คัมภีร์วิทยายุทธ
ฟิสิกส์ไร้พ่าย
ภาค 2 สแกนกรรมข้อสอบ
ถอดรหัสคำลวง สสารและคลื่นแสง สู่สมการมหาเทพ

ผศ.ดร. วัชรินกร เมฆลา

SAJJAYANA
PUBLISHING HOUSE

ทางลัดสู่คะแนนท็อปฟิสิกส์

คำนำ (Preface)

แด่... ผู้กล้าที่พร้อมก้าวข้ามขีดจำกัด สู่ความเป็นเทพแห่งฟิสิกส์

หาก เด็ก ๆหยิบหนังสือเล่มนี้ขึ้นมา นั่นแปลว่า เด็ก ๆได้ผ่านสมรภูมิเลือดใน "คัมภีร์วิทยายุทธ ฟิสิกส์กลศาสตร์ ไร้พ่าย" (ภาค 1) มาแล้ว หรือไม่... เด็ก ๆก็กำลังมองหาทางรอดสุดท้ายในสนามสอบฟิสิกส์ที่นับวันยิ่งทวีความโหดร้ายและซับซ้อนขึ้นทุกปี

ในโลกของข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยยุคปัจจุบัน (A-Level และ สอวน.) ความรู้ฟิสิกส์แบบท่องจำสูตรไปสอบนั้น "ตายสนิท" ครับ คนออกข้อสอบไม่ได้ต้องการวัดว่า เด็ก ๆจำสูตรได้มากแค่ไหน แต่เขาต้องการทดสอบว่า เด็ก ๆมี "สติ" และความสามารถในการ "ถอดรหัส" คำลวงที่ซ่อนอยู่ในโจทย์ได้หรือไม่

หนังสือ **"คัมภีร์วิทยายุทธ ฟิสิกส์ไร้พ่าย ภาค 2 สแกนกรรมข้อสอบ ถอดรหัสคำลวง สสารและคลื่นแสง สู่สมการมหาเทพ"** เล่มนี้ ถูกเขียนขึ้นมาเพื่ออุดช่องโหว่นั้นโดยเฉพาะ ผมได้นำประสบการณ์กว่า 20 ปีในรั้วมหาวิทยาลัย มากลั่นกรองและชำแหละเนื้อหา 6 บทหิน ได้แก่ ของแข็ง ของไหล ความร้อน คลื่น เสียง และแสง ออกมาเป็น "วิชามาร" และ "สมการมหาเทพ" ที่จะช่วยให้ เด็ก ๆมองข้ามเปลือกนอกของโจทย์ และพุ่งตรงไปสวบคำตอบ (เด็กเล่นเกมส์รู้ดีว่ามันแปลว่าอะไร) ที่ถูกต้องได้ภายในบรรทัดเดียว

ลืมการแก้สมการเศษส่วนซ้อนที่ยาวเป็นหางว่าวไปได้เลย ลืมการโดนหลอกด้วยทิศทางของแสงหรืออุณหภูมิที่สลับหน่วยไปมา เพราะในเล่มนี้ อาจารย์จะพา เด็ก ๆไป "สแกนกรรม" ข้อสอบ ชี้เป้าจุดดักตาย (Traps) ที่เด็กร้อยทั้งร้อยมักจะพลาด และติดอาวุธทางความคิดให้ เด็ก ๆก้าวข้ามจาก "ผู้ถูกทดสอบ" กลายเป็น "ผู้คุมเกม" ในห้องสอบอย่างแท้จริง

จำไว้ว่า... ฟิสิกส์ไม่ใช่ยาวิเศษที่กินแล้วเก่งทันที แต่มันคือวิทยายุทธที่ต้องอาศัยการฝึกฝน เมื่อ เด็ก ๆอ่านคัมภีร์เล่มนี้จบ ขอให้ลงมือทำ Simulation Test ท้ายเล่มด้วยความดุดันและเยือกเย็นดุจจอมมาร

ขอให้ความมุ่งมั่น สติปัญญา และความสำเร็จ จงสถิตอยู่กับศิษย์สำนักสัจจะญาณทุกคน... ไปทวงคะแนนที่ควรจะเป็นของ เด็ก ๆคืนมาครับ!

ผศ.ดร. วัชรินกร เมฆลา

สำนักพิมพ์สัจจะญาณ

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

มหาคัมภีร์ **"ฟิสิกส์ไร้พ่าย ภาค 2 สแกนกรรมข้อสอบ ถอดรหัสคำลวง สสารและคลื่นแสง สู่สมการมหาเทพ"** เล่มนี้ คงไม่อาจสำเร็จลุล่วงและตีพิมพ์ออกมาอย่างสมบูรณ์แบบได้ หากปราศจากแรงสนับสนุนและกำลังใจจากหลายๆ ฝ่ายที่อยู่เบื้องหลัง

อันดับแรก ผมขอขอบเด็ก ๆ "ลูกศิษย์" ทุกรุ่น ตลอดระยะเวลากว่า 20 ปีบนเส้นทางการเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัย แววตาแห่งความพยายาม ความสงสัยที่สะท้อนผ่านคำถามในห้องเรียน และความมุ่งมั่นที่จะก้าวข้ามขีดจำกัดของตัวเอง คือแรงบันดาลใจอันยิ่งใหญ่ที่ทำให้ผมตกผลึกความรู้ รวบรวม "วิชามาร" และสร้างสรรค์ตำราเล่มนี้ขึ้นมา เพื่อหวังทลายกำแพงความยากของวิชาฟิสิกส์ให้กลายเป็นเรื่องที่เข้าถึงและเอาชนะได้

ขอกราบขอบพระเด็ก ๆ เด็ก ๆพ่อและเด็ก ๆแม่ ผู้เปรียบเสมือนรากฐานอันแข็งแกร่งที่สุดในชีวิตของผม ความรัก ความเสียสละ และการสนับสนุนอย่างไม่มีเงื่อนไขของท่านในทุกๆ ก้าวเดิน ตั้งแต่วันแรกของการศึกษาจนกระทั่งสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกทางฟิสิกส์ และก้าวเข้าสู่เส้นทางวิชาการอย่างเต็มตัว คือเบื้องหลังความสำเร็จและพลังขับเคลื่อนที่แท้จริงของผมเสมอมา

ขอขอบเด็ก ๆทีมงานสำนักพิมพ์ **"สัจจะญาณ"** และกัลยาณมิตรจากครอบครัว IC Infinity STUDIO ที่คอยร่วมอุดมการณ์และสนับสนุนการผลักดันสื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ฉีกกรอบเดิม ๆ ทำให้วิสัยทัศน์ในการถ่ายทอดความรู้กลายเป็นรูปเล่มที่จับต้องได้และทรงพลัง

ท้ายที่สุดนี้ ผมหวังเป็นอย่างยิ่งว่า กุศลและวิทยาทานที่เกิดจากความตั้งใจในการเขียนตำราเล่มนี้ จะส่งผลเป็นเกราะคุ้มกันและอาวุธทางปัญญา ให้นักรบทุกคนที่กำลังก้าวลงสู่สนามสอบ สามารถสยบทุกโจทย์ปัญหา บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ และเติบโตไปเป็นกำลังสำคัญของชาติต่อไปครับ

ผศ.ดร. วัชรินกร เมฆลา

🔥 คำเตือน อย่าเพิ่งก้าวเข้าห้องสอบ ถ้าเด็ก ๆยังไม่ได้เปิดคัมภีร์เล่มนี้! 🔥

เคยเป็นแบบนี้ไหมครับ?

- 🤦‍♂️ อ่านโจทย์ยาวเหยียดจบแล้วสมองตื้อ... ไม่รู้จะดึงสูตรไหนมาใช้
- 🤦‍♂️ มั่นใจว่าคิดเลขถูกเป๊ะ! แต่พอเฉลยออกมา กลับโดน "คำศัพท์แค่คำเดียว" สับขาหลอกจนเสียคะแนนฟรี
- 🤦‍♂️ และที่เจ็บปวดที่สุดคือ... **"ทำไม่ทัน!"** เพราะมัวแต่ตั้งสมการเศษส่วนซ้อนยาวเป็นหางว่าว

ความจริงที่หนังสือเรียนทั่วไปไม่เคยบอกเด็ก ๆคือ ข้อสอบแข่งขันยุคนี้ (A-Level PAT3 และสอวน.) ไม่ได้ถูกสร้างมาเพื่อวัดว่าเด็ก ๆ "จำสูตร" ได้มากแค่ไหน แต่มันถูกสร้างมาเพื่อคัดคนด้วยการ **"ซ่อนเงื่อนไข"** และ **"วางกับดักเวลา"** ในมือของเด็ก ๆตอนนี้ ไม่ใช่หนังสือสรุปฟิสิกส์ธรรมดา... แต่มันคือ **"เครื่องจักรสังหารข้อสอบ"** ที่จะเปลี่ยนเด็ก ๆจาก "ผู้ถูกล่า" ให้กลายเป็น **"ปีศาจแห่งห้องสอบ"**!

เปิดคัมภีร์เล่มนี้ แล้วเด็ก ๆจะพบกับ

- 🤦‍♂️ 👁️ **วิชา "สแกนกรรมข้อสอบ"** รู้วิธีอ่านใจคนออกข้อสอบ จับคีย์เวิร์ดลับ (เช่น ลอยปริ่มน้ำพอดี สะท้อนกลับทางเดิม และ ถังปิดสนิท) แล้วกระชากตัวแปรออกมาฟาดสมการได้ทันที!
- 🤦‍♂️ ⚔️ **สมการ "มหาเทพ"** โยนการแก้สมการ 3 หน้ากระดาษทิ้งไป! แล้วมารู้จักสูตรลัดบรรทัดเดียว ที่สยบข้อสอบระดับโอลิมปิกให้จบได้ภายใน 10 วินาที
- 🤦‍♂️ 💀 **แฉ "6 ด่านมรณะ"** ของแข็ง ของไหล ความร้อน คลื่น เสียง แสง... ทุกจุดตาย ทุกช้อยส์ลวง ที่ฆ่าเด็ก ม.ปลาย มาแล้วนับไม่ถ้วน ถูกลากไส้ออกมาแฉไว้ในเล่มนี้จนหมดเปลือก
- 🤦‍♂️ 🎮 **Simulation Test ขั้นสุด** จำลองสมรภูมิข้อสอบจริง จับเวลาจริง พร้อมเฉลยด้วยวิชามารที่ทำให้เด็ก ๆต้องร้องว่า *"รู้งี้ทำแบบนี้ตั้งนานแล้ว!"*

หมดยุคของการนั่งท่องจำฟิสิกส์แบบคนแพ้แล้วครับ ถ้าเด็ก ๆอยากรู้ว่าความรู้สึกของการเห็นโจทย์ปุ๊บแล้วรู้ทันทีว่าต้อง "สวบ" คำตอบข้อไหนมันสะใจแค่ไหน...

พลิกเปิดหน้าถัดไปสิครับ... แล้วโลกฟิสิกส์ของเด็ก ๆ จะไม่มีวันเหมือนเดิมอีกต่อไป!

🔥 5 คำคมปลุกวิญญาณฟิสิกส์ ไร้พ่าย 🔥

"การปฏิวัติทางความคิดไม่ได้เริ่มจากการจำสูตรได้ร้อยบรรทัด แต่เริ่มจากการมองเห็นความจริงของจักรวาลทะลุผ่านตัวแปรเพียงตัวเดียว"

"ธรรมชาติไม่ได้ซ่อนความลับไว้เพื่อกลั่นแกล้งเรา แต่มันทิ้ง 'รอยต่อแห่งความเป็นจริง' ไว้ให้เฉพาะคนที่กล้าพอจะตั้งคำถามและทลายกรอบเดิม ๆ"

"สมการฟิสิกส์ไม่ใช่กรงขังแห่งตัวเลข แต่เป็นกุญแจปลดแอกขีดจำกัด หากคุณอ่านใจมันออก ทุกปรากฏการณ์บนโลกล้วนสยบแทบเท้า"

"แม้แต่แสงยังต้องหักเหเมื่อเปลี่ยนตัวกลาง แล้วนับประสาอะไรกับอุปสรรคตรงหน้า... จงพลิกแพลงดั่งคลื่น และทะลวงเป้าหมายให้เฉียบขาดดั่งอนุภาค"

"ฟิสิกส์คือภาษาที่จักรวาลใช้เขียนกฎแห่งธรรมชาติ หน้าที่ของเราไม่ใช่แค่เรียนเพื่อสอบผ่าน แต่คือการตื่นรู้และใช้ 'สัจจะญาณ' หยั่งลึกให้ถึงแก่นแท้ของมัน"

สารบัญ

บทที่	หัวข้อย่อย (Subtopics)	หน้า
บทนำ	**ถอดรหัสคลื่นและสสาร (ทำไมบทนี้ถึงเป็นจุดชี้ชะตาในข้อสอบ?)**	**1**
	สถิติและสัดส่วนของเนื้อหาสมบัติสสารและคลื่นในแต่ละสนามสอบ (A-Level TPAT3 สอบตรง ฯลฯ)	1
	Mindset และความเข้าใจผิดที่ทำให้ทำโจทย์พลาดบ่อยที่สุด	2
	ภาคที่1 สถานะแห่งความจริง – สมบัติของสสาร (Matter)	
1	**ของแข็ง (Solid) ความแข็งแกร่งและขีดจำกัด**	5
	1.1 ความเค้น (Stress) และ ความเครียด (Strain) เข้าใจแรงที่กระทำและการตอบสนองของวัสดุ (เคล็ดลับการแยกแยะและการดูทิศทางแรง)	5
	1.2 มอดุลัสของยัง (Young's Modulus) และกราฟความเค้น-ความเครียด อ่านกราฟให้ขาด (พิกัดจำกัดความแปรผัน จุดคราก จุดแตกหัก)	8
	1.3 Trick & Trap จุดหลอกในโจทย์ของแข็ง (เช่น การต่อลวดสปริงลวดต่างชนิด)	12
2	**ของไหล (Fluid) หยุดนิ่งและลื่นไหล**	**19**
	2.1 ของไหลสถิต (Hydrostatics)	19
	ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ และความดัน (สัมบูรณ์ เกจ บรรยากาศ)	19
	กฎของพาสคาล (Pascal's Principle) และเครื่องอัดไฮดรอลิกประยุกต์ใช้ในการผ่อนแรง	20
	หลอดแก้วรูปตัวยู เทคนิคการตั้งสมการเมื่อมีของเหลวหลายชนิด	20
	แรงตึงผิว (Surface Tension) และปรากฏการณ์แคปิลลารี ทำไมน้ำถึงไต่หลอด?	20
	แรงลอยตัว (Buoyant Force) และหลักของอาร์คิมีดีส (Archimedes' Principle) เคล็ดลับการวิเคราะห์วัตถุลอย-จม-ปริ่ม	21
	2.2 ของไหลพลศาสตร์ (Hydrodynamics)	26

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หัวข้อย่อย (Subtopics)	หน้า
2	ของไหลอุดมคติ และสมการความต่อเนื่อง (Continuity Equation) $A_1v_1 = A_2v_2$	26
	สมการของแบร์นูลลี (Bernoulli's Equation) พลังงานในของไหลที่กำลังเคลื่อนที่	27
	2.3 **Trick & Trap** ข้อสอบชอบหลอกอะไร? (หลุมพรางสมการแบร์นูลลี แรงลอยตัวในลิฟต์ แรงตึงผิวกับฟองสบู่)	37
	2.4 ประยุกต์ "วิชามารคณิตศาสตร์" สู้ศึกฟิสิกส์ (The Math-Hack Crossover)	39
3	**ความร้อนและแก๊ส (Heat & Gas) พลังงานที่มองไม่เห็น**	**43**
	3.1 อุณหภูมิและความร้อน ความจุความร้อน (c, C) และการเปลี่ยนสถานะ (L)	43
	3.2 การถ่ายโอนความร้อน นำ พา แผ่รังสี (การประยุกต์ในชีวิตประจำวันและข้อสอบ)	47
	3.3 กฎของแก๊สอุดมคติ (Ideal Gas Law) $PV = nRT$ (เทคนิคการจำและใช้สูตร บอยล์ ชาร์ล เกย์ลูสแซก)	52
	3.4 ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (Kinetic Theory of Gases) พลังงานจลน์เฉลี่ยและความเร็วระดับโมเลกุล (v_{rms})	54
	3.5 กฎข้อที่ 1 ของอุณหพลศาสตร์ (1st Law of Thermodynamics) $Q = \Delta U + W$ (การวิเคราะห์กราฟ PV ให้เฉียบขาด)	60
	3.6 **Trick & Trap** จุดบอดในโจทย์ความร้อนและแก๊ส (เครื่องหมายของ $Q, \Delta U, W$ ในอุณหพลศาสตร์)	62
	ภาคที่ 2 ระบำแห่ง พลังงาน คลื่นและปรากฏการณ์ (Waves)	
4	**ธรรมชาติและสมบัติของคลื่น (Wave Fundamentals)**	**69**
	4.1 กายวิภาคของคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น ความถี่ คาบ และอัตราเร็ว ($v = f\lambda$)	69
	4.2 ประเภทของคลื่น ตามขวาง เทียบกับ ตามยาว คลื่นกล เทียบกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	73
	4.3 สมบัติคลื่น 4 จตุรเทพ	76

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หัวข้อย่อย (Subtopics)	หน้า
4	การสะท้อน (Reflection) กฎการสะท้อน คลื่นในเชือก (ปลายตรึง/อิสระ)	76
	การหักเห (Refraction) กฎของสเนลล์ (Snell's Law) มุมวิกฤต และการสะท้อนกลับหมด	77
	การแทรกสอด (Interference) เสริม/หักล้าง (Constructive/Destructive) เฟสตรงกัน/ตรงข้าม	78
	การเลี้ยวเบน (Diffraction) หลักของฮอยเกนส์ (Huygens' Principle)	79
	4.4 **Trick & Trap** การนับแนวบัพปฏิบัพ (Nodes/Antinodes) แบบไม่พลาด	83
5	**เสียง (Sound Waves) คลื่นกลที่คุ้นเคย**	**89**
	5.1 ธรรมชาติของเสียง อัตราเร็วเสียงในตัวกลางต่าง ๆ (ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ $v = 331 + 0.6t$)	89
	5.2 สมบัติของเสียง สะท้อน (เสียงก้อง โซนาร์) หักเห (เห็นฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง) แทรกสอด เลี้ยวเบน	92
	5.3 ความเข้มเสียง (I) และระดับเสียง (β) การคำนวณและกฎล็อกการิทึม (Logarithm) ในสมการเสียง	97
	5.4 ปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ (Resonance) การสั่นพ้องในหลอดปลายเปิดปลายปิด (เทคนิคการวาดรูปหาความยาวคลื่น)	103
	5.5 บีตส์ (Beats) และ ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler Effect) ใครเข้าใกล้ ใครออกห่าง สังเกตความถี่อย่างไร?	108
	5.6 Trick & Trap จุดหลอกดอปเพลอร์ (ทิศทางความเร็ว) การประยุกต์โจทย์คลื่นกระแทก (Mach Number)	111
6	**แสงและทัศนอุปกรณ์ (Light & Optics)**	**117**
	6.1 แสงเชิงคลื่น (Physical Optics)	117
	สลิตเดี่ยว (Single Slit) การเลี้ยวเบนและแทรกสอด	118
	สลิตคู่ (Double Slit) ของยัง การแทรกสอดแบบเฟสตรงกัน	119

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หัวข้อย่อย (Subtopics)	หน้า
6	เกรตติง (Grating) แยกสเปกตรัมแสง	119
	6.2 แสงเชิงรังสี (Geometrical Optics)	124
	การสะท้อน กระจกราบ กระจกโค้ง (เว้า/นูน) การหาภาพและกำลังขยาย	124
	การหักเห ลึกจริงลึกปรากฏ เลนส์บาง (นูน/เว้า) และสมการผู้ทำเลนส์	125
	ทัศนอุปกรณ์ แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ กล้องโทรทรรศน์ สายตาสั้น ยาว	126
	6.3 Trick & Trap เครื่องหมายบวกลบ ในสมการกระจกเลนส์ (จุดสลบของนักเรียนทุกคน!)	127
	ภาคที่ 3 บทสรุปสู่สนามสอบ (The Final Arena)	
7	**ตะลุยโจทย์ประยุกต์และโจทย์ระคน (Advanced Problem Solving)**	**139**
	7.1 เทคนิคการ "อ่านใจ" คนออกข้อสอบ การสแกนคีย์เวิร์ดเพื่อเลือกใช้สูตร	140
	7.2 ผ่าโจทย์ยาก การวิเคราะห์โจทย์ที่ผสมผสานหลายบท (เช่น ของไหลรวมกับแก๊ส และกลศาสตร์รวมกับคลื่น)	146
	7.3 Simulation Test แนวข้อสอบเสมือนจริง (คัดแยกตามระดับความยาก) พร้อมเฉลยละเอียดที่เน้นวิธีคิด ไม่ใช่แค่หาคำตอบ	151
	บทส่งท้าย ก้าวข้ามขีดจำกัด	
	คำแนะนำสุดท้ายก่อนลงสนามสอบ และการจัดการเวลา	**184**

บทนำ

ถอดรหัสคลื่นและสสาร (ทำไมบทนี้ถึงเป็นจุดชี้ชะตาในข้อสอบ?)

ในบรรดาสมรภูมิการสอบเข้ามหาวิทยาลัย ไม่ว่าจะเป็นสนามสอบระดับประเทศหรือการสอบตรง นักเรียนส่วนใหญ่มักจะทุ่มเทเวลาไปกับ "กลศาสตร์" (Mechanics) จนหมดแรง และมักจะมองข้ามกลุ่มเนื้อหา "สมบัติของสสารและคลื่น" (Matter & Waves) โดยหารู้ไม่ว่า... นี่คือ **"จุดชี้ชะตา"** ที่แบ่งแยกคนสอบติดออกจากคนสอบตก

ทำไมน่ะหรือ? เพราะกลศาสตร์คือสิ่งที่ตามองเห็นได้ชัดเจน (รถชนกัน วัตถุตกจากตึก รอกหมุน) แต่งานของสสารและคลื่นคือการจัดการกับ **"สิ่งที่มองไม่เห็นแต่มันมีอยู่จริง"** ไม่ว่าจะเป็นความดันที่ซ่อนอยู่ในท่อระบายน้ำ พลังงานความร้อนที่แฝงอยู่ในโมเลกุลแก๊ส หรือการซ้อนทับกันของหน้าคลื่นที่ล่องหน คนที่จะเก็บคะแนนบทนี้ได้เต็ม จึงไม่ใช่คนที่จำสูตรเก่งที่สุด แต่คือคนที่ "จินตนาการและมองเห็นปรากฏการณ์" ได้ทะลุปรุโปร่งที่สุดต่างหาก

สถิติและสัดส่วนของเนื้อหา ทำไมนักเรียนถึงทิ้งบทนี้ไม่ได้เด็ดขาด?

หากเรากางข้อสอบฟิสิกส์ทุกสนามในประเทศไทยออกมาวิเคราะห์ นี่คือสถิติที่สะท้อนความจริงอันน่าตกใจ

- **A-Level ฟิสิกส์ (วิชาสามัญเดิม)** กลุ่มสสารและคลื่น (ของแข็ง ของไหล ความร้อน แก๊ส คลื่น เสียง แสง) กินสัดส่วนคะแนนรวมกันถึง **25 - 30%** ของข้อสอบทั้งหมด! นั่นหมายความว่า หากนักเรียนทิ้งบทนี้ นักเรียนแทบจะปิดประตูการสอบติดคณะการแข่งขันสูงอย่าง แพทย์ ทันตแพทย์ หรือวิศวกรรมศาสตร์ ไปได้เลย
- **TPAT3 (ความถนัดด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์)** ข้อสอบไม่ได้ถามสูตรตรง ๆ แต่เน้น **"การประยุกต์ใช้เชิงวิศวกรรม"** บทที่ออกสอบอย่างดุเดือดคือ กลศาสตร์ของไหล (เช่น หลักการทำงานของปั๊มน้ำ เครื่องอัดไฮดรอลิก) และ อุณหพลศาสตร์ (เช่น การระบายความร้อน การขยายตัวของวัสดุ) ใครแม่นคอนเซปต์บทนี้ จะทำข้อสอบเชิงสถานการณ์ได้รวดเร็วมาก
- **สอบตรง/โควตามหาวิทยาลัยชั้นนำ** มักจะออกโจทย์ที่ลึกซึ้งและมีความซับซ้อน (Complex Problems) เช่น การเอาเรื่องของไหลไปผสมกับกลศาสตร์นิวตัน หรือเอาเรื่องแก๊สไปร้อยเรียงกับพลังงาน ข้อสอบเหล่านี้ต้องการคนที่ "เข้าใจนิยาม" อย่างถ่องแท้ ไม่ใช่แค่เด็กท่องสูตร

Mindset และ 5 ความเข้าใจผิดที่ทำให้ทำโจทย์พลาดบ่อยที่สุด

สาเหตุที่นักเรียนส่วนใหญ่ไปไม่ถึงฝั่งฝันในบทนี้ ไม่ใช่เพราะโจทย์ยากเกินไป แต่เป็นเพราะความเข้าใจผิดที่ฝังรากลึก นี่คือ "หลุมพราง" ที่คนออกข้อสอบขุดดักไว้แทบทุกปี

1. Mindset "จำสูตรได้ = ทำโจทย์ได้" (The Plug-and-Play Myth)

- **ความพลาด** เด็กหลายคนท่องสูตรสมการแบร์นูลลี ($\beta P+\frac{1}{2}\rho v^2+\rho gh=C$ เมื่อ C ค่าคงตัว) หรือกฎของแก๊ส ($PV=nRT$) ได้แม่นยำ แต่พอเจอโจทย์กลับทำไม่ได้ เพราะไม่รู้ว่า "เงื่อนไขข้อจำกัด" ของสูตรคืออะไร
- **การปลดล็อก** ต้องเปลี่ยน Mindset ว่าทุกสูตรมี "ข้อแม้" เสมอ แก๊สที่กำลังคำนวณเป็นแก๊สอุดมคติหรือแก๊สจริง? ของไหลนั้นมีความหนืดหรือไม่? หากไม่วิเคราะห์สถานะก่อนแทนค่า โอกาสผิดคือ 100%

2. หลุมพราง "เครื่องหมาย" ในอุณหพลศาสตร์ (The Sign Convention Trap)

- **ความพลาด** ในสมการกฎข้อที่ 1 ของอุณหพลศาสตร์ $Q=\Delta U+W$ นักเรียนจะสับสนเครื่องหมายบวก-ลบจนพังพินาศ ความร้อนเข้าหรือออก? ระบบทำงานหรืองานถูกทำใส่ระบบ?
- **การปลดล็อก** เลิกจำแบบนกแก้วนกขุนทอง ให้มองระบบเป็น "กระเป๋าสตางค์" ความร้อน (Q) คือเงินที่รับมา/จ่ายไป พลังงานภายใน (ΔU) คือเงินเก็บในกระเป๋า และงาน (W) คือเงินที่เอาไปซื้อของ (ระบบขยายตัว) เข้าใจแค่นี้ เครื่องหมายจะไม่มีวันผิดอีก

3. ความสับสนระหว่าง "ความดันเกจ" กับ "ความดันสัมบูรณ์" (Gauge vs. Absolute Pressure)

- **ความพลาด** เวลาโจทย์ถามหาความดันที่ก้นสระน้ำ นักเรียนมักจะรีบคำนวณแค่ ρgh แล้วตอบทันที โดยลืมไปว่าบนผิวน้ำยังมีชั้นบรรยากาศกดทับอยู่อีกชั้นหนึ่ง!
- **การปลดล็อก** ต้องอ่านโจทย์ให้ขาดประดุจนักสืบ ว่าโจทย์ถามหาความดัน "สัมบูรณ์" (รวมบรรยากาศ) หรือความดัน "เกจ" (แค่จากของเหลว) คำเพียงคำเดียว เปลี่ยนคำตอบได้ทันที

4. ภาพลวงตาของ "การแทรกสอด" (The Interference Illusion)

- **ความพลาด** เมื่อเรียนเรื่องคลื่น นักเรียนมักจะจำแค่ว่า $S_1P-S_2P=n\lambda$ คือแนวเสริม และ $(n-\frac{1}{2})\lambda$ คือแนวหักล้าง แต่ลืมเช็กว่าแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองมี "เฟสตรงกัน" หรือ "เฟสตรงข้ามกัน" ตั้งแต่แรก ทำให้สมการสลับฝั่งกันหมด
- **การปลดล็อก** ก่อนเขียนสมการคลื่นทุกครั้ง ต้องวาดภาพในหัวหรือบนกระดาษทดเสมอว่าจุดเริ่มต้นของคลื่นทั้งสองแหล่งมันพุ่งขึ้นหรือพุ่งลงพร้อมกัน

5. ภาพจำเลนส์และกระจกที่สับสน (The Optics Sign Confusion)

ความพลาด เรื่องแสงเป็นบทที่สูตรน้อยมาก ($\frac{1}{f}=\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}$) แต่เด็กตายเรียบเพราะใส่เครื่องหมาย f, s, s' สลับกัน เลนส์นูนกระจกเว้า เลนส์เว้ากระจกนูน ภาพจริงภาพเสมือนตีกันมั่วไปหมด

การปลดล็อก ในคัมภีร์เล่มนี้ เราจะไม่ให้นักเรียนท่องจำตารางเครื่องหมายอันยาวเหยียด แต่เราจะสอน "กฎการลากเส้นแสง" (Ray Tracing) ถ้ารังสีจริงตัดกันคือภาพจริง ถ้ารังสีเสมือนตัดกันคือภาพเสมือน เมื่อเข้าใจธรรมชาติของแสง เครื่องหมายจะปรากฏขึ้นมาเองโดยอัตโนมัติ

ก่อนพลิกหน้าถัดไป วิธีดึงพลังจากคัมภีร์เล่มนี้ให้ถึงขีดสุด

เพื่อให้ นักเรียนพร้อมที่สุดสำหรับทุกสนามสอบ ขอให้ยึดหลัก 3 ข้อในการอ่านหนังสือเล่มนี้

1. **อ่านให้เห็นภาพ อย่าแค่อ่านตัวอักษร** ในแต่ละบท เราจะเน้นอธิบาย "ปรากฏการณ์" ก่อน "สมการ" เสมอ ขอให้ นักเรียนจินตนาการตามจนเห็นภาพชัดเจน แล้วสมการจะตามมาเอง
2. **จับตาดูป้ายเตือน "Trick & Trap"** นี่คือจุดที่รุ่นพี่ของ นักเรียนพลาดมาแล้วนับไม่ถ้วน เราขุดหลุมพรางของคนออกข้อสอบมาแฉไว้ให้หมดแล้ว ห้ามข้ามเด็ดขาด!
3. **ห้ามกลัวกระดาษทดที่เลอะเทอะ** เมื่อถึงบทตะลุยโจทย์ จงกล้าที่จะเขียน กล้าที่จะตั้งสมการผิด เพราะรอยขีดฆ่าบนกระดาษทดในวันนี้ คือคะแนนที่เพิ่มขึ้นในวันสอบจริง

บทนำนี้เป็นเพียงแค่การวอร์มอัพเท่านั้นครับ เมื่อนักเรียนพร้อมที่จะลบล้างความเชื่อผิด ๆ เหล่านี้แล้ว พลิกหน้าต่อไป เพื่อเข้าสู่โลกแห่ง **"ของแข็งและของไหล"** ที่จะทำให้คุณมองเห็นฟิสิกส์ในมุมที่ไม่เคยเห็นมาก่อน...!

ภาคที่1 สถานะแห่งความจริง – สมบัติของสสาร (Matter)

บทที่1

ของแข็ง (Solid) ความแข็งแกร่งและขีดจำกัด

เวลาพูดถึง **"ของแข็ง"** น้อง ๆ หลายคนอาจจะนึกถึงก้อนหิน ท่อนเหล็ก หรือโต๊ะเรียนที่ตั้งอยู่เฉย ๆ ดูแข็งทื่อและไม่มีวันเปลี่ยนรูปร่างได้ใช่ไหมครับ? ตอนที่เราเรียนวิชากลศาสตร์ (Mechanics) นิวตันมักจะหลอกให้เรามองวัตถุเป็น "Rigid Body" (วัตถุแข็งเกร็ง) ที่ไม่ว่าจะเอารถไปชน เอาปืนไปยิง หรือเอามวลไปแขวน มันก็ยังคงรูปร่างเป๊ะเหมือนเดิมไม่มีบุบสลาย

แต่ในโลกความเป็นจริง... และ **"ในสมรภูมิข้อสอบ"** มันไม่ใช่อย่างนั้นครับ!

สัจธรรมของธรรมชาติคือ **ไม่มีสิ่งใดบนโลกที่แข็งแกร่งแบบไร้เทียมทาน ทุกสิ่งล้วนมี "ขีดจำกัด"** โต๊ะที่นักเรียนกำลังนั่งทับอยู่ตอนนี้ จริง ๆ แล้วขามันกำลัง "ยุบตัว" ลงไปนิด ๆ ในระดับที่ตาเปล่ามองไม่เห็น หรือสะพานแขวนที่ดูตั้งตระหง่าน แท้จริงแล้วสายสลิงเหล็กกำลัง "ยืดออก" ทุกครั้งที่มีรถสิบล้อวิ่งผ่าน

แล้วความลับของของแข็งคืออะไร? ให้ลองปรับ Mindset ใหม่ครับ จินตนาการว่าอะตอมหรือโมเลกุลที่อยู่ข้างในของแข็ง ไม่ได้ถูกทากาวติดกันแน่น ๆ แต่มันกำลัง **"จับมือกันด้วยสปริงเส้นจิ๋ว ๆ นับล้าน ๆ เส้น"**

- เมื่อเราออกแรงดึง สปริงก็ยืดออก
- เมื่อเราปล่อยมือ สปริงก็หดตัวกลับไปอยู่ที่เดิม
- **แต่... ถ้าเราออกแรงดึงมากเกินไปล่ะ?** สปริงจิ๋วพวกนี้ก็จะยืดจนเสียศูนย์ หดกลับไม่ได้อีก หรือถ้าดึงแรงกว่านั้น... มันก็จะขาดกระจุย!

และตรงคำว่า **"ขีดจำกัด"** นี้นี่แหละครับ คือ **"ขุมทรัพย์คะแนน"** ที่คนออกข้อสอบ A-Level และ TPAT3 โปรดปรานมากที่สุด! เขาไม่ได้อยากรู้แค่ว่าน้อง ๆ ท่องสูตรได้ไหม แต่เขาอยากวัดกึ๋นว่า ... เราเข้าใจไหมว่าวัสดุชิ้นนี้มัน "ทนความเจ็บปวด" ได้แค่ไหน? ถึงจุดไหนที่มันจะยืดแล้วไม่ยอมกลับคืนรูป? และแรงระดับไหนที่จะทำให้มัน "พังทลาย" แตกหักลงมา?

1.1 ความเค้น (Stress) และ ความเครียด (Strain) เข้าใจแรงที่กระทำและการตอบสนอง

ก่อนจะไปลุยโจทย์ ขอให้จำคอนเซปต์สั้น ๆ ไว้แค่นี้เลยครับ **ความเค้น (Stress) คือ "ตัวต้นเหตุ" (แรงที่กระทำ) ส่วนความเครียด (Strain) คือ "ผลลัพธ์ที่ตามมา" (รูปร่างที่เปลี่ยนไป)** ถ้าเราแยกสองตัวนี้ออกจากกันได้ บทนี้ก็กินหมูแล้ว!

1. ความเค้น (Stress; σ) ต้นเหตุแห่งความตึงเครียด

ความเค้นคือตัวบอกว่าวัสดุกำลังรับภาระหนักแค่ไหน คิดง่าย ๆ คือเอาแรงมาหารด้วยพื้นที่ที่รับแรงนั้น สูตรตั้งต้นคือ

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

โดย σ คือ ความเค้น (หน่วย N/m^2 หรือ Pascal) F คือ แรงที่กระทำ และ A คือ พื้นที่

เทคนิคการดูทิศทางแรง (ระวังโดนแกงตรงนี้!)

อย่าเพิ่งรีบจับ F หาร A ทันทีนะครับ! เพราะข้อสอบชอบวัดความเข้าใจว่า เราดูทิศทางของแรงเทียบกับพื้นที่หน้าตัดเป็นหรือเปล่า ซึ่งแบ่งได้ 3 แบบฟิน ๆ ตามนี้

- **ความเค้นดึง (Tensile Stress)** แรง F พุ่งออกและ **ตั้งฉาก** กับพื้นที่ A (ฟีลแบบดึงลวดให้ยืดออก)
- **ความเค้นอัด (Compressive Stress)** แรง F พุ่งเข้าและ **ตั้งฉาก** กับพื้นที่ A (ฟีลแบบกดเสาให้ยุบลง)
- **ความเค้นเฉือน (Shear Stress)** แรง F ขนาน กับพื้นที่ A (นึกภาพเราเอามือถูไปบนหน้าปกหนังสือหนา ๆ แล้วปกมันเบี้ยไปด้านข้าง แรงถูนั้นแหละขนานกับหน้าปก!)

ตัวอย่างโจทย์เช็คคอนเซปต์ทิศทางแรง

โจทย์ นำก้อนยางลบรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์มาวางบนโต๊ะ จากนั้นใช้นิ้วมีอออกแรง F ผลักผิวด้านบนของยางลบในแนวขนานกับโต๊ะ ทำให้ยางลบเอียงไปด้านข้าง ความเค้นที่เกิดขึ้นกับผิวด้านบนของยางลบคือความเค้นชนิดใด?

วิธีคิด คีย์เวิร์ดคือ "ออกแรงผลักในแนวขนานกับโต๊ะ" (ซึ่งก็คือขนานกับผิวสัมผัสด้านบนของยางลบ) แรงที่ขนานกับพื้นที่คือความเค้นเฉือน!

ตอบ ความเค้นเฉือน (Shear Stress)

2. ความเครียด (Strain; ε) ผลลัพธ์ที่ตอบสนอง

พอวัสดุโดนความเค้นกระทำ มันก็จะเปลี่ยนรูปร่างไป ความเครียดคือตัวเลขที่บอกว่า "มันเปลี่ยนไปมากแค่ไหนเมื่อเทียบกับขนาดเดิม" สูตรคือ

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

โดย ε คือ ความเครียด ΔL คือ ความยาวที่ยืดหรือหด และ L_0 คือ ความยาวตอนเริ่มต้น

ตัวอย่างโจทย์ดักหน่วยความเครียด

โจทย์ ลวดเหล็กเส้นหนึ่งยาว 2 เมตร ถูกดึงจนยืดออก 0.02 เมตร ความเครียดของลวดเส้นนี้มีค่าเท่าใด?

ก. 0.01 เมตร ข. 0.01 ตารางเมตร ค. 0.01 ง. 0.01 จ. 1.0

วิธีคิด เข้าสูตร $\varepsilon = \frac{0.02}{2} = 0.01$ คราวนี้มาดูช้อยส์! จำไว้ให้ขึ้นใจว่า **ความเครียด "ไม่มีหน่วย"** เพราะมันคือ เมตร หารด้วย เมตร ตัดกันเกลี้ยง! ข้อไหนมีหน่วยติดมา ตัดทิ้งไปเลย

ตอบ ข้อ ค)

ทริคกันพลาด (Trick & Trap) ที่ข้อสอบชอบเอามาแกง!

เวลาเจอโจทย์คำนวณจริง คนออกข้อสอบมักจะไม่ให้ตัวเลขมาตรง ๆ แต่จะซ่อนกับดักไว้ 3 ชั้นแบบนี้ครับ มาดูวิธีแก้เกมกัน

กับดักที่ 1 ให้ "เส้นผ่านศูนย์กลาง" แต่เราต้องการ "รัศมี"

โจทย์ชอบบอกว่า "ลวดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง d" สิ่งแรกที่ต้องทำคือเอา d หาร 2 ให้กลายเป็นรัศมี r ก่อน แล้วค่อยเอาไปเข้าสูตรพื้นที่วงกลม $A = \pi r^2$

กับดักที่ 2 เล่นแร่แปรธาตุกับหน่วย (mm, cm)

ฟิสิกส์ต้องใช้หน่วย เมตร (m) เสมอ!

- ถ้าให้มาเป็น มิลลิเมตร (mm) ต้องคูณ 10^{-3} ให้เป็นเมตร
- ถ้าต้องหาพื้นที่หน้าตัด A จากหน่วยตารางมิลลิเมตร ($(mm)^2$) ต้องคูณ 10^{-6} ให้กลายเป็นตารางเมตร (m^2) ข้อนี้ลืมกันบ่อยมาก!

กับดักที่ 3 ให้ "มวล" มาหลอกว่าเป็น "แรง"

โจทย์ชอบบอก "แขวนมวล 5 กิโลกรัม" หลายคนรีบเอาเลข 5 ไปแทนตัว F เลย... ผิดจังเบ้อเร่อ! มวลคือ m ต้องเอาไปคูณ g (ความเร่งโน้มถ่วง) ให้กลายเป็นน้ำหนัก W ก่อน ดังนั้น $F = mg = 5 \times 10 = 50$ นิวตัน ต่างหาก!

ตัวอย่างโจทย์คอมโบรวมฮิต (ดักทุกทาง)

โจทย์ นำมวลขนาด 10 กิโลกรัม ไปแขวนที่ปลายลวดโลหะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร จงหาความเค้นดึงที่เกิดขึ้นในลวดเส้นนี้ (กำหนด g = 10 m/s^2 และ $\pi \approx 3.14$)

วิธีคิด สแกนหาตัวหลอกก่อนเลย!

1. หลอกมวล ให้ m = 10 kg ต้องแปลงเป็นแรง F = mg = 10 x 10 = 100 N
2. หลอกเส้นผ่านศูนย์กลาง ให้ d = 2 mm ต้องหารครึ่ง ได้รัศมี r = 1 mm
3. หลอกหน่วย r = 1 mm ต้องเปลี่ยนเป็นเมตร คือ r = 1 x 10^{-3} m

มาหาพื้นที่หน้าตัด $A = \pi r^2$ ดังนั้น A = 3.14 x (1 x 10^{-3})^2 จะได้ A = 3.14 x 10^{-6} m^2

เข้าสูตรหาความเค้น $\sigma = \frac{F}{A}$ ดังนั้น $\sigma = \frac{100}{3.14 \times 10^{-6}} = 3.18 \times 10^{7}\ N/m^2$

เห็นไหมครับ! ถ้ารู้ทันทริคพวกนี้ ข้อสอบจะแกงเราไม่ได้เลย!

1.2 มอดุลัสของยัง (Young's Modulus) และกราฟความเค้น-ความเครียด ถอดรหัส DNA ของวัสดุ

หลังจากที่เราดึงวัสดุจนเกิด **ความเค้น (แรง)** และมันตอบสนองด้วย **ความเครียด (การยืด/หด)** คำถามต่อมาคือ... วัสดุแต่ละชนิดมันทนได้เท่ากันไหม? ดึงเหล็กกับดึงยาง ด้วยแรงเท่ากัน มันยืดเท่ากันหรือเปล่า?

คำตอบคือ "ไม่" ครับ และสิ่งที่เป็นตัวกำหนดความ "ดื้อ" ของวัสดุแต่ละชนิดก็คือค่าที่เรียกว่า **มอดุลัสของยัง (Young's Modulus; Y)**

1. มอดุลัสของยัง (Y) ค่ายิ่งมาก ยิ่งดึงยาก!

คีย์เวิร์ดของค่านี้คือ **"ความแข็งเกร็ง (Stiffness)"** ยิ่งวัสดุมีค่า Y มาก แปลว่ามันดื้อมาก ต้องออกแรงมหาศาลเพื่อจะดึงให้มันยืดออกแค่นิดเดียว (เช่น เหล็ก ทังสเตน) สูตรของมันคือการเอาต้นเหตุมาหารด้วยผลลัพธ์

$$Y = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

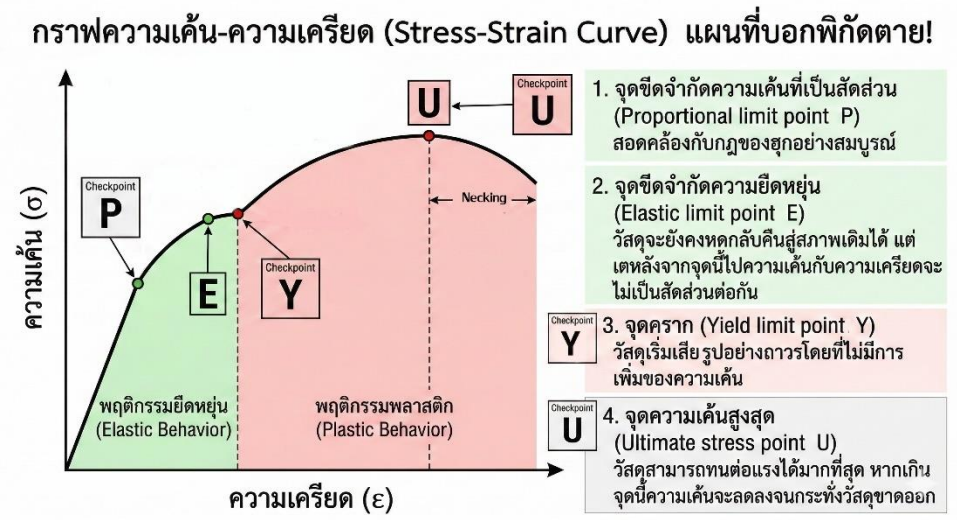
เมื่อเราแตกสูตรความเค้น ($\sigma = \frac{F}{A}$) และความเครียด ($\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$) เข้าไป จะได้สูตรหากินประจำบทนี้คือ

$$Y = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\left(\frac{F}{A}\right)}{\left(\frac{\Delta L}{L_0}\right)} = \frac{FL_0}{A\Delta L}$$

Trick ท่องจำ จำง่าย ๆ ว่า **"ฟลา" (FLA)** สูตรคือ F คูณ L_0 หารด้วย A คูณ ΔL ($\frac{FL_0}{A\Delta L}$)

2. กราฟความเค้น-ความเครียด (Stress-Strain Curve) แผนที่บอกพิกัดตาย!

ข้อสอบร้อยละ 80 ชอบให้กราฟนี้มา แล้วให้เราเป็นหมอดูทำนายพฤติกรรมของวัสดุ แกนตั้งคือ ความเค้น (sigma) แกนนอนคือ ความเครียด (epsilon) หน้าที่เราคือต้องจำ "จุด Checkpoint" สำคัญ 4 จุดนี้ให้แม่นเป๊ะ



Checkpoint 1 พิกัดขีดจำกัดความแปรผัน (Proportional Limit)

ช่วงแรกสุด กราฟจะเป็น "เส้นตรง" ความเค้นจะแปรผันตรงกับความเครียดเป๊ะๆ (แรงดึง 2 เท่า ยืด 2 เท่า) ช่วงนี้วัสดุจะเชื่อฟัง "กฎของฮุก (Hooke's Law)" อย่างเคร่งครัด

กฎของฮุก (Hooke's Law) คือหัวใจสำคัญของเรื่องความยืดหยุ่นเลยครับ ไม่ว่าจะเป็นสปริง หรือลวดโลหะที่ถูกดึงในโซน "ขีดจำกัดความแปรผัน" ล้วนต้องเชื่อฟังกฎข้อนี้ทั้งสิ้น

สูตรของกฎของฮุกแบบจำง่าย ๆ คือ $F = kx$ หรือ $F = -kx$ ไม่ต้องตกใจไปครับ! **เครื่องหมายลบ (-)** ตัวนี้ไม่ได้แปลว่าแรงติดลบ แต่ในทางฟิสิกส์มันเป็นแค่ตัวบอกทิศทางว่า **"แรงดึงกลับของสปริง (Restoring Force) จะมีทิศตรงข้ามกับระยะที่ยืดออกเสมอ"** * เช่น ถ้าเราดึงสปริงยืดไปทางขวา (x เป็นบวก) สปริงจะพยายามดึงมือเรากลับไปทางซ้าย (F มีทิศไปทางลบ) แต่เวลาเราเอาไปคำนวณหา "ขนาด" ของแรงในห้องสอบ เราสามารถถอดเครื่องหมายลบออก แล้วใช้ $F = kx$ คำนวณเพียว ๆ ได้เลยครับ! นักเรียนจำไว้เลยนะครับลวดทุกเส้นก็คือสปริง! เราสามารถเปลี่ยนลวดให้กลายเป็นสปริงเพื่อหากฎของฮุกได้ โดยใช้สูตรแปลงร่าง $k = \frac{YA}{L_0}$

Checkpoint 2 ขีดจำกัดยืดหยุ่น (Elastic Limit)

เลยจุดเส้นตรงมานิดนึง วัสดุเริ่มดื้อ กราฟเริ่มโค้ง แต่! ถ้าเราปล่อยมือตอนนี้ วัสดุยังสามารถ **"หดกลับไปมีความยาวเท่าเดิมได้ 100%"** (เหมือนดึงหนังยางตึง ๆ แล้วปล่อย)

Checkpoint 3 จุดคราก (Yield Point)

นี่คือจุดแตกหักทางจิตใจ! ถ้าดึงเลยจุดนี้ไป วัสดุจะเกิดการเสียรูปอย่างถาวร (Plastic Deformation) พูดภาษาชาวบ้านคือ **"ยืดแล้วยืดเลย ย้วย หดกลับไม่ได้แล้ว"** (เหมือนสปริงปากกาที่เราดึงเล่นตอนเด็ก ๆ จนมันพังนั่นแหละครับ)

Checkpoint 4 จุดแตกหัก (Breaking Point / Fracture Point)

จุดจบของกราฟ คือวินาทีที่วัสดุทนไม่ไหวและ "ขาดผึง" ออกจากกัน

คลังอาวุธลับ เทคนิคทลายโจทย์ทุกมิติ

เตรียมสมองให้พร้อม นี่คือเทคนิคที่คัดมาแล้วว่าใช้ "เก็บแต้ม" ในห้องสอบได้จริง ครอบคลุมตั้งแต่งานหมูๆ ไปจนถึงโจทย์หินๆ ครับ

มิติที่ 1 โจทย์แนววิเคราะห์กราฟ (อ่านกราฟให้ขาด)

คนออกข้อสอบชอบเอากราฟวัสดุ A กับ B มาเทียบกัน แล้วถามว่าใครแข็งกว่า ใครเปราะกว่า ทริคการมองคือ

- **ความชัน (Slope) = ค่า Y** กราฟเส้นไหน "ชันกว่า" (ตั้งชันชี้ฟ้ามากกว่า) แปลว่ามีค่า Y สูงกว่า (แข็งกว่า ดึงยืดยากกว่า)
- **พื้นที่ใต้กราฟ (Area) = พลังงาน** พื้นที่ใต้กราฟความเค้น-ความเครียด คือ "พลังงานศักย์ยืดหยุ่นต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร" *วัสดุที่กราฟลากยาวไปทางขวาได้ไกล ๆ ก่อนจะขาด* แปลว่าเป็นวัสดุที่ **"เหนียว"** (รับพลังงานได้เยอะ) ส่วนกราฟที่ชันปรี๊ดแล้วหยุดกึกขาดเลย เรียกว่าวัสดุ **"เปราะ"** (เช่น แก้ว เซรามิก)