



หนังสือชุดเทคนิคการเขียนพิลิกส์



การเคลื่อนที่ แบบต่างๆ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ประกอบด้วย

- ☞ การเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง
- ☞ การเคลื่อนที่แบบวงกลม
- ☞ การเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์
- ☞ การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
- ☞ การเคลื่อนที่แบบหมุน
- ☞ สรุปสาระสำคัญ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ
- ☞ แบบทดสอบการเคลื่อนที่แบบต่างๆ

กวีญา แนวประทีป

วศ.บ.เกียรตินิยม (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย), M.S., M.A. (University of Michigan, USA)

เทคนิคการเขียนฟิสิกส์ : การเคลื่อนที่แบบต่างๆ

เขียนโดย กวียา เนาวประทีป

ISBN (E-book) 2025-0926-0033-2

จำหน่ายอีบุ๊ก ตุลาคม 2568

ราคา 106 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558

เนื้อหา รูปเล่ม และภาพประกอบในหนังสือเล่มนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์
ห้ามคัดลอก ยกเว้นได้รับอนุญาต

บรรณาธิการ กวียา เนาวประทีป

ปก/รูปเล่ม ฝ่ายศิลปกรรม สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

จัดทำโดย

หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

เลขที่ 45 ซอยจรัญสนิทวงศ์ 40 ถนนจรัญสนิทวงศ์

แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700

โทรศัพท์ : 0-2433-7755-7 โทรสาร : 0-2433-7703

จัดจำหน่ายในรูปแบบสิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์โดย

บริษัท เกรท มีเดีย เอเจนซี จำกัด

85 ซอยบรมราชชนนี 75 แขวงบางระมาด เขตตลิ่งชัน กรุงเทพฯ 10170

โทร. 0-2433-7755-7, 086-330-6425

คำนำ

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า เป้าหมายของการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นั้นมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายและเหมาะสมกับระดับชั้น

วิชาฟิสิกส์ก็เป็นแขนงหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้เขียนจึงได้จัดทำหนังสือ **เทคนิคการเรียนรู้ฟิสิกส์ : การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ** เล่มนี้ขึ้นมา เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักเทคนิคในการเรียนฟิสิกส์ให้เก่งได้ด้วยตนเอง ด้วยการนำไปอ่านและฝึกทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบที่มีอยู่อย่างหลากหลาย เฉพาะเรื่องที่ตนสนใจหรือที่ยังไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้ให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น และยังสามารถนำไปใช้เสริมกับการเรียนกวดวิชาตามสถาบันต่างๆ อีกทั้งครู-อาจารย์ผู้สอนก็สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้ด้วย

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ครู-อาจารย์ผู้สอนได้ตามสมควร หากมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใดผู้เขียนต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ด้วยความปรารถนาดี
กวิยา เนาวประทีป
kawiya@physicscenter.com

คำนำสำนักพิมพ์

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า การเรียนการสอนในปัจจุบัน กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มีความเหมาะสมชัดเจนทั้งเป้าหมายของหลักสูตรในการมุ่งพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ โดยได้มีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในรายวิชาไว้อย่างชัดเจน เหมาะสำหรับการเรียนการสอนในแต่ละระดับชั้น

สำนักพิมพ์ฟิลิกส์เซ็นเตอร์ ได้เล็งเห็นความสำคัญของการเรียนการสอนในกลุ่ม **สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์** เพราะมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (K knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ และมีคุณธรรม สำนักพิมพ์ฯ จึงได้จัดทำหนังสือ **เทคนิคการเรียนรู้ฟิลิกส์** เฉพาะเรื่องขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนที่ยังไม่เข้าใจหลักฟิลิกส์บางเรื่องได้เลือกนำไปใช้ศึกษาด้วยตนเองให้เข้าใจได้อย่างถ่องแท้ เพราะมีการสรุปหลักในแต่ละเรื่อง มีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบที่หลากหลายไว้ให้ลองทำพร้อมมีเฉลยแยกเล่มไว้ให้ตรวจสอบความถูกต้องได้ด้วยตนเอง

สำนักพิมพ์ฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้คงจะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน ครู-อาจารย์ผู้สอน และผู้ที่สนใจในการเรียนการสอนวิชาฟิลิกส์ได้เป็นอย่างดี

ฝ่ายวิชาการ
สำนักพิมพ์ฟิลิกส์เซ็นเตอร์

สารบัญ

ความรู้เบื้องต้นทางฟิสิกส์	7
1. การเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง	13
1.1 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง	13
1.2 เงื่อนไขของการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง	14
1.3 การคำนวณการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวิถีโค้ง	15
2. การเคลื่อนที่แบบวงกลม	29
2.1 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม	29
2.2 เงื่อนไขของการเคลื่อนที่แบบวงกลม	29
2.3 การคำนวณการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวงกลม	32
3. การเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์	56
3.1 กฎของเคปเลอร์	56
3.2 กฎแห่งความโน้มถ่วงสากล	56
3.3 การหามวลของดาวเคราะห์	57
4. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	59
4.1 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	59
4.2 เงื่อนไขของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	59
4.3 การคำนวณการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	60
5. การเคลื่อนที่แบบหมุน	75
5.1 ลักษณะของการเคลื่อนที่แบบหมุน	75
5.2 เงื่อนไขของการเคลื่อนที่แบบหมุน	76
5.3 การคำนวณการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบหมุน	77
สรุปสาระสำคัญ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ	89
แบบทดสอบการเคลื่อนที่แบบต่างๆ	95

ความรู้เบื้องต้นทางฟิสิกส์

1. คำอุปสรรคที่ใช้แทนตัวพหุคูณ

เมื่อปริมาณในหน่วยหลักมีค่ามากหรือน้อยเกินไป ควรเปลี่ยนเป็นตัวเลขคูณด้วยสิบ ยกกำลังลบ หรือบวก เช่น 0.005 เมตร เปลี่ยนเป็น 5×10^{-3} เมตร และใช้คำอุปสรรคเขียนไว้ข้างหน้าหน่วยหลักเป็น 5 มิลลิเมตร หรือ 5 mm คำอุปสรรคที่ใช้แทนตัวพหุคูณมีดังนี้

ตัวพหุคูณ	คำอุปสรรคใช้แทนตัวพหุคูณ	
	ชื่อ	สัญลักษณ์
10^{12}	เทอร่า (tera)	T
10^9	จิกะ (giga)	G
10^6	เมกะ (mega)	M
10^3	กิโล (kilo)	k
10^2	เฮกโต (hecto)	h
10	เดกะ (deca)	da
10^{-1}	เดซี (deci)	d
10^{-2}	เซนติ (centi)	c
10^{-3}	มิลลิ (milli)	m
10^{-6}	ไมโคร (micro)	μ
10^{-9}	นาโน (nano)	n
10^{-12}	พิโก (pico)	p
10^{-15}	เฟมโต (femto)	f
10^{-18}	อัตโต (atto)	a

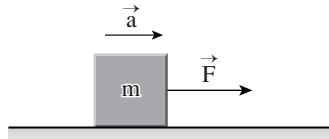
ตัวอย่างเช่น $6 \times 10^6 \text{ V} = 6 \text{ MV}$ (เมกะโวลต์)
 $3 \times 10^{-3} \text{ A} = 3 \text{ mA}$ (มิลลิแอมแปร์)
 $5 \times 10^3 \text{ W} = 5 \text{ kW}$ (กิโลวัตต์)

2. ปริมาณทางฟิสิกส์

ปริมาณทางฟิสิกส์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. **ปริมาณสเกลาร์** คือ ปริมาณที่มีแต่ขนาด เช่น เวลา มวล อุณหภูมิ เป็นต้น การบวกลบปริมาณสเกลาร์สามารถทำได้โดยนำขนาดมาบวก-ลบกันโดยตรง การเขียนสัญลักษณ์แทนปริมาณสเกลาร์สามารถเขียนแทนได้ด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ เช่น t, m, T เป็นต้น

2. **ปริมาณเวกเตอร์** คือ ปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น แรง ความเร็ว ความเร่ง เป็นต้น การบวก-ลบปริมาณเวกเตอร์จะต้องคำนึงถึงทั้งขนาดและทิศทาง การเขียนสัญลักษณ์แทนปริมาณเวกเตอร์สามารถทำได้โดยเขียนลูกศรกำกับเหนือตัวอักษร เช่น $\vec{F}, \vec{v}, \vec{a}$ เป็นต้น และใช้ลูกศรแทนขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

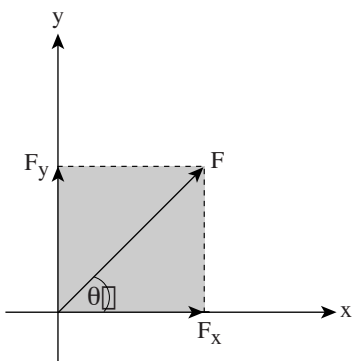


หมายเหตุ เราใช้สัญลักษณ์ $\vec{F}, \vec{v}, \vec{a}$ แทนในการระบุทั้งขนาดและทิศทางของปริมาณเวกเตอร์ ถ้าต้องการจะกล่าวถึงขนาดของปริมาณดังกล่าวจะใช้สัญลักษณ์ F, v, a แทน

3. การแตกเวกเตอร์

ถ้าเรามีเวกเตอร์หนึ่งเวกเตอร์ เราสามารถแยกเวกเตอร์นั้นออกเป็น 2 เวกเตอร์ที่มีทิศตั้งฉากกันได้ โดยอาศัยหลักการดังนี้

กำหนดให้เวกเตอร์ของแรง F กระทำกับแกน x เป็นมุม θ ต้องการหาขนาดของแรง F ในแกน x และแกน y



จากรูป $\frac{F_x}{F} = \cos \theta$

$$F_x = F \cos \theta$$

และ $\frac{F_y}{F} = \sin \theta$

$$F_y = F \sin \theta$$

สรุปขั้นตอนการแตกเวกเตอร์ออกเป็นเวกเตอร์ 2 ตัวที่ตั้งฉากกันได้ดังนี้

1. ให้นักเรียนหามุมที่เวกเตอร์กระทำกับแกนใดแกนหนึ่งเสียก่อน
2. แยกเวกเตอร์ให้อยู่ในแกนที่ทราบมุมจะได้ $F \cos \theta$ และอีกแกนหนึ่งจะได้ $F \sin \theta$

ค่าฟังก์ชันตรีโกณของมุมที่ควรทราบ

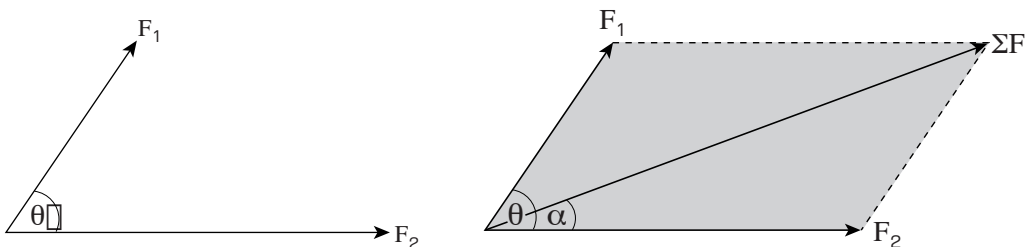
ฟังก์ชันตรีโกณ \ มุม	0°	30°	37°	45°	53°	60°	90°
sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{2}$	0
tan	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{3}{4}$	1	$\frac{4}{3}$	$\sqrt{3}$	∞

4. การรวมเวกเตอร์

การรวมเวกเตอร์แยกพิจารณาได้เป็น 2 แบบ คือ

(1) การรวมเวกเตอร์ย่อย 2 เวกเตอร์

ถ้ามีเวกเตอร์ของแรงย่อย 2 แรง กระทำกันเป็นมุม θ จะได้เวกเตอร์ของแรงลัพธ์มีค่าเท่ากับเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมด้านขนานที่เกิดจากแรงย่อยทั้งสอง ดังรูป



$$\begin{aligned} \text{ขนาดของแรงลัพธ์} \quad \Sigma F &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos \theta} \\ \text{ทิศทางของแรงลัพธ์} \quad \tan \alpha &= \frac{F_1 \sin \theta}{F_2 + F_1 \cos \theta} \end{aligned}$$

♦ ถ้า F_1 มีทิศเดียวกับ F_2 ($\theta = 0^\circ$)



ขนาดของแรงลัพธ์	$\Sigma F = F_1 + F_2$
ทิศทางของแรงลัพธ์	$\tan \alpha = 0$

♦ ถ้า F_1 มีทิศตรงข้ามกับ F_2 ($\theta = 180^\circ$)



ขนาดของแรงลัพธ์	$\Sigma F = F_1 - F_2$
ทิศทางของแรงลัพธ์	$\tan \alpha = 0$

♦ ถ้า F_1 ตั้งฉากกับ F_2 ($\theta = 90^\circ$)



ขนาดของแรงลัพธ์	$\Sigma F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$
ทิศทางของแรงลัพธ์	$\tan \alpha = \frac{F_1}{F_2}$

(2) การรวมเวกเตอร์ย่อยมากกว่า 2 เวกเตอร์

ถ้ามีเวกเตอร์ย่อยมากกว่า 2 เวกเตอร์ เราจะรวมเวกเตอร์ โดยใช้วิธีสี่เหลี่ยมด้านขนานไม่ได้ วิธีที่เหมาะสมและสะดวก ได้แก่ วิธีการแตกเวกเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

1. ให้ตั้งแกน x และแกน y ที่จุดตัดของแรง
 2. แยกเวกเตอร์ย่อยให้อยู่ในแกน x และแกน y
 3. รวมเวกเตอร์ในแกน x และแกน y จะได้ ΣF_x และ ΣF_y ตามลำดับ
 4. หาขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์จาก $\Sigma F = \sqrt{\Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2}$
- ทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ $\tan \alpha = \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}$

5. ผลคูณสเกลาร์ (Dot Product)

กำหนดให้ $\vec{A}$ และ $\vec{B}$ เป็นปริมาณเวกเตอร์
ผลคูณสเกลาร์ของ $\vec{A}$ และ $\vec{B}$ คือ

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

เมื่อ A คือ ขนาดของเวกเตอร์ $\vec{A}$

B คือ ขนาดของเวกเตอร์ $\vec{B}$

θ คือ มุมระหว่าง $\vec{A}$ และ $\vec{B}$

สมบัติของผลคูณสเกลาร์

1. $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$
2. $(r\vec{A}) \cdot \vec{B} = r(\vec{A} \cdot \vec{B}) = \vec{A} \cdot (r\vec{B})$
3. $\vec{A} \cdot (\vec{B} + \vec{C}) = \vec{A} \cdot \vec{B} + \vec{A} \cdot \vec{C}$
4. $\vec{A} \cdot \vec{A} = A^2$

6. ผลคูณเวกเตอร์ (Cross Product)

กำหนดให้ $\vec{A}$ และ $\vec{B}$ เป็นปริมาณเวกเตอร์

ผลคูณเวกเตอร์ของ $\vec{A}$ และ $\vec{B}$ คือ $\vec{A} \times \vec{B}$

$$\text{ขนาดของ } \vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta$$

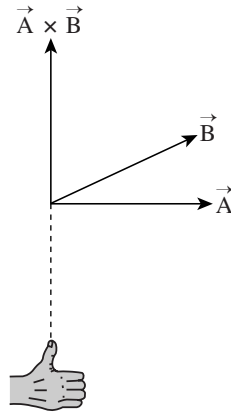
ทิศทางของ $\vec{A} \times \vec{B}$ เป็นไปตามกฎมือขวา (Right-hand rule)

เมื่อ A คือ ขนาดของเวกเตอร์ $\vec{A}$

B คือ ขนาดของเวกเตอร์ $\vec{B}$

θ คือ มุมระหว่าง $\vec{A}$ และ $\vec{B}$

กฎมือขวา (Right-hand rule)



การหาทิศของ $\vec{A} \times \vec{B}$ โดยอาศัยกฎมือขวา มีหลักการดังนี้

1. ให้ปลายนิ้วทั้งสี่แทนทิศของเวกเตอร์ $\vec{A}$
2. กวาดปลายนิ้วทั้งสี่เข้าหาเวกเตอร์ $\vec{B}$
3. ทิศหัวแม่มือจะเป็นทิศของ $\vec{A} \times \vec{B}$

สมบัติของผลคูณเวกเตอร์

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

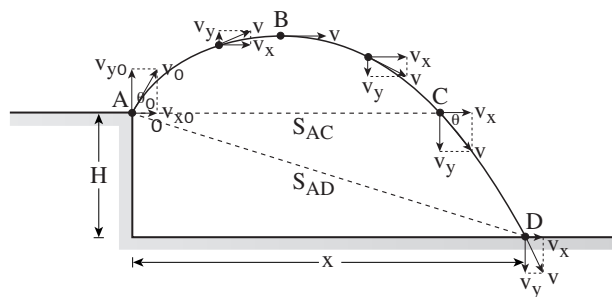


การเคลื่อนที่แบบต่างๆ

1. การเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง

1.1 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง

การเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง คือ การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีแรงกระทำทำมุมใดๆ กับความเร็ว โดยมุมกระทำนั้นไม่คงที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จะได้ลักษณะการเคลื่อนที่เป็นโค้งพาราโบลา ซึ่งมีการกระจัดเกิดขึ้น 2 แนวพร้อมกันคือ แนวราบและแนวตั้ง ดังนั้นความเร็วขณะใดๆ ของการเคลื่อนที่จะต้องประกอบด้วยความเร็ว 2 แนวคือ แนวราบ (v_x) และแนวตั้ง (v_y) ทิศของความเร็วขณะใดๆ จะต้องสัมพันธ์กับเส้นโค้งการเคลื่อนที่เสมอ ดังรูป



รูปแสดงลักษณะการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง

จากรูปแสดงการขว้างวัตถุจากหน้าผาสูง H ด้วยความเร็ว v_0 ทำมุม θ_0 กับแนวระดับ วัตถุตกถึงพื้นห่างจากจุดขว้างในแนวราบเท่ากับ x

พิจารณาการเคลื่อนที่ของวัตถุจากรูป จะได้

1. ลักษณะการเคลื่อนที่เป็นโค้งรูปพาราโบลา
2. ความเร็วขณะใดๆ สัมพันธ์กับเส้นโค้งการเคลื่อนที่ และประกอบด้วยความเร็วสองแนว คือ แนวราบ (v_x) และแนวตั้ง (v_y) ซึ่งมีขนาดและทิศทางดังนี้

ขนาด

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

ทิศทาง

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$$

โดย

$$v_x = v \cos \theta \quad \text{และ} \quad v_y = v \sin \theta$$

3. การกระจัดของการเคลื่อนที่ คือ ความยาวเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ประกอบด้วยการกระจัดแนวราบและแนวตั้ง

ตัวอย่างเช่น (1) การกระจัดจาก A ไป C = s_{AC}

$$\text{การกระจัดแนวราบ } s_x = s_{AC}$$

$$\text{การกระจัดแนวตั้ง } s_y = 0$$

$$\text{การกระจัดลัพธ์ } s_{AC} = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} = s_{AC}$$

(2) การกระจัดจาก A ไป D = s_{AD}

$$\text{การกระจัดแนวราบ } s_x = x$$

$$\text{การกระจัดแนวตั้ง } s_y = H$$

$$\text{การกระจัดลัพธ์ } s_{AD} = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} = \sqrt{x^2 + H^2}$$

1.2 เงื่อนไขของการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง

การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวิถีโค้งประกอบด้วยเคลื่อนที่ 2 แนวพร้อมกัน คือ แนวราบ และแนวตั้ง ซึ่งแต่ละแนวมีเงื่อนไขการเคลื่อนที่ดังนี้

1) การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวราบ วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วในแนวราบคงที่จะได้สมการการเคลื่อนที่คือ

$$s_x = u_x t$$

โดย s_x = การกระจัดแนวราบ

$$u_x = \text{ความเร็วแนวราบ} = u \cos \theta$$

t = เวลาของการเคลื่อนที่

2) การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตั้ง วัตถุเคลื่อนที่ในอากาศจะอยู่ภายใต้แรงดึงดูดของโลก ดังนั้นสมการการเคลื่อนที่ในแนวตั้งคือ

$$\begin{array}{ll} 1. \quad v = u + gt & 2. \quad h = ut + \frac{1}{2} gt^2 \\ 3. \quad v^2 = u^2 + 2gh & 4. \quad h = \left(\frac{u+v}{2}\right)t \end{array}$$

- ข้อควรจำ**
1. วัตถุเคลื่อนที่จากระดับความสูงเดียวกันโดยมีความเร็วต้นในแนวตั้งเท่ากัน จะตกถึงพื้นดินในเวลาเท่ากัน
 2. ที่ระดับความสูงเดียวกันอัตราเร็วขาขึ้นเท่ากับอัตราเร็วขาลง และเวลาขาขึ้นเท่ากับเวลาขาลง
 3. ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แนวราบและแนวตั้งมีเวลา (t) เป็นตัวร่วม

1.3 การคำนวณการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวิถีโค้ง

เพื่อความสะดวกและความรวดเร็วในการคำนวณ เราสามารถลำดับขั้นตอนในการคำนวณการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง ได้ดังนี้

1. ให้เขียนรูปการเคลื่อนที่ของวัตถุ พร้อมทั้งกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ตามข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้
2. ที่จุดเริ่มต้นแยกความเร็วเป็น 2 แนว คือ
แนวราบ $u_x = u \cos \theta$ และแนวตั้ง $u_y = u \sin \theta$
3. ตรวจสอบการคำนวณจากสมการแนวราบ และแนวตั้ง ถ้าแนวไหนมีข้อมูลครบให้คำนวณจากแนวนั้น
4. ถ้าทั้งแนวราบและแนวตั้งมีข้อมูลไม่ครบ ให้สร้างสมการการเคลื่อนที่ทั้ง 2 แนว โดยมีเวลา (t) เป็นตัวร่วมแล้วแก้สมการหาค่าที่ต้องการ
5. ความเร็วขณะใดๆ ของการเคลื่อนที่ที่จะต้องประกอบด้วยความเร็วแนวราบและแนวตั้งเสมอ ซึ่งมีขนาดดังนี้

ขนาด

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

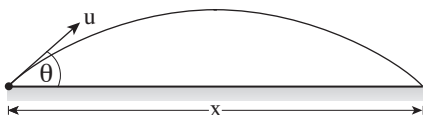
ทิศทาง

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$$

ข้อสังเกต ในการเลือกจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ให้พยายามเลือกจุดคู่ที่ทราบการกระจัดทั้งแนวราบและแนวตั้งหรือจุดคู่ที่มีความสัมพันธ์ของการกระจัด หรือจุดคู่ที่ทราบข้อมูลมากที่สุดออกมาพิจารณา

● การหาระยะทางแนวราบที่ไกลที่สุดของการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง

1. การกระจัดแนวราบที่ระดับเดียวกันของการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง

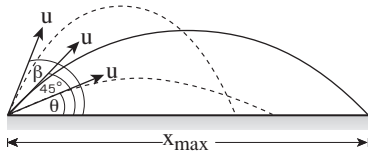


$$x = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$$

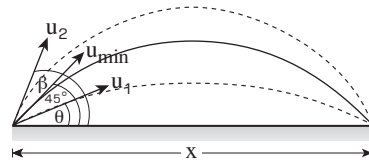
เมื่อ u = ความเร็วต้น, g = ความเร่งของโลก, θ = มุมที่ความเร็วต้นทำกับแนวระดับ

2. การขว้างวัตถุให้ตกในระยะแนวราบไกลที่สุด โดยใช้อัตราเร็วต้นเท่ากัน แสดงว่าความเร็วต้นของการขว้างจะต้องทำมุม 45° กับแนวราบดังรูป a

3. การขว้างวัตถุให้วัตถุถึงที่หมาย โดยใช้ความเร็วต้นน้อยที่สุด แสดงว่าความเร็วต้นจะต้องทำมุม 45° กับแนวราบดังรูป b



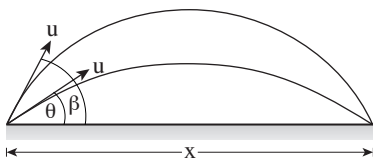
รูป (a)



รูป (b)

ระยะตกไกลสุดเมื่อ u ทำมุม $\theta = 45^\circ$ วัตถุตกถึงที่หมายโดย u น้อยที่สุดเมื่อ $\theta = 45^\circ$

4. การขว้างวัตถุให้ตกถึงที่หมายเดียวกัน โดยใช้อัตราเร็วต้นเท่ากัน สามารถขว้างด้วยความเร็วต้นทำมุมกับแนวราบได้ 2 มุมด้วยกันคือ มุมหนึ่งน้อยกว่า 45° และอีกมุมหนึ่งมากกว่า 45° โดยมุมทั้งสองรวมกันเท่ากับ 90° ยกเว้นกรณีวัตถุตกไกลสุดจะขว้างด้วยความเร็วต้นได้เพียงมุมเดียวคือ 45°



เมื่อ $\theta + \beta = 90^\circ$ จะได้การกระจัดแนวราบเท่ากัน โดย θ น้อยกว่า 45° และ β มากกว่า 45°

รูปแสดงการกระจัดแนวราบเท่ากันเมื่อ $\theta + \beta = 90^\circ$

● การหาระยะไกลสุดบนพื้นเอียงของการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง

การขว้างวัตถุให้ตกในระยะไกลสุดบนพื้นเอียง เราจะต้องขว้างวัตถุด้วยความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ ดังนี้

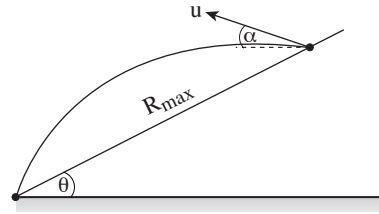
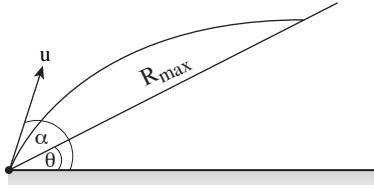
$$\alpha = 45^\circ \pm \frac{\theta}{2}$$

โดย α = มุมที่ความเร็วต้นทำกับแนวระดับ

θ = มุมที่พื้นเอียงทำกับแนวระดับ

เครื่องหมาย $\pm$ หน้า θ แสดงถึงลักษณะการขว้าง โดยขว้างวัตถุขึ้นจากเชิงพื้นเอียงมุม

θ เป็นบวก (+) และถ้าขว้างวัตถุจากตำแหน่งบนพื้นเอียงลงมามุม θ เป็นลบ (-)



จากรูป R_{max} เมื่อ $\alpha = 45^\circ + \frac{\theta}{2}$

จากรูป R_{max} เมื่อ $\alpha = 45^\circ - \frac{\theta}{2}$

สรุป

การขว้างวัตถุให้ได้ระยะตกไกลสุดในแนวต่างๆ แยกพิจารณาได้ดังนี้

1. ขว้างวัตถุบนพื้นระดับให้ได้ระยะตกไกลสุดแนวราบ แสดงว่า $\alpha = 45^\circ$
2. ขว้างวัตถุบนพื้นเอียงจากจุดเชิงพื้นเอียง ให้ได้ระยะตกไกลสุดตามพื้นเอียง

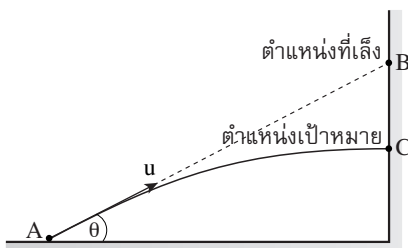
แสดงว่า $\alpha = 45^\circ + \frac{\theta}{2}$

3. ขว้างวัตถุบนพื้นเอียงจากจุดบนพื้นเอียง ให้ได้ระยะตกไกลสุดตามพื้นเอียง

แสดงว่า $\alpha = 45^\circ - \frac{\theta}{2}$

● การยิงกระสุนปืนให้ถูกเป้าหมาย

ในการยิงกระสุนปืนให้ถูกเป้าหมายนั้นจะต้องทำการเล็งวัตถุให้สูงกว่าตำแหน่งเป้าหมายเป็นระยะเท่ากับระยะที่กระสุนตกในแนวดิ่งภายใต้แรงดึงดูดของโลก ในระยะเวลาเท่ากับเวลาที่กระสุนเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นจนถึงเป้าหมาย ดังรูป



จากรูป ปาวัตถุที่จุด A ด้วยความเร็วต้น u ต้องการให้วัตถุถูกเป้าหมายที่จุด C ต้องทำการเล็งเหนือเป้าหมาย C เป็นระยะ BC

หาระยะ BC ถ้าวัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป C นาน t วินาที หาระยะ BC ได้ดังนี้

$$\text{จาก } s = ut + \frac{1}{2} gt^2$$

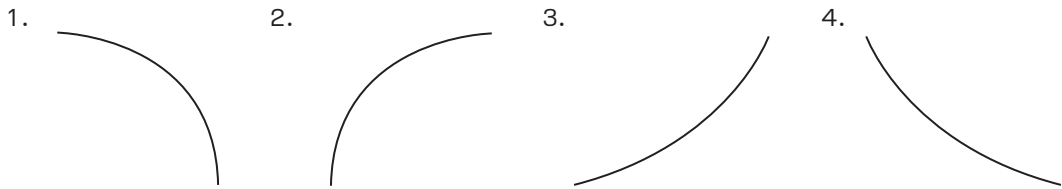
$$\text{แทนค่า } BC = 0 + \frac{1}{2} gt^2$$

$$s = \frac{1}{2} gt^2$$

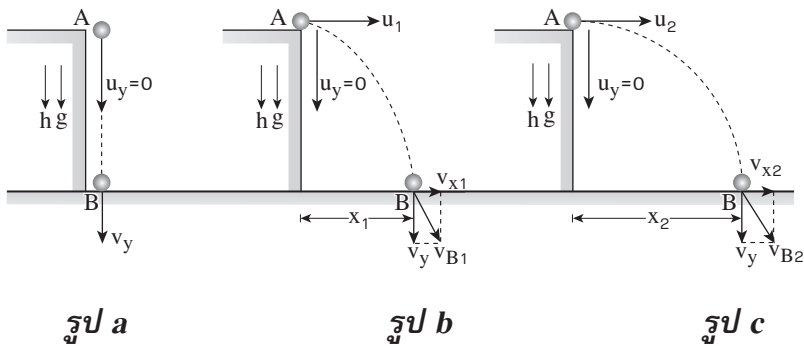
เมื่อ s = ระยะความสูงเหนือเป้าหมาย, t = เวลาที่วัตถุเคลื่อนที่

แบบฝึกหัดที่ 1

1. รูปต่อไปนี้รูปใดเป็นการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง



2. รูป a, b และ c แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากระดับความสูงเดียวกันในลักษณะต่างกัน โดยรูป a ปล่อยวัตถุตกลงในแนวตั้ง สำหรับรูป b และ c กลิ้งวัตถุตกด้วยความเร็วต้นแนวราบ u_1 และ u_2 ตกถึงพื้นห่าง x_1 และ x_2 ตามลำดับ อยากทราบว่าเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่และอัตราเร็วของวัตถุทั้งสามที่กระทบพื้นจะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร



รูป a

รูป b

รูป c
