

ปัญหาฟิสิกส์ท้าทาย

Challenge Physics Problem



รศ.ดร.นคร ไพศาลกิตติสกุล

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัญหาฟิสิกส์ท้าทาย

Challenge Physics Problem

รศ. ดร. นคร ไพศาลกิตติสกุล
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อหนังสือ ปัญหาฟิสิกส์ท้าทาย (Challenge Physics Problem)

ผู้เรียบเรียง ดร. นคร ไพศาลกิตติสกุล

ฉบับ e-Book กรกฎาคม 2567

จำนวนหน้า 117

จัดทำโดย ดร. นคร ไพศาลกิตติสกุล

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ 0-2218-7550 โทรสาร 0-2253-1150

๑ สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558

ห้ามทำการคัดลอก เลียนแบบ หรือดัดแปลงเนื้อหาส่วนใดส่วนหนึ่งของงานเขียนนี้

รวมทั้งการจัดเก็บ ถ่ายทอด สแกน บันทึก ถ่ายภาพ ไม่ว่ารูปแบบหรือวิธีการใดๆ

ในกระบวนการอิเล็กทรอนิกส์ เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

คำนำ

การฝึกทำโจทย์ปัญหาถือได้ว่าเป็นวิธีการสำคัญอย่างหนึ่ง เพื่อทบทวนและทดสอบ ความรู้ ความเข้าใจ ในหลักการและเนื้อหาของวิชาทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ยังช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอีกด้วย ฟิสิกส์เป็นแขนงวิชาที่มีโจทย์ปัญหาหลากหลาย มีความยากง่ายในหลายระดับ บางครั้งโจทย์ปัญหาอาจดูซับซ้อน อาจดูยากสำหรับนักเรียน นิสิต นักศึกษาบางคน แต่แท้จริงแล้ว โจทย์ปัญหาเหล่านั้นสามารถหาคำตอบได้โดยใช้หลักการพื้นฐานที่รู้จักกันดี

วัตถุประสงค์หลักของหนังสือเล่มนี้คือ การนำเสนอโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่น่าสนใจ ซึ่งแตกต่างไปจากข้อสอบแบบตัวเลือกหรือระบุเฉพาะคำตอบ ตามที่ใช้ประกอบการคัดเลือกเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัย โจทย์ปัญหาในหนังสือเล่มนี้ อาจมีรูปแบบคล้ายกับข้อสอบแข่งขันค่ายโอลิมปิกวิชาการ ในแง่ของการเขียนแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบและระดับความท้าทายของโจทย์ปัญหา หนังสือเล่มนี้ ประกอบด้วยสามบทหลักได้แก่ The Problems (โจทย์ปัญหา) The Hints (ข้อแนะนำ) และ The Solutions (เฉลย) ในบทแรกมีโจทย์ปัญหารวม 30 ข้อ ผู้อ่านควรคิดแก้ปัญหาจากข้อมูลที่ให้มาที่ละข้อจนสุดความสามารถ โดยไม่จำกัดเวลา หากไม่สามารถทำได้ จึงศึกษาข้อแนะนำสำหรับโจทย์ปัญหาข้อนั้นในบทที่สอง แล้วพยายามแก้โจทย์ปัญหาต่อไป หากยังไม่สามารถคิดหาคำตอบได้ จึงค่อยอ่านเฉลยละเอียดในบทสุดท้าย ถ้าหากผู้อ่านสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เองตั้งแต่ต้น สามารถตรวจสอบคำตอบในบทสุดท้ายได้ หลังจากที่ได้อ่านและทำความเข้าใจกับเฉลยดีแล้ว ในส่วนท้ายของเฉลยของโจทย์ปัญหาบางข้อ มีคำถามฝึกคิดเพิ่มเติมและมีคำตอบให้ ลักษณะของคำถามดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหา แต่จะมีตัวแปร สถานการณ์คำถามต่างไปจากเดิม ซึ่งถือเป็นการทดสอบความรู้ ความเข้าใจของแนวคิดและหลักการที่ใช้ใน

การแก้โจทย์ปัญหาของผู้อ่านเพิ่มเติม

หวังว่าหนังสือเล่มนี้จะช่วยให้ผู้อ่านได้ฝึกและพัฒนาการใช้ความคิดในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จึงแนะนำให้ผู้อ่านพยายามใช้เวลาในการคิดแก้โจทย์ปัญหาให้สุดความสามารถ โดยไม่ต้องกังวลกับเวลาที่ใช้ไป อาย่อมแพ้ง่ายๆ โดยการรีบไปดูเฉลย ความดีของหนังสือนี้ ขอมอบให้แด่คณาจารย์ผู้ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้เรียบเรียงทุกท่าน หากมีข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องใดๆ ผู้เรียบเรียงขอน้อมรับไว้เพียงผู้เดียว หากผู้อ่านพบหรือมีข้อเสนอแนะได้โปรดแจ้งให้ผู้เรียบเรียงทราบด้วยการส่งอีเมลล์มาที่ pnakorn@gmail.com เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องต่อไป จักขอบคุณยิ่ง

รศ. ดร. นคร ไพศาลกิตติสกุล
กรกฎาคม พ.ศ. 2567



สารบัญ

คำนำ	i
สารบัญ	i
1 The Problems	1
2 The Hints	25
3 The Solutions	49

บทที่

1

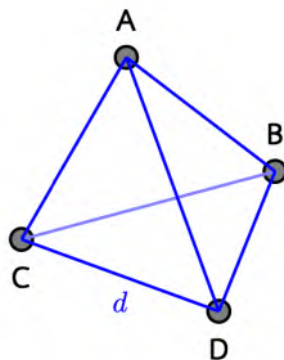
The Problems

ปัญหาข้อที่ 1 รวมกันเราอยู่

ระบบอนุภาค 4 ตัว A B C และ D มีมวล m และประจุไฟฟ้า q เหมือนกันทั้งหมด ถูกผูกติดระหว่างกันด้วยเชือกเส้นเล็กๆ ที่เป็นฉนวนเป็นรูปทรงพีระมิด ลอยอยู่ในอวกาศที่ว่างเปล่า เชือกแต่ละเส้นมีความยาวเท่ากับ d ดังรูป ต่อมาเชือกที่ผูกอยู่ระหว่าง A กับ B ถูกตัดขาด จงหาอัตราเร็วสูงสุดของอนุภาค A หลังจากนั้น

★ ดูแนวทางการแก้ปัญหาได้ในหน้า 25

★★ ดูเฉลยปัญหาได้ในหน้า 49



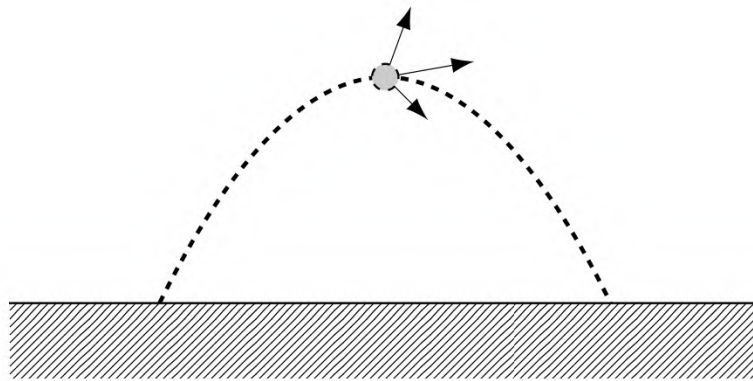
รูปภาพประกอบปัญหาข้อที่ 1 อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าสี่ตัวผูกติดกันด้วยเชือกที่เป็นฉนวนความยาว d

ปัญหาข้อที่ 2 แยกกันเรากระจาย

วัตถุเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ ที่จุดสูงสุดของการเคลื่อนที่ที่เกิดระเบิดออกเป็นสามชิ้น โดยที่แต่ละชิ้นมีมวลเท่ากัน มวลชิ้นแรกใช้เวลา t จึงตกลงพื้น ในขณะที่มวลอีกสองชิ้นใช้เวลา αt เท่ากันจึงตกลงพื้น จงหาว่าตำแหน่งที่วัตถุเกิดการระเบิดมีความสูงจากพื้นเท่าใด

★ ดูแนวทางการแก้ปัญหาได้ในหน้า 26

★★ ดูเฉลยปัญหาได้ในหน้า 52



รูปภาพประกอบปัญหาข้อที่ 2 วัตถุเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ เกิดการระเบิดออกเป็นสามส่วนที่ตำแหน่งสูงสุดของการเคลื่อนที่

ปัญหาข้อที่ 3 กลับไปกลับมา

วัตถุมวล m เคลื่อนที่บนระนาบ xy และมีตำแหน่งเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา t ดังสมการ

$$x(t) = A \sin(\alpha t) \quad \text{และ} \quad y(t) = A \cos(\alpha t)$$

จงหาขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุนี้ที่เวลา t ใดๆ

★ ดูแนวทางการแก้ปัญหาได้ในหน้า 26

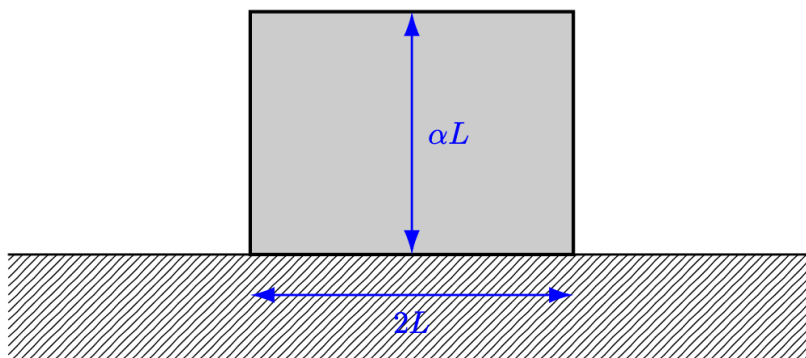
★★ ดูเฉลยปัญหาได้ในหน้า 54

ปัญหาข้อที่ 4 กบกระโดดกล่อง

กบตัวน้อยต้องการจะกระโดดข้ามกล่องสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง $2L$ และความสูง αL จงหาอัตราเร็วเริ่มต้น มุมเริ่มต้นและตำแหน่งที่กบน้อยตัวนี้ต้องกระโดด โดยใช้พลังงานในการกระโดดน้อยที่สุด กำหนดให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเป็น g

★ ดูแนวทางการแก้ปัญหาได้ในหน้า 27

★★ ดูเฉลยปัญหาได้ในหน้า 56



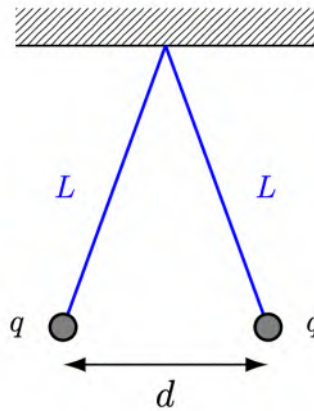
รูปภาพประกอบปัญหาข้อที่ 4 กล่องทรงสี่เหลี่ยมกว้าง $2L$ สูง αL
วางบนพื้นราบ

ปัญหาข้อที่ 5 ค่อยเป็นค่อยไป

แขวนจุดประจุไฟฟ้าเหมือนกัน 2 ตัวด้วยเชือกที่เป็นฉนวนยาว L โดยตอนเริ่มต้นห่างจากกัน d โดยที่ $d \ll L$ ดังแสดงในรูป แต่ละจุดประจุไฟฟ้ามีมวล m และมีประจุไฟฟ้าเริ่มต้น Q_0 จากนั้นประจุไฟฟ้าค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ ตามเวลา t ดังสมการ $q(t) = Q_0(1 - bt)^{3/2}$ โดยที่ b เป็นค่าคงตัวและมีค่าน้อยๆ จงหาอัตราเร็วที่จุดประจุไฟฟ้าวิ่งเข้าหากัน

★ ดูแนวทางการแก้ปัญหาได้ในหน้า 28

★★ ดูเฉลยปัญหาได้ในหน้า 59



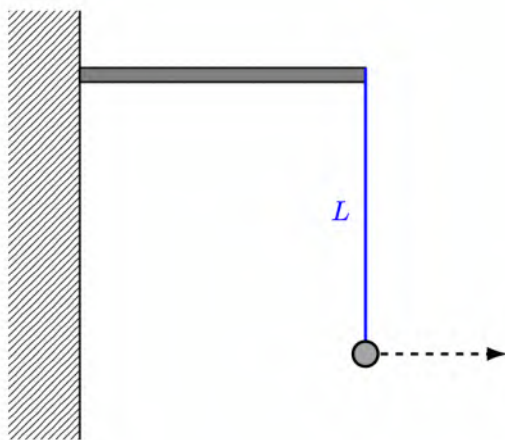
รูปภาพประกอบปัญหาข้อที่ 5 จุดประจุไฟฟ้าสองตัวติดด้วยเชือกที่เป็นฉนวนความยาว L ห้อยลงมาจากจุดตรึง แรงผลักระหว่างไฟฟ้าทำให้อยู่ห่างกัน d

ปัญหาข้อที่ 6 สูงเกือบสุดสู่ศูนย์กลาง

บอลลูกเล็กผูกห้อยกับคานที่ยื่นออกมาจากผนัง ด้วยเชือกยาว L ดังรูป อัตราเร็วเริ่มต้นในแนวระดับของลูกบอลจะต้องเป็นเท่าใด ลูกบอลจึงจะตกลงมาที่ตำแหน่งที่เชือกผูกติดกับคานพอดี

★ ดูแนวทางการแก้ปัญหาได้ในหน้า 29

★★ ดูเฉลยปัญหาได้ในหน้า 61



รูปภาพประกอบปัญหาข้อที่ 6 ลูกบอลห้อยด้วยเชือกยาว L จากปลายคานที่ยื่นออกมาจากผนัง

ปัญหาข้อที่ 7 นี่แหละคือความกดดัน

กระบอกสูบตั้งในแนวดิ่งภายในมีก๊าซฮีเลียมบรรจุอยู่ ฝากระบอกสูบหนักมวล m สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้โดยไม่มีแรงเสียดทาน หลังจากทีระบบอยู่ในสภาพสมดุลทางอุณหภูมิจึงพลศาสตร์กับสิ่งแวดล้อม จึงค่อยๆ ดึงฝากระบอกสูบขึ้นอย่างช้าๆ เป็นระยะ H จากนั้นนำฉนวนความร้อนมาหุ้มกระบอกสูบไว้ แล้วปล่อยให้ฝากระบอกสูบเคลื่อนที่เองจนเกิดสมดุลทางอุณหภูมิจึงหาความสูงของฝากระบอกสูบที่จุดสมดุลนี้

★ ดูแนวทางการแก้ปัญหาได้ในหน้า 30

★★ ดูเฉลยปัญหาได้ในหน้า 63