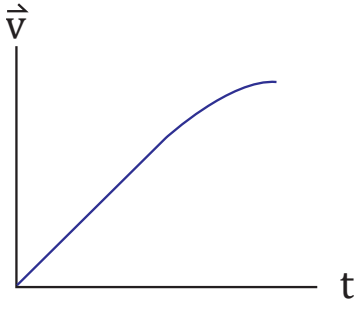
ถ้าหิน A มีมวล 10 กิโลกรัม วางอยู่นิ่งบนพื้น ส่วนหิน B ซึ่งมีมวลเท่ากัน กำลังตกลงสู่พื้นโลก ถ้าไม่คิดแรงต้านอากาศ และกำหนดให้ทั้ง A และ B อยู่ในบริเวณที่ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 9.8 m/s^2

1) หินทั้ง 2 มีน้ำหนักเท่ากัน
2) หินทั้ง 2 มีอัตราเร่งในแนวดิ่งเท่ากัน คือ 9.8 m/s^2
3) แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อหิน A มีขนาดเท่ากับ 98 N
4) แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อหิน B มีขนาดเท่ากับ 98 N

2. พี่เธียรขับรถยนต์คันหนึ่ง เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v_0 แล้วเบรกก็จะมีระยะเบรกเท่ากับ x_0 ถ้าเขาขับรถคันนี้ให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเป็น 2 เท่าของความเร็วเดิม ถามว่าจะมีระยะเบรกเป็นเท่าใด (กำหนดให้พี่เธียรเหยียบเบรกด้วยแรงที่เท่ากันทั้ง 2 ครั้ง)

1) $\frac{x_0}{4}$
2) $\frac{x_0}{2}$
3) $2x_0$
4) $4x_0$

3. จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว ($\vec{v}$) และเวลา (t) ถ้าในการทดลองเกี่ยวกับการตกของวัตถุได้กราฟ ดังรูป การที่ความเร็วผิดไปจากแนวเส้นตรงแสดงถึงสาเหตุใดต่อไปนี้



1) แรงเสียดทานคงที่
2) แรงเสียดทานเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่ม
3) แรงเสียดทานเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วสูง
4) แรงเสียดทานลดลงเมื่อความเร็วสูง

4. **ถ้านักเรียนชายคนหนึ่งดันรถเข็นให้มันเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับแรงที่รถเข็นกระทำกับนักเรียนได้ถูกต้อง**

1) มากกว่าขนาดของแรงที่นักเรียนกระทำกับรถเข็นตลอดเวลา
2) เท่ากับขนาดของแรงที่นักเรียนกระทำกับรถเข็นตลอดเวลา
3) น้อยกว่าขนาดของแรงที่นักเรียนกระทำกับรถเข็นตลอดเวลา
4) มากกว่าขนาดของแรงที่นักเรียนกระทำกับรถเข็นเมื่อยังไม่เคลื่อนที่ แต่น้อยกว่าขนาดของแรงที่นักเรียนกระทำกับรถเข็นเมื่อเคลื่อนที่ไปแล้ว

5. **ถ้ามวลของดวงจันทร์เป็น $\frac{1}{80}$ ของโลก และรัศมีเป็น $\frac{1}{4}$ ของโลก ให้มวลโลกเป็น M และรัศมีโลกเป็น R และค่านิจโน้มถ่วงสากลเป็น G วัตถุตกอย่างอิสระบนดวงจันทร์ จะมีความเร่งเท่าใด เมื่อความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ g**

1) $\frac{1}{4}g$
2) $\frac{1}{5}g$
3) $\frac{1}{6}g$
4) $\frac{1}{20}g$

6. **เมื่อน้องเมยอยู่บนดวงจันทร์ เธอชั่งน้ำหนักของวัตถุที่มีมวล 10 กิโลกรัม ได้ 16 นิวตัน ถ้าปล่อยให้วัตถุตกที่บนผิวดวงจันทร์ วัตถุจะมีความเร่งเท่าใด**

1) 1.6 เมตรต่อวินาที^{2}
2) 3.2 เมตรต่อวินาที^{2}
3) 6.4 เมตรต่อวินาที^{2}
4) 9.6 เมตรต่อวินาที^{2}

7. **มวลของหินจะเท่ากับข้อใด ถ้าหินก้อนหนึ่ง เมื่ออยู่บนโลกที่มีสนามโน้มถ่วง g พบว่า มีน้ำหนักเท่ากับ W_1 ถ้านำหินก้อนนี้ไปไว้บนดาวเคราะห์อีกดวงพบว่ามีน้ำหนัก W_2**

1) $\frac{W_1}{g}$
2) $\frac{W_2}{g}$
3) $\frac{W_1 + W_2}{g}$
4) $\frac{W_1 + W_2}{2g}$

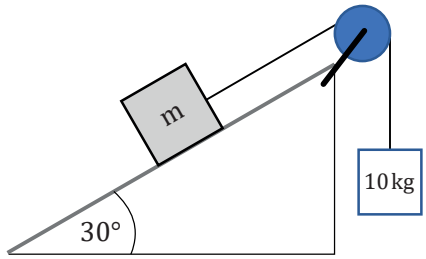
8. **ถ้ารถเข็นมวล 100 กิโลกรัมที่หยุดนิ่ง ถูกแรงผลักให้เคลื่อนที่ไปในแนวระดับขนาด 50 นิวตัน โดยแรงเสียดทานของรถเท่ากับ 30 นิวตัน และให้แรงกระทำเป็นเวลา 12 วินาที ดังนั้นรถเข็นมีความเร็วเท่าใด**

1) 2.4 เมตรต่อวินาที
2) 7.2 เมตรต่อวินาที
3) 9.6 เมตรต่อวินาที
4) 14.4 เมตรต่อวินาที

9. มวลของหญิงชราคนหนึ่งมีค่าเท่ากับ 75 กิโลกรัม อยู่ในลิฟต์ที่กำลังเคลื่อนที่ลง ลิฟต์เริ่มลงด้วยความเร่งจนมีความเร็วคงที่ แล้วเริ่มลดอัตราเร็วลงด้วย ขนาดของความเร่ง 1 เมตรต่อวินาที^{2} เพื่อจะหยุด แรงที่ลิฟต์กระทำต่อหญิงชราคนนี้ขณะที่ลิฟต์กำลังจะหยุดเป็นกี่นิวตัน (ให้ g = 9.8 m/s^2)

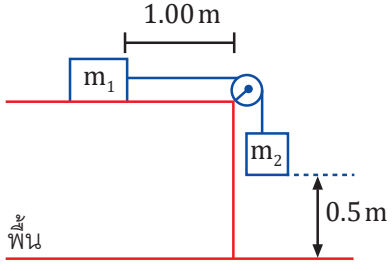
1) 800 นิวตัน
2) 810 นิวตัน
3) 850 นิวตัน
4) 900 นิวตัน

10. ถ้ามวล m วางบนพื้นเอียงที่ทำมุม 30° กับพื้นราบ และถูกโยงกับมวล 10 kg ด้วยเชือกไร้น้ำหนักซึ่งพาดอยู่บนรอก ดังรูป ถ้ามวล m กำลังเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 2 m/s^2 และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างมวล m กับพื้นเอียงเท่ากับ 0.5 มวล m จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าในข้อใด (ให้ g = 10 m/s^2)



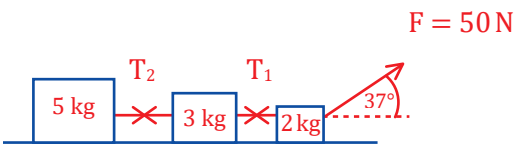
1) 7 กิโลกรัม
2) 8 กิโลกรัม
3) 10 กิโลกรัม
4) 11 กิโลกรัม

11. มวล m_1 ขนาด 2 กิโลกรัม วางอยู่บนโต๊ะแนวระดับที่ไม่มีความฝืด ห่างจากโต๊ะ 1 เมตร ผูก m_1 ด้วยเชือกคล้องผ่านลูกรอกและถ่วงปลายเชือกด้วยมวล m_2 เท่ากับ 0.5 กิโลกรัม ถ้าเดิมเชือกตึงมวล m_2 อยู่สูงจากพื้น 0.5 เมตร แล้วปล่อยให้มวลทั้งสองเคลื่อนที่ อยากทราบว่ามวล m_1 จะมีอัตราเร็วสูงสุดเท่าใด (ให้ g = 9.8 m/s^2)



1) 1.4 เมตรต่อวินาที
2) 1.5 เมตรต่อวินาที
3) 2.2 เมตรต่อวินาที
4) 2.5 เมตรต่อวินาที

12. เด็กสองคนนำวัตถุมวล 2, 3 และ 5 กิโลกรัม มาผูกติดกันด้วยเชือกเบาวางบนพื้นที่ไม่มีความฝืด โดยเมื่อออกแรง 50 นิวตัน กระทำต่อมวล 2 กิโลกรัม ดังรูป ผลต่างของแรงดึงในเส้นเชือกระหว่าง T_1 และ T_2 มีขนาดกี่นิวตัน

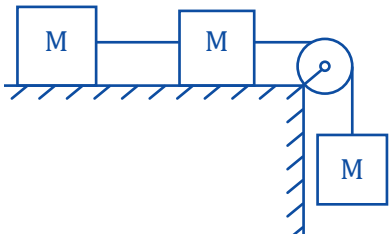


1) 8 นิวตัน
2) 12 นิวตัน
3) 15 นิวตัน
4) 16 นิวตัน

13. บนพื้นราบพบว่ามีแท่งเหล็กมวล 60 กิโลกรัม และ 140 กิโลกรัม วางชิดกันอยู่ ถ้านายชัยออกแรงขนาด 800 นิวตัน ต่อแท่งเหล็กแท่งแรกในแนวขนานกับพื้น อยากทราบว่าแรงที่แท่งเหล็กทั้งสองกระทำต่อกันมีค่ากี่นิวตัน กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจลน์ระหว่างแท่งเหล็กกับพื้นมีค่า 0.25 (ให้ $g = 10\ m/s^2$)

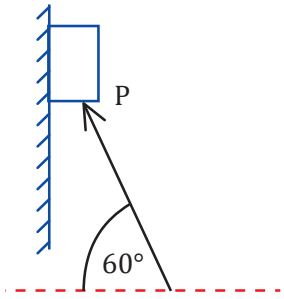
1) 260 นิวตัน
2) 360 นิวตัน
3) 460 นิวตัน
4) 560 นิวตัน

14. นกน้อยนำมวลที่มีขนาดเท่ากัน 3 ก้อน มาผูกกันดังรูป สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นและมวลดังกล่าวมีค่า 0.25 จงหาว่ามวลทั้งสามจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใด (ให้ $g = 10\ m/s^2$)



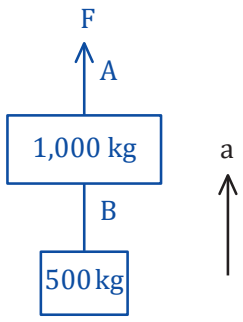
1) 1.37 เมตรต่อวินาที^{2}
2) 1.47 เมตรต่อวินาที^{2}
3) 1.67 เมตรต่อวินาที^{2}
4) 1.87 เมตรต่อวินาที^{2}

15. ออกแรงดัน P ในแนวทำมุม 60 องศากับระดับ โดยกระทำต่อมวลที่มีขนาด 5 กิโลกรัม ดังรูป หากวินัยต้องการให้มวลดังกล่าวไถลขึ้นไปตามกำแพง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.4 วินัยต้องออกแรง P อย่างน้อยกี่นิวตัน (ให้ $g = 10\ m/s^2$)



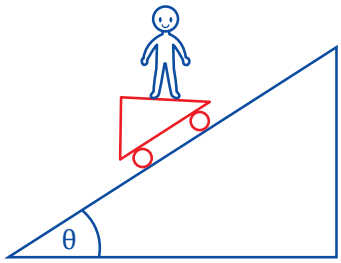
1) 35 นิวตัน
2) 45 นิวตัน
3) 65 นิวตัน
4) 75 นิวตัน

16. เชือก A ทนแรงดึงได้ 24,000 นิวตัน และเชือก B ทนแรงดึงได้ 7,000 นิวตัน อยากทราบว่า ค่าอัตราเร่งสูงสุดในการดึงมวลทั้งสองก้อนโดยที่เชือกไม่ขาดเป็นเท่าใด (ให้ $g = 10\ m/s^2$)



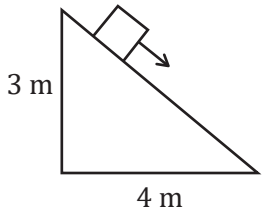
1) 2 เมตรต่อวินาที^{2}
2) 4 เมตรต่อวินาที^{2}
3) 6 เมตรต่อวินาที^{2}
4) 8 เมตรต่อวินาที^{2}

17. นายวิกรมยืนชั่งน้ำหนักอยู่บนแท่นไม้ติดล้อที่ไม่มีความฝืดบนพื้นเอียง ดังรูป ปรากฏว่าเขาอ่านน้ำหนักได้ 600 นิวตัน ถ้าปกติเขามีน้ำหนัก 800 นิวตัน อยากทราบว่าพื้นเอียงดังกล่าวทำมุมเท่าใดกับแนวระดับ (ให้ $g = 10\ m/s^2$)



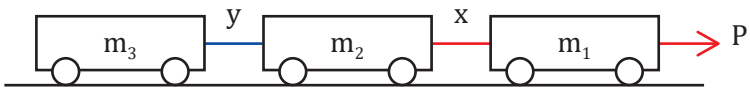
1) 30 องศา
2) 37 องศา
3) 60 องศา
4) 53 องศา

18. วัตถุมวล 1 กิโลกรัม ไถลลงตามพื้นเอียงที่มีความชัน $\frac{3}{4}$ จากจุดที่สูง 3 เมตร ถ้าแรงเสียดทานมีค่า 1 นิวตัน จงหาความเร็วของวัตถุดังกล่าวเมื่อเคลื่อนที่มาถึงปลายด้านล่างของพื้นเอียง (ให้ $g = 10\ m/s^2$)



1) 7.07 เมตรต่อวินาที
2) 8.07 เมตรต่อวินาที
3) 9.07 เมตรต่อวินาที
4) 10.07 เมตรต่อวินาที

19. **ออกแรง P ดึงรถของเล่น 3 คัน ซึ่งแต่ละคันมีมวล 1, 2 และ 3 กิโลกรัม ตามลำดับจากขวาไปซ้าย โดยรถทั้งสามถูกต่อด้วยเชือก x และ y ดังรูป ถ้าเส้นเชือก x มีความตึง 20 นิวตัน หากไม่คิดแรงเสียดทานระหว่างรถและพื้นเลย จงคำนวณหาแรงดึง P และความตึงของเชือกเส้น y**



1) แรง P มีขนาด 24 นิวตัน และความตึงเชือก มีขนาด 16 นิวตัน
2) แรง P มีขนาด 16 นิวตัน และความตึงเชือก มีขนาด 12 นิวตัน
3) แรง P มีขนาด 24 นิวตัน และความตึงเชือก มีขนาด 12 นิวตัน
4) แรง P มีขนาด 12 นิวตัน และความตึงเชือก มีขนาด 24 นิวตัน

20. **จงหาค่าความหนาแน่นของโลก เมื่อกำหนดให้รัศมีโลกเป็น R เมตร และค่านิจโน้มถ่วงสากลเป็น G นิวตันเมตร^2 ต่อกิโลกรัม โดยที่ g ที่ผิวโลกเป็น 10 เมตรต่อวินาที^{2}**

1) $\frac{15}{2\pi GR}$
2) $\frac{40}{3\pi GR}$
3) $\frac{5}{2\pi GR}$
4) $\frac{15}{4\pi GR}$

สรุปบทที่ 4
สมดุลกลของวัตถุ

สมดุลกล

สมดุล หรือสมดุลกล คือ สภาพนิ่งหรือสภาพคงที่ของวัตถุ โดยไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่

ชนิดของสมดุล	
สมดุลสถิต วัตถุ**อยู่นิ่ง**	**สมดุลจลน์** • วัตถุเคลื่อนที่ด้วย**ความเร็วคงที่** • วัตถุหมุนด้วย**ความเร็วเชิงมุมคงที่**

ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง

จุดศูนย์กลางมวล (C.M.) คือ จุดรวมมวลของวัตถุ ถ้ามีขนาดสม่ำเสมอทั้งก้อน จุดศูนย์กลางมวลจะอยู่ที่ตำแหน่งตรงกลาง โดยมีข้อสังเกต ดังนี้

- ถ้าออกแรงดันวัตถุโดยแนวแรงตรงจุดศูนย์กลางมวล วัตถุจะเคลื่อนที่โดยไม่หมุน
- ถ้าออกแรงดันวัตถุโดยแนวแรงไม่ตรงจุดศูนย์กลางมวล วัตถุจะเคลื่อนที่และหมุน
- ในทางทฤษฎีเมื่อเรากล่าวถึงจุดรวมมวลของวัตถุนั่นจะหมายถึงจุดศูนย์กลางมวล (C.M.) และเมื่อกล่าวถึงจุดรวมน้ำหนักของวัตถุจะหมายถึง จุดศูนย์ถ่วง (C.G.)
- โดยวัตถุสมมาตรจะมีจุดศูนย์กลางมวล (C.M.) และจุดศูนย์ถ่วง (C.G.) จะอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน เพียงแต่จุดทั้งสองเรียกชื่อหรือมีความหมายต่างกัน

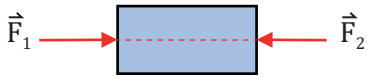
สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง

สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง หมายถึง วัตถุหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เนื่องจากแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน ($\sum\vec{F} = 0$)

สมดุลของแรง เมื่อมีแรงมากกว่า 1 แรงมากระทำต่อวัตถุและวัตถุนั้นอยู่ในภาวะสมดุล จะได้ว่า

- แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับศูนย์
- ผลรวมโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับศูนย์

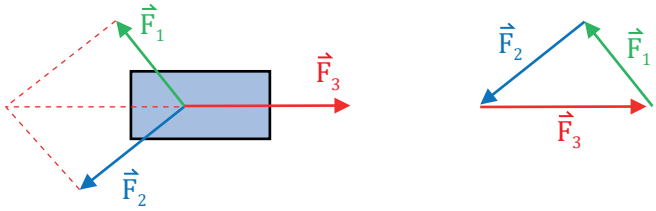
สมดุลของแรงสองแรง



เมื่อมีแรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุและวัตถุสมดุล จะได้ผลลัพธ์ คือ

- แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับศูนย์ เพราะแรงทั้งสองมีค่าเท่ากันและทิศตรงข้ามกัน
- โมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุนเท่ากับศูนย์ เพราะแรงทั้งสองอยู่บนระนาบเดียวกันและแนวแรงทั้งสองอยู่บนเส้นเดียวกัน

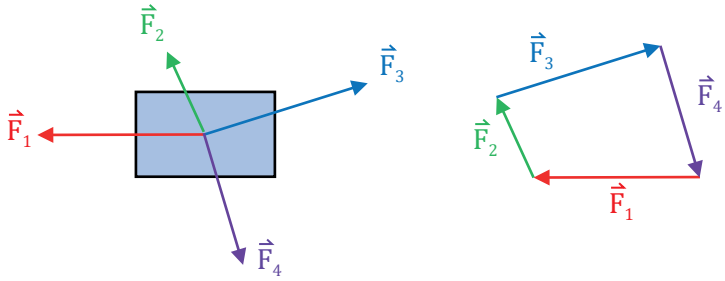
สมดุลของแรงสามแรง (ที่ไม่ใช่แรงขนาน)



เมื่อมีแรง 3 แรง กระทำต่อวัตถุและวัตถุสมดุล จะได้ผลลัพธ์ คือ

- แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับศูนย์
- โมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุนเท่ากับศูนย์ เพราะแรงทั้งสามอยู่บนผิวระนาบเดียวกันและแนวแรงทั้งสามพบกันที่จุดจุดหนึ่ง

สมดุลของแรงมากกว่าสามแรง

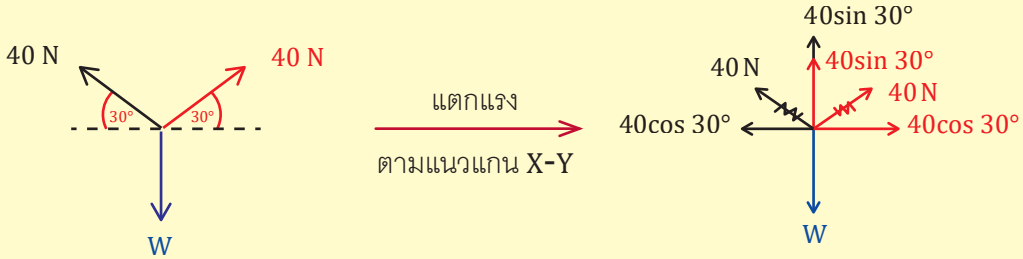


เมื่อมีแรงมากกว่า 3 แรง กระทำต่อวัตถุและวัตถุสมดุล จะได้ผลลัพธ์ คือ

- แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับศูนย์
- โมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุนเท่ากับศูนย์

ตัวอย่าง

วัตถุสมดุลมีสามแรง ดังรูป จงหาแรงดึง W



เมื่อวัตถุอยู่ในภาวะสมดุล จะได้ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับศูนย์ ($\sum\vec{F} = 0$)

คำนวณหาแรงดึง W จาก $\sum F_y = 0$

$$40\sin 30° + 40\sin 30° = W$$

$$2 \times 40\sin 30° = W$$

$$2 \times 40 \times \frac{1}{2} = W$$

$$40 = W$$

ดังนั้น แรงดึง W มีค่า 40 นิวตัน

ตัวอย่าง

วัตถุสมดุลโดยมีแรงสามแรงกระทำ ดังรูป จงหาแรงดึง W

เมื่อวัตถุอยู่ในภาวะสมดุล จะได้ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับศูนย์ ($\sum\vec{F} = 0$)

หาแรง T จาก $\sum F_x = 0$

$$T\cos 60° = 30$$

$$T \times \frac{1}{2} = 30$$

$$T = 60 \text{ นิวตัน}$$

หาแรง W จาก $\sum F_Y = 0$

$T\sin 60° = W$

แทนค่า T= 60 นิวตัน จะได้ $60 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = W$

$W = 30\sqrt{3}$ นิวตัน

ดังนั้น แรงดึง W มีค่า $30\sqrt{3}$ นิวตัน

สมดุลต่อการหมุน

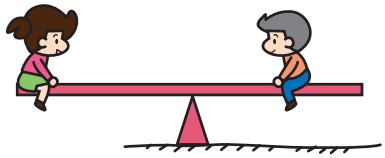
โมเมนต์ของแรง คือ ความพยายามของแรงที่ทำให้วัตถุเกิดการหมุนรอบจุดหมุน เป็นปริมาณเวกเตอร์โดยสามารถหาโมเมนต์ได้จาก

$$M = \vec{F} \times \vec{L}$$

เมื่อ M คือ โมเมนต์ของแรง (N·m)

L คือ ระยะทางจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง (m)

F คือ แรงกระทำ (N)

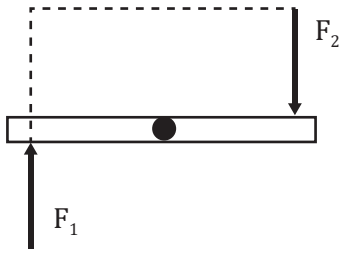


โดยที่

- การคำนวณโมเมนต์ของแรง ต้องมีการกำหนดตำแหน่งของจุดหมุน
- ถ้าแนวแรงตรงจุดหมุนพอดี โมเมนต์ของแรงมีค่าเป็นศูนย์ ไม่ต้องนำแรงนั้นมาคำนวณ
- การหมุนของวัตถุเกิดได้ 2 ทิศทาง คือ หมุนทวนเข็มนาฬิกาหรือหมุนตามเข็มนาฬิกา

โมเมนต์ของแรงคู่ควบ

แรงคู่ควบ คือ แรงสองแรงที่มีขนาดเท่ากันกระทำต่อวัตถุ โดยมีแนวแรงขนานกัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม



จะเห็นว่า $F_1 = F_2$ (แต่ $\vec{F}_1 \neq \vec{F}_2$ เนื่องจากทิศตรงกันข้าม)

เงื่อนไขของสมดุล

สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง $\sum\vec{F} = 0$ (แรงลัพธ์เป็นศูนย์)

หลักการคำนวณ

- ตั้งแกน X และแกน Y ในกรณีที่เป็นสองมิติ ที่จุดตัดกันของแนวแรงแต่ละแรง
- แตกแรงแต่ละแรงให้อยู่ในแนวแกน X และแนวแกน Y
- รวมแรงแบบเวกเตอร์ในแต่ละแนว และใช้สมการ $\sum\vec{F}_x = 0, \sum\vec{F}_Y = 0$
- แก้สมการ

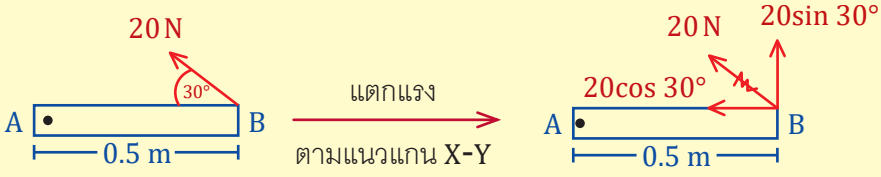
สมดุลต่อการหมุน $\sum\vec{M} = 0$ (โมเมนต์รวมรอบจุดใดๆ เป็นศูนย์)

หลักการคำนวณ (สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง + การหมุน)

- วาดรูปแนวแรงที่กระทำต่อวัตถุ
- เลือกจุดหมุนที่เหมาะสม (จุดที่มีแนวแรงกระทำมากที่สุด)
- ใช้สมการ $\sum\vec{M} = 0$
- ใช้สมการ $\sum\vec{F} = 0$ เพื่อหาค่าที่โจทย์ต้องการ

ตัวอย่าง

คานไม้ AB ยาว 0.5 เมตร วางอยู่บนพื้นโต๊ะ โดยที่ปลาย A เป็นจุดตรึง และมีแรงขนาด 20 นิวตัน กระทำดังรูป จงหาโมเมนต์ของแรงรอบจุดตรึง



กำหนดให้จุด A เป็นจุดหมุน

เมื่อพิจารณาพบว่า $20\cos 30^\circ$ เป็นแรงที่ผ่านจุดหมุน

ดังนั้นจะไม่นำแรงดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณ

สามารถเขียนแรงที่กระทำต่อคาน ดังนี้