



คู่มือการทดลองที่ 4

การแตกแรงเป็นองค์ประกอบ

Resolution of a Force into Components

ฟิสิกส์ ม.4-5 | แรงและสมดุล (Force & Equilibrium)



วัตถุประสงค์

เรียนรู้การแตกแรงเป็นองค์ประกอบ และเงื่อนไขสมดุลสถิต



ระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4-5



เวลาที่ใช้

100 นาที (2 คาบ)



กลุ่ม / ห้อง:



ชื่อ-นามสกุล:



วันที่:

1. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1.1 จุดประสงค์ด้านความรู้ (Knowledge)

- อธิบายการแตกแรง F เป็นองค์ประกอบแนวนอน $F_x = F \cos\theta$ และแนวตั้ง $F_y = F \sin\theta$ ได้
- อธิบายเงื่อนไขสมดุลสถิต $\sum F_x = 0$ ($F_{1x} = F_{2x}$) และ $\sum F_y = 0$ ($F_{1y} + F_{2y} = W$) ได้
- คำนวณ % error ระหว่างค่าองค์ประกอบแรงเชิงทฤษฎีกับค่าที่อ่านได้จาก simulation ได้
- ใช้ Law of Cosines และ trigonometry วิเคราะห์ระบบแรงสองแรงที่ดึงวัตถุสมดุลได้

1.2 จุดประสงค์ด้านทักษะ (Skills)

- ปรับขนาด F_1 , F_2 และมุม A_1 , A_2 ผ่านสไลด์เดอร์และพิมพ์ตัวเลขโดยตรงได้แม่นยำ
- อ่านค่า F_{1x} , F_{1y} , F_{2x} , F_{2y} , $\sum F_y$ และ % error จาก Data Panel แบบ real-time ได้
- ลากวงแหวน (Ring) บน canvas และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเชือกและเวกเตอร์ได้
- บันทึก วิเคราะห์ และสรุปผลความสัมพันธ์ระหว่างมุม ขนาดแรง และสมดุลได้

1.3 จุดประสงค์ด้านเจตคติ (Attitude)

- ตระหนักถึงความสำคัญของการแตกแรงในการวิเคราะห์โครงสร้าง เช่น สะพาน เครน หลังคา
- มีความรอบคอบในการบันทึกค่าและคำนวณ % error เพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของผล
- เห็นคุณค่าของการใช้ simulation เป็นเครื่องมือสำรวจแนวคิดทางฟิสิกส์ที่ปลอดภัยและแม่นยำ

2. ทฤษฎีพื้นฐาน

2.1 การแตกแรงเป็นองค์ประกอบ (Force Resolution)

แรง (Force) เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีขนาดและทิศทาง แรงเดียวที่ทำมุม θ กับแนวระดับ สามารถแทนด้วยแรงสองแรงตั้งฉากกัน คือ องค์ประกอบแนวนอน (F_x) และแนวตั้ง (F_y):

สูตรแตกแรง:

$$F_x = F \cos\theta \quad (\text{องค์ประกอบแนวนอน})$$

$$F_y = F \sin\theta \quad (\text{องค์ประกอบแนวตั้ง})$$

$$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad \leftarrow \text{ตรวจสอบย้อนกลับ}$$

หมายเหตุ:

- θ วัดจากแนวระดับ (แกน x)
- $F_x > 0$ ทิศขวา, $F_y > 0$ ทิศขึ้น
- ตัวเลขที่ประมาณ 1 หลักสุดท้าย

2.2 เงื่อนไขสมดุลสถิต (Static Equilibrium)

เมื่อระบบอยู่ในสมดุล (วัตถุไม่เคลื่อนที่) ผลรวมของแรงทุกทิศเป็นศูนย์:

เงื่อนไข	แนวนอน (x)	แนวตั้ง (y)
สมการ	$\Sigma F_x = 0 \rightarrow F_{1x} = F_{2x}$	$\Sigma F_y = 0 \rightarrow F_{1y} + F_{2y} = W$
ขยาย	$F_1 \cos A_1 = F_2 \cos A_2$	$F_1 \sin A_1 + F_2 \sin A_2 = W$

2.3 % Error (ความคลาดเคลื่อน)

ใช้ประเมินว่าค่าทดลองสอดคล้องกับทฤษฎีมากแค่ไหน:

$$\% \text{ error (H)} = |F_{1x} - F_{2x}| / \min(F_{1x}, F_{2x}) \times 100\% \quad \leftarrow \text{แนวนอน}$$

$$\% \text{ error (V)} = |\Sigma F_y - W| / W \times 100\% \quad \leftarrow \text{แนวตั้ง}$$

เกณฑ์: $\% \text{ error} < 10\% \rightarrow$  สมดุลดี | $\% \text{ error} \geq 10\% \rightarrow$  คลาดเคลื่อนสูง

2.4 ตัวอย่างการคำนวณ (ค่าเริ่มต้น)

$$F_1 = 4.3 \text{ N}, A_1 = 54^\circ \rightarrow F_{1x} = 4.3 \cos 54^\circ \approx 2.53 \text{ N}, F_{1y} = 4.3 \sin 54^\circ \approx 3.48 \text{ N}$$

$$F_2 = 7.3 \text{ N}, A_2 = 79^\circ \rightarrow F_{2x} = 7.3 \cos 79^\circ \approx 1.39 \text{ N}, F_{2y} = 7.3 \sin 79^\circ \approx 7.16 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 3.48 + 7.16 = 10.64 \text{ N} \mid W = 10 \text{ N} \rightarrow \% \text{ error (V)} = 6.4\% \quad \leftarrow \text{green checkmark icon}$$

3. วัสดุ/อุปกรณ์

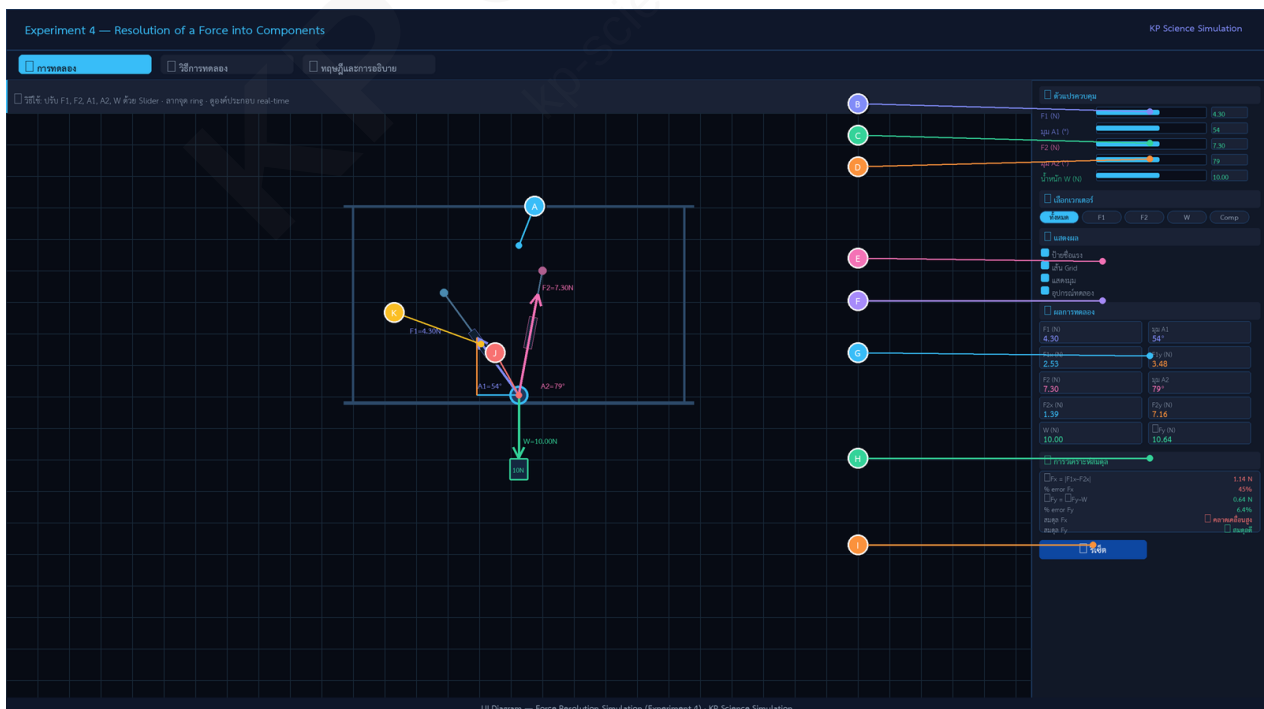
ลำดับ	รายการ	หมายเหตุ
1	คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ที่มีเว็บเบราว์เซอร์ (Chrome / Firefox / Safari)	รองรับ HTML5 Canvas
2	ไฟล์ 4. force_resolution_sim.html	เปิดด้วยเบราว์เซอร์โดยตรง
3	ใบบันทึกผลการทดลอง (เอกสารนี้)	พิมพ์หรือกรอกบน Word
4	เครื่องคิดเลข / สมาร์ทโฟน	คำนวณ cos, sin และ % error

4. วิธีการใช้งาน Simulation

4.1 การเปิดโปรแกรม

1. คัดลอกไฟล์ 4. force_resolution_sim.html ไปยังโฟลเดอร์ที่ต้องการ
2. ดับเบิลคลิกที่ไฟล์เพื่อเปิดในเว็บเบราว์เซอร์ (Chrome / Firefox / Safari)
3. หน้าต่างที่เปิดขึ้นจะแสดงแท็บ 3 แท็บ: 🎬 การทดลอง / 📋 วิธีการทดลอง / 📐 ทฤษฎีและการอธิบาย

4.2 แผนผังส่วนประกอบของ Simulation



รูปที่ 1 : แผนผังอธิบายส่วนประกอบของโปรแกรม Simulation "การแตกแรงเป็นองค์ประกอบ"

สัญลักษณ์	ชื่อส่วนประกอบ	คำอธิบายและสิ่งที่ปรับได้
A	พื้นที่แสดงอุปกรณ์ (Canvas)	แสดงกรอบทดลอง เชือก เครื่องชั่งสปริง วงแหวน และมวลแขวน — ลากวงแหวน (J) บน canvas ได้
B	สไลด์เดอร์ F1 และ A1	ปรับขนาดแรง F1 (1–20 N) และมุม A1 (10–80°) ด้วยแถบเลื่อนหรือพิมพ์ตัวเลขโดยตรง
C	สไลด์เดอร์ F2 และ A2	ปรับขนาดแรง F2 (1–20 N) และมุม A2 (10–80°) ด้วยแถบเลื่อนหรือพิมพ์ตัวเลขโดยตรง
D	สไลด์เดอร์ W (น้ำหนัก)	ปรับน้ำหนักมวลแขวน W (0.5–20 N) — เปลี่ยน W เพื่อทดสอบสมดุลในเงื่อนไขต่างกัน
E	ปุ่มเลือกเวกเตอร์	เลือกแสดง: ทั้งหมด / F1 / F2 / W / Comp (องค์ประกอบ) / ซ่อนทั้งหมด — Ctrl+คลิกเลือกหลายตัว
F	ปุ่ม Toggle แสดงผล	เปิด/ปิด: ป้ายชื่อแรง, เส้น Grid, มุม A1 A2, ภาพอุปกรณ์ทดลอง
G	กล่องผลการทดลอง (Data)	แสดง F1, A1, F1x, F1y, F2, A2, F2x, F2y, W, ΣF_y แบบ real-time ขณะปรับค่า
H	กล่องวิเคราะห์สมดุล	แสดง ΔF_x , % error Fx, ΔF_y , % error Fy และตัวบ่งชี้  สมดุลดี /  คลาดเคลื่อนสูง
I	ปุ่มรีเซ็ต (↺)	คืนค่าทุกตัวแปรกลับสู่ค่าเริ่มต้น F1=4.3N, A1=54°, F2=7.3N, A2=79°, W=10N
J	วงแหวน (Ring)	จุดสมดุลที่ลากได้บน canvas — ลากเพื่อเปลี่ยนตำแหน่งจุดรวมแรง ดูการเปลี่ยนแปลงภาพเชือก
K	เครื่องชั่งสปริง	แสดงบนเชือก F1 และ F2 — มีขีดสเกลและป้ายค่าแรง (N) กำกับข้างๆ

4.3 ขั้นตอนการทดลอง

ขั้น	การกระทำ	รายละเอียด / สิ่งที่ต้องสังเกต
1	อ่านค่าเริ่มต้น	สังเกตค่า $F_1 = 4.3 \text{ N}$, $A_1 = 54^\circ$, $F_2 = 7.3 \text{ N}$, $A_2 = 79^\circ$, $W = 10 \text{ N}$ — ดูเวกเตอร์ 3 แรงบน canvas
2	สังเกตองค์ประกอบ F_1	จากกล่อง G อ่านค่า F_{1x} และ F_{1y} — ตรวจสอบกับ $F_1 \cos A_1$ และ $F_1 \sin A_1$ ด้วยเครื่องคิดเลข
3	สังเกตองค์ประกอบ F_2	อ่านค่า F_{2x} และ F_{2y} — เปรียบเทียบกับ $F_2 \cos A_2$ และ $F_2 \sin A_2$
4	ตรวจสอบสมดุลแนวนอน	ดูกล่อง H: $\Delta F_x = F_{1x} - F_{2x} $ และ % error F_x — หากสมดุล ค่าควรใกล้ 0 N และ $< 10\%$
5	ตรวจสอบสมดุลแนวตั้ง	ดู $\Sigma F_y = F_{1y} + F_{2y}$ เทียบกับ $W = 10 \text{ N}$ — ΔF_y และ % error F_y ควรต่ำ
6	บันทึกชุดที่ 1	คัดลอกค่าทุกตัวลงตารางบันทึก (ชุดที่ 1) และคำนวณ % error ด้วยตนเอง
7	ปรับค่า F_2 หรือ A_2	ลอง ปรับ F_2 หรือ A_2 เพื่อให้ % error ลดลง — บันทึกชุดที่ 2
8	เปลี่ยน W เป็น 15 N	ปรับ $W = 15 \text{ N}$ แล้วหาค่า F_1 , F_2 ใหม่ที่ทำให้สมดุล — บันทึกชุดที่ 3
9	สรุปผล	เปรียบเทียบทั้ง 3 ชุด วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมุม ขนาดแรง และสมดุล

เคล็ดลับการใช้งาน

- กดปุ่ม "Comp" (E) เพื่อดูองค์ประกอบแรงแบบเส้นประ — ช่วยให้เห็นภาพ F_x และ F_y ชัดเจนขึ้น
- ลาก Ring (J) บน canvas ได้ — เชือกและมุมจะเปลี่ยนตาม แต่ค่า F_1 , F_2 , A_1 , A_2 , W ยังคงเดิม
- กด "รีเซ็ต" (I) เสมอก่อนเริ่มชุดทดลองใหม่เพื่อหลีกเลี่ยงข้อมูลปะปน
- บนแท็บเล็ด ลากสไลด์เดอร์ช้าๆ เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำ

5. ใบบันทึกผลการทดลอง

5.1 ตารางบันทึกองค์ประกอบแรง

บันทึกค่าจาก simulation 3 ชุดการทดลอง:

ชุด	F1 (N)	A1 (°)	F2 (N)	A2 (°)	W (N)	F1x (N)	F1y (N)	F2x (N)	F2y (N)	ΣF_y (N)
1										
2										
3										

5.2 ตารางวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน

คำนวณ ΔF_x , ΔF_y และ % error สำหรับแต่ละชุด:

ชุด	ΔF_x (N)	% err Fx	ΔF_y (N)	% err Fy	สรุปสมดุล
1					
2					
3					

5.3 คำถามท้ายการทดลอง

1) เมื่อ A1 เพิ่มขึ้น (มุมชันขึ้น) องค์ประกอบ F1x และ F1y เปลี่ยนแปลงอย่างไร? ตรงกับสูตร $\cos\theta$ และ $\sin\theta$ หรือไม่?

ตอบ:

.....

.....

2) ในชุดที่ % error Fx ต่ำที่สุด F1x เปรียบกับ F2x อย่างไร? สะท้อนเงื่อนไข $\Sigma F_x = 0$ หรือไม่?

ตอบ:

.....

.....

3) เมื่อเพิ่ม W จาก 10 N เป็น 15 N ต้องเพิ่ม F1 F2 หรือปรับมุมอย่างไร? เพราะเหตุใด?

ตอบ:

4) ยกตัวอย่างสถานการณ์จริงที่ใช้หลักการแตกแรง (เช่น หลังคา ลวดโยง เครน) พร้อมอธิบายสั้นๆ

ตอบ:

5) สรุปว่า simulation นี้ยืนยันหรือขัดแย้งกับทฤษฎี $\Sigma F_x = 0$ และ $\Sigma F_y = 0$ อย่างไร? บั๊จจัยใดทำให้มี % error?

ตอบ:

6. ข้อควรระวังและเทคนิค



ข้อควรปฏิบัติ

- อ่านค่า F1x, F1y, F2x, F2y จากกล่อง G ขณะสไลด์เตอร์หยุดนิ่ง ไม่ใช่ขณะกำลังลาก
- ตรวจสอบว่า % error แสดงสีเขียว (< 10%) ก่อนบันทึกในแต่ละชุด
- คำนวณ % error ด้วยมือเองแล้วเทียบกับค่าในโปรแกรม เพื่อฝึกทักษะการคำนวณ
- กด Ctrl+คลิก ปุ่มเวกเตอร์ (E) เพื่อดูหลายเวกเตอร์พร้อมกัน



ข้อพึงระวัง

- ค่า % error สูงไม่ได้แปลว่าโปรแกรมผิด แต่หมายความว่าเงื่อนไขสมมุติยังไม่ครบ
- มุม A1 และ A2 วัดจากแนวระดับ ไม่ใช่จากแนวตั้ง — อย่าสับสนกับมุมเฉย
- เมื่อ A1 หรือ A2 ใกล้ 0° หรือ 90° ค่า F จะต้องสูงมากเพื่อให้สมดุล ระวังค่าเกินช่วงสไลด์เตอร์

7. เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
บันทึกข้อมูลครบ 3 ชุด ($F1x$, $F1y$, $F2x$, $F2y$, ΣFy)	30	
คำนวณ ΔFx , ΔFy และ % error ถูกต้อง	20	
ตอบคำถามท้ายการทดลอง (5 ข้อ $\times$ 6 คะแนน)	30	
สรุปผล วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมุมและแรง	20	
คะแนนรวม	100	 / 100

ลายมือชื่อผู้สอน: วันที่ตรวจ: