โครงการตำราวิชาการเฉลิมพระเกียรติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
RAMBHAI BARNI RAJABHAT UNIVERSITY ACADEMIC TEXTBOOK SERIES • 2026

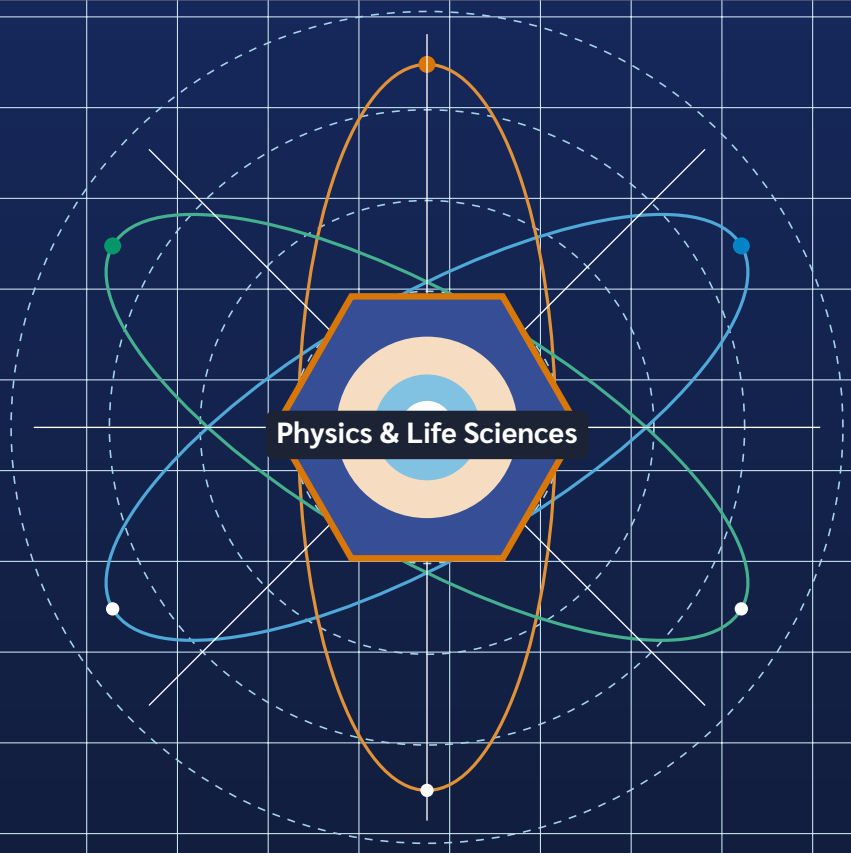
FUNDAMENTAL PHYSICS
FOR LIFE & ENVIRONMENTAL SCIENCES

ฟิสิกส์พื้นฐานและคู่มือปฏิบัติการ

สำหรับวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม

Fundamental Physics and Laboratory Manual for Life and Environmental Sciences

Mechanics • Thermodynamics • Electromagnetism • Optics & Nuclear Applications



ผศ.ดร.ชีวะ ทัศนา • คณาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์
วท.บ., วท.ม., ปร.ด. (ฟิสิกส์ประยุกต์) • ผู้เชี่ยวชาญการสอนฟิสิกส์และเครื่องมือวัดละเอียด
สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

พ.ศ. 2569
Masterclass Edition
First Edition

ฟิสิกส์พื้นฐานและคู่มือปฏิบัติการ

สำหรับวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม

Fundamental Physics and Laboratory Manual for Life and Environmental Sciences

ผศ.ดร.ชีวะ ทัศนา

วท.บ. (ฟิสิกส์), วท.ม. (ฟิสิกส์ประยุกต์), ปร.ด. (ฟิสิกส์ประยุกต์)

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

โครงการ จัด ทำ ตำรา วิชาการ เฉลิมพระเกียรติ

คณะ วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี มหาวิทยาลัย ราชภัฏ รำไพ พรรณี

พ.ศ. 2569

คำนำ

วิชาฟิสิกส์พื้นฐานเป็นองค์ความรู้ที่เป็นรากฐานสำคัญของวิทยาศาสตร์ทุกแขนง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ จุลชีววิทยา สิ่งแวดล้อม และเกษตรศาสตร์ การเข้าใจปรากฏการณ์ทางกายภาพของสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นการไหลของของเหลวในท่อลำเลียงของพืช แรงดันออสโมซิสในเซลล์ การทำงานของเครื่องหมุนเหวี่ยงแยกอนุภาค การลำเลียงประจุและศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ กลไกการเกิดภาพในกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ไปจนถึงปฏิกิริยานิวเคลียร์และการแผ่รังสีที่ใช้ในการถนอมอาหารและการปรับปรุงพันธุ์พืช ล้วนต้องอาศัยกฎและหลักการทางฟิสิกส์ทั้งสิ้น

ตำรา และ คู่มือ ปฏิบัติ การ เรื่อง "ฟิสิกส์ พื้น ฐาน และ คู่มือ ปฏิบัติ การ สำหรับวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม" เล่มนี้ ได้รับการเรียบเรียงขึ้นอย่างเป็นระบบตามมาตรฐานวิชาการของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี โดยมุ่งเน้นการบูรณาการหลักการฟิสิกส์พื้นฐานเข้ากับการประยุกต์ใช้จริงในสิ่งมีชีวิตและกระบวนการทางชีวภาพ เนื้อหาครอบคลุมทั้งหมด 13 บทเรียนอย่างสมบูรณ์ ตั้งแต่ระบบหน่วยและการวัด เวกเตอร์ จลนศาสตร์ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โมเมนตัม สมดุลกล งานและพลังงาน กำลังและเครื่องกลอย่างง่าย ปรากฏการณ์ความร้อน อุณหพลศาสตร์ ไฟฟ้าสถิต ไฟฟ้ากระแส ไปจนถึงทัศนศาสตร์และกัมมันตภาพรังสี

จุดเด่นสำคัญของตำราเล่มนี้คือการผสานชุดการทดลองและคู่มือปฏิบัติการวัดละเอียด (Precision Measurement Laboratory Manual) ไว้อย่างเป็นรูปธรรม พร้อมตัวอย่างการคำนวณและข้อผิดพลาดที่พบบ่อย เพื่อให้นักศึกษาสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีเชิงคณิตศาสตร์เข้ากับการทดลองจริงในห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิผล ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าตำราเล่มนี้จะเป็นประโยชน์สูงสุดแก่คณาจารย์ นักศึกษา และนักวิจัยในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สืบไป

ผศ.ดร.ชีวะ ทัศนา

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
พ.ศ. 2569

กิตติกรรมประกาศ

ตำรา วิชาการ และ คู่มือ ปฏิบัติ การ เล่ม นี้ สำเร็จ ลุล่วง ลง ได้ ด้วย ความ อนุเคราะห์และการสนับสนุนอย่างดียิ่งจากมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี โดยเฉพาะอย่างยิ่งคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้สนับสนุนงบประมาณและทรัพยากรในการจัดทำตำราวิชาการเฉลิมพระเกียรติ

ผู้ เขียน ขอก ราบ ขอบพระคุณ คณาจารย์ ประจำ สาขา วิชา ฟิสิกส์ และ คณาจารย์สาขา วิชา จุล ชีววิทยา วิทยาศาสตร์ สิ่ง แวดล้อม และ เกษตรศาสตร์ ที่ได้ ร่วม แลก เปลี่ยนข้อคิดเห็น ให้คำแนะนำอันทรงคุณค่ายิ่งในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ทางฟิสิกส์เข้ากับตัวอย่างปรากฏการณ์ในสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมจริง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์และนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ได้ร่วมทดสอบการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวัดละเอียดและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงขั้นตอนการทดลองให้มีความกระชับ แม่นยำ และปลอดภัยสูงสุด

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากตำราเล่มนี้ ผู้เขียนขอน้อมอุทิศแด่บูรพาจารย์ บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และเป็นกำลังใจอันประเสริฐตลอดมา

ผศ.ดร.ชีวะ ทัศนา

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประมวลการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

การ ศึกษา ระบบ หน่วย และ การ วัด ตาม มาตรฐาน สากล การ วิเคราะห์ เวก เตอร์ จลนศาสตร์ และ การ เคลื่อนที่ ใน หนึ่ง มิติ และ สอง มิติ กฎ การ เคลื่อนที่ ของ นิ ว ตัน และ แรง โน้ม ถ่วง โมเมนตัม และ การ ชน สมดุล กล และ โมเมนต์ งาน และ พลังงาน กำลัง และ เครื่องกล อย่าง ง่าย กลศาสตร์ ของไหล และ ปรากฏการณ์ ความ ตึง ผิว ปรากฏการณ์ ความ ร้อน และ การ ถ่าย โอน ความ ร้อน กฎ ของ อุณห พลศาสตร์ ไฟฟ้าสถิต และ ศักย์ ไฟฟ้า ที่ เยื่อหุ้มเซลล์ ไฟฟ้ากระแสตรงและวงจรไฟฟ้า ทัศนศาสตร์ทางเรขาคณิตและการทำงาน ของ กล้องจุลทรรศน์ กัมมันตภาพรังสี และ ฟิสิกส์ นิวเคลียร์ ตลอด จน การ ประยุกต์ ใช้ ใน วิทยาศาสตร์ชีวภาพ การเกษตร และสิ่งแวดล้อม ควบคู่กับการฝึกทักษะการวัดละเอียดใน ห้องปฏิบัติการ

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อสิ้นสุดการศึกษารายวิชานี้ นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายมโนทัศน์และกฎทางฟิสิกส์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ แรง พลังงาน ความร้อน ไฟฟ้า และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
2. วิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์เชิงฟิสิกส์โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และเวกเตอร์ได้อย่างเป็นระบบ
3. เชื่อมโยงและประยุกต์ใช้หลักการทางฟิสิกส์ในการอธิบายปรากฏการณ์ของสิ่งมีชีวิตและเทคโนโลยีทางชีวภาพและสิ่งแวดล้อม

4. ใช้อุปกรณ์วัดละเอียดทางฟิสิกส์ เช่น เวอร์เนียร์แคลิปเปอร์ ไมโครมิเตอร์ และมิเตอร์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และปลอดภัย

5. วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของการทดลองและเขียนรายงานผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานสากล

โครงสร้างแผนการสอน 13 สัปดาห์

สัปดาห์	หัวข้อบทเรียน	กิจกรรมและปฏิบัติการ
1	บทที่ 1 ระบบหน่วยและการวัด	ปฏิบัติการเครื่องมือวัดละเอียด (เวอร์เนียร์/ไมโครมิเตอร์)
2	บทที่ 2 เวกเตอร์ในทางฟิสิกส์	การรวมแรงแบบเวกเตอร์บนโต๊ะทดลองแรง
3	บทที่ 3 จลนศาสตร์และการเคลื่อนที่	รางปล่อยเทปตรวจจับเวลาการเคลื่อนที่แนวดิ่ง
4	บทที่ 4 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	แรงเสียดทานและเครื่องชั่งสปริง
5	บทที่ 5 โมเมนตัมและการดล	การชนแบบยืดหยุ่นบนรางลมอัด
6	บทที่ 6 สมดุลกลและโมเมนต์	สภาพสมดุลของคานและจุดศูนย์ถ่วง
7	บทที่ 7 งานและพลังงานกล	กฎการอนุรักษ์พลังงานในเพนดูลัม
8	บทที่ 8 กำลังและเครื่องกลอย่างง่าย	ประสิทธิภาพเครื่องกล รอก และพื้นเอียง
9	บทที่ 9 ปรากฏการณ์ความร้อน	คาโลริมิเตอร์และความร้อนจำเพาะของสสาร
10	บทที่ 10 อุณหพลศาสตร์และก๊าซ	กฎของก๊าซในอุดมคติและเครื่องยนต์ความร้อน
11	บทที่ 11 ไฟฟ้าสถิตและสนามไฟฟ้า	การกระจายประจุและศักย์ไฟฟ้า
12	บทที่ 12 ไฟฟ้ากระแสตรงและวงจร	กฎของโอห์มและการต่อความต้านทาน
13	บทที่ 13 ทัศนศาสตร์และกัมมันตภาพรังสี	เลนส์นูน เลนส์เว้า และการทำงานของกล้องจุลทรรศน์

ตารางที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้รายสัปดาห์วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน

สารบัญ

คำนำ i

กิตติกรรมประกาศ . . . . . **iii**

ประมวลการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ . . . . . **iv**

1 ระบบหน่วยและการวัดทางฟิสิกส์ **1**
1.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน 2
1.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ 2
1.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท 3

2 เวกเตอร์ในทางฟิสิกส์และการวิเคราะห์แรง **4**
2.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน 5
2.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ 5
2.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท 6

3 จลนศาสตร์และการเคลื่อนที่ของวัตถุ **7**
3.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน 8
3.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ 8
3.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท 9

4 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและแรงกระทำ **10**
4.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน 11
4.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ 12
4.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท 12

5 โมเมนตัมและการดลในระบบกายภาพ **13**
5.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน 14
5.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ 15
5.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท 15

6 สมดุลกลและโมเมนต์ของแรง **16**
6.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน 17
6.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ 18
6.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท 18

7 งานและพลังงานกลในระบบฟิสิกส์ **20**
7.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน 21
7.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ 22
7.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท 22

8 กำลังและเครื่องกลอย่างง่าย **23**
8.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน 24
8.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ 25
8.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท 25

9 ปรากฏการณ์ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน 27
9.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน 28
9.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ 29
9.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท 29

10 อุณหพลศาสตร์และทฤษฎีจลน์ของก๊าซ 30
10.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน 31
10.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ 31
10.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท 31

11 ไฟฟ้าสถิต สนามไฟฟ้า และศักย์ไฟฟ้า 33
11.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน 34
11.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ 34
11.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท 35

12 ไฟฟ้ากระแสตรงและวงจรไฟฟ้า 36
12.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน 37
12.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ 37
12.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท 37

13 ทัศนศาสตร์ กัมมันตภาพรังสี และการประยุกต์ 39
13.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน 40
13.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ 41
13.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท 41

คู่มือปฏิบัติการวัดละเอียดทางฟิสิกส์ 42
13.4 ปฏิบัติการที่ 1: การวัดขนาดวัตถุอย่างละเอียด 42
13.4.1 วัตถุประสงค์การทดลอง 42
13.4.2 ทฤษฎีและหลักการของเครื่องมือวัด 42
13.4.3 ตารางบันทึกผลการทดลอง 43

ชุดโจทย์และข้อสอบประยุกต์ฟิสิกส์สำหรับวิทยาศาสตร์ชีวภาพ 44
13.5 ชุดโจทย์คัดสรรข้อสอบกลางภาคและปลายภาค 44

บรรณานุกรม 45

ดัชนีสืบค้นคำสำคัญ 46

ประวัติผู้เขียน 47

สารบัญภาพ

สารบัญตาราง

1 แผนการจัดการเรียนรู้รายสัปดาห์วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน v

13.1 คุณลักษณะและความละเอียดของเครื่องมือวัดละเอียดในห้องปฏิบัติการ . 43
13.2 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการวัดละเอียดและการคำนวณค่าทางสถิติ 43

บทที่ 1

ระบบหน่วยและการวัดทางฟิสิกส์

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาบทเรียนนี้ นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายความหมายของปริมาณฐาน (base quantities) และปริมาณอนุพัทธ์ (derived quantities) พร้อมระบุปริมาณฐานทั้งเจ็ดของระบบหน่วยสากล (SI) ได้ถูกต้อง
2. อธิบายระบบหน่วยสากล (International System of Units, SI) และความสำคัญของการมีระบบหน่วยมาตรฐานร่วมกันในวงการวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม
3. แปลงหน่วยระหว่างระบบต่าง ๆ และใช้คำอุปสรรค (prefixes) ในการเขียนและคำนวณปริมาณทางฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้อง
4. ใช้กฎเลขนัยสำคัญ (significant figures) ในการบันทึกผลการวัดและการคำนวณได้อย่างเหมาะสม
5. แยกความแตกต่างระหว่างความแม่นยำ (precision) กับความถูกต้อง (accuracy) ของการวัด

1.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

การประยุกต์ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (Life Sciences Application)

การวัดและการแปลงหน่วยในงานจุลชีววิทยาและวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
ในงานจุลชีววิทยาและวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม การวัดขนาดของวัตถุที่มีขนาดเล็กมากระดับไมโครเมตร (μm) และนาโนเมตร (nm) มีความสำคัญยิ่ง เช่น การวัดขนาดของแบคทีเรีย *Escherichia coli* ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยประมาณ $2.0\,\mu$m (2.0×10^{-6} m) และเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคฝุ่นละออง PM2.5 ที่มีขนาดไม่เกิน $2.5\,\mu$m นักศึกษาจำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญในการแปลงหน่วยตามระบบเอสไอและการระบุเลขนัยสำคัญ เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือตามเกณฑ์มาตรฐานสากล

ข้อ ควร ระวัง และ ทักษะ การ วัด ละเอียด ใน ห้อง ปฏิบัติ การ (Precision Lab Skills)

1. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Error) ของเครื่องมือวัดทุกชนิดก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล 2. ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. บันทึกผลการวัดพร้อมระบุหน่วยเอสไอ (SI Units) และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเสมอ

1.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์ (Worked Example)

ตัวอย่างที่ 1.1
รถยนต์คันหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/hr) จงแปลงอัตราเร็วนี้ให้อยู่ในหน่วยเมตรต่อวินาที (m/s)
วิธีทำ
ใช้ factor-label method โดยแปลงหน่วยความยาวจาก km เป็น m และหน่วยเวลาจาก hr เป็น s

1.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท

1. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างปริมาณฐานและปริมาณอนุพัทธ์ พร้อมยกตัวอย่างอย่างละสองปริมาณ
2. จงระบุปริมาณฐานทั้งเจ็ดของระบบ SI พร้อมหน่วยและสัญลักษณ์
3. คำอุปสรรค kilo, mega และ giga แทนตัวพหุคูณของสิบเท่าใดตามลำดับ
4. จงแปลง 5.0 กิโลเมตร ให้อยู่ในหน่วยเซนติเมตร
5. จงแปลง 250 มิลลิลิตร ให้อยู่ในหน่วยลิตร (กำหนดให้ 1 ลิตร = 1000 มิลลิลิตร)
6. รถไฟความเร็วสูงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 250 km/hr จงแปลงเป็นหน่วย m/s

บทที่ 2

เวกเตอร์ในทางฟิสิกส์และการวิเคราะห์แรง

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาบทเรียนนี้ นักศึกษาสามารถ

1. เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว ผู้เรียนสามารถ
2. แยกความแตกต่างระหว่างปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ พร้อมยกตัวอย่างปริมาณทางฟิสิกส์แต่ละประเภทได้ถูกต้อง
3. บวกและลบเวกเตอร์ด้วยวิธีเรขาคณิต ทั้งวิธีหัวต่อหางและวิธีสี่เหลี่ยมด้านขนาน
4. แตกเวกเตอร์ออกเป็นองค์ประกอบตามแกน x และ y และคำนวณกลับหาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ด้วยวิธีองค์ประกอบ
5. คำนวณผลคูณเชิงสเกลาร์ (dot product) และอธิบายความหมายทางฟิสิกส์ เช่น การหางาน

2.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

การประยุกต์ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (Life Sciences Application)

การวิเคราะห์เวกเตอร์ของแรงและความเร็วในกระบวนการทางชีวภาพ การเคลื่อนที่ของสารละลายผ่านเยื่อหุ้มเซลล์และการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น *Paramecium* ที่ว่ายน้ำด้วยการโบกพัดของซิเลีย (Cilia) สามารถจำลองได้ด้วยเวกเตอร์ความเร็วสองมิติและสามมิติ นอกจากนี้ แรงตึงผิวและแรงดึงดูดของของเหลวในท่อลำเลียงไซเลม (Xylem) ของพืชยังต้องวิเคราะห์ด้วยการแตกแรงเวกเตอร์ในแนวแกนดิ่งและแกนราบ เพื่ออธิบายกลไกการดูดน้ำจากรากขึ้นสู่ยอดไม้สูงกว่า 20 เมตรได้อย่างสอดคล้องกับหลักกลศาสตร์

ข้อ ควร ระวัง และ ทักษะ การ วัด ละเอียด ใน ห้อง ปฏิบัติ การ (Precision Lab Skills)

1. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Error) ของเครื่องมือวัดทุกชนิดก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล 2. ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. บันทึกผลการวัดพร้อมระบุหน่วยเอสไอ (SI Units) และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเสมอ

2.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์ (Worked Example)

ตัวอย่างที่ 2.1 เวกเตอร์แรง A มีขนาด 20 นิวตัน ทำมุม 30° กับแกน x บวก และเวกเตอร์แรง B มีขนาด 15 นิวตัน ทำมุม 120° กับแกน x บวก จงหาเวกเตอร์แรงลัพธ์ด้วยวิธีองค์ประกอบ
วิธีทำ แตกองค์ประกอบของแต่ละเวกเตอร์ $A_x = 20 \cos 30^\circ = 20 \times 0.8660 = 17.32$ N $A_y = 20 \sin 30^\circ = 20 \times 0.5000 = 10.00$ N $B_x = 15 \cos 120^\circ = 15 \times (-0.5000) = -7.50$ N $B_y = 15 \sin 120^\circ = 15 \times 0.8660 = 12.99$ N
รวมองค์ประกอบ $R_x = 17.32 + (-7.50) = 9.82$ N $R_y = 10.00 + 12.99 = 22.99$ N
หาขนาดและทิศทาง $R = \sqrt{(9.82^2 + 22.99^2)} = \sqrt{(96.4 + 528.5)} = \sqrt{624.9} \approx 25.0$ N $\theta = \tan^{-1}(22.99/9.82) = \tan^{-1}(2.341) \approx 66.9^\circ$

2.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท

1. จงบอกว่าปริมาณต่อไปนี้เป็นปริมาณสเกลาร์หรือปริมาณเวกเตอร์: อุณหภูมิ ความเร่ง พลังงาน โมเมนตัม เวลา และแรง
2. เวกเตอร์ A มีขนาด 12 หน่วย ทำมุม 40° กับแกน x บวก จงหาองค์ประกอบ A_x และ A_y
3. เวกเตอร์ B มีองค์ประกอบ $B_x = -5$ และ $B_y = 9$ จงหาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ B
4. จงหาผลบวกของเวกเตอร์ C (ขนาด 8 หน่วย ทำมุม 0°) และเวกเตอร์ D (ขนาด 6 หน่วย ทำมุม 90°) ด้วยวิธีองค์ประกอบ พร้อมหาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์
5. เรือลำหนึ่งแล่นด้วยความเร็ว 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมงไปทางทิศเหนือ ขณะที่กระแสน้ำไหลด้วยความเร็ว 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมงไปทางทิศตะวันออก จงหาขนาดและทิศทางของความเร็วลัพธ์ของเรือ
6. เวกเตอร์แรง $F_1 = (3, 4)$ นิวตัน และ $F_2 = (-1, 2)$ นิวตัน จงหาแรงลัพธ์ $F_1 + F_2$ และขนาดของแรงลัพธ์นั้น

บทที่ 3

จลนศาสตร์และการเคลื่อนที่ของวัตถุ

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาบทเรียนนี้ นักศึกษาสามารถ

1. อธิบาย ความ หมาย และ ความ แตก ต่าง ของ ปริมาณ ที่ เกี่ยวข้อง กับ การ เคลื่อนที่ ได้แก่ ตำแหน่ง การก ระ จัด ระยะ ทาง อัตราเร็ว ความเร็ว และ ความเร่งได้อย่างถูกต้อง
2. เขียนและประยุกต์ใช้สมการการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงที่ ($v = v_0 + at$, $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$, $v^2 = v_0^2 + 2as$) เพื่อแก้โจทย์ปัญหาได้
3. วิเคราะห์ การ ตก อย่าง อิสระ ภาย ใต้ สนาม โน้ม ถ่วง โลก และ คำนวณ เวลา ความเร็ว หรือระยะทางที่เกี่ยวข้องได้
4. วิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์โดยแยกองค์ประกอบแนวราบและแนวดิ่งได้อย่างถูกต้อง และหาพิสัย เวลาที่ลอยอยู่ในอากาศ และความสูงสูงสุดได้
5. อธิบาย ลักษณะ ของ การ เคลื่อนที่ แบบ วงกลม สม่ำเสมอ และ คำนวณ ความเร่งสู่ศูนย์กลางได้

3.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

การประยุกต์ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (Life Sciences Application)

จลนศาสตร์ของการตกตะกอนในเครื่องหมุนเหวี่ยงและอนุภาคในอากาศ
ในห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ทำงานโดยอาศัยหลักการความเร่งสู่ศูนย์กลาง $a_c = v^2/r = \omega^2 r$ ซึ่งทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจำลองที่มีค่าสูงกว่าแรงโน้มถ่วงโลกหลายพันเท่า ($RCF \times g$) ส่งผลให้อนุภาคเซลล์ แบคทีเรีย หรือสารพันธุกรรม DNA ตกตะกอนแยกชั้นตามความหนาแน่นและมวลได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ สมการจลนศาสตร์แนวดิ่งยังใช้อธิบายอัตราการตกสัมพัทธ์ของสปอร์เชื้อราและละอองเกสรดอกไม้ในบรรยากาศ

ข้อควรระวังและทักษะการวัดละเอียดในห้องปฏิบัติการ (Precision Lab Skills)

1. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Error) ของเครื่องมือวัดทุกชนิดก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล 2. ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. บันทึกผลการวัดพร้อมระบุหน่วยเอสไอ (SI Units) และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเสมอ

3.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์ (Worked Example)

ตัวอย่างที่ 3.1 รถยนต์คันหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต้น 10 m/s ในแนวเส้นตรง แล้วเร่งเครื่องด้วยความเร่งคงที่ 2 m/s^2 เป็นเวลา 5 วินาที จงหาความเร็วสุดท้ายและระยะทางที่รถเคลื่อนที่ได้ในช่วงเวลานี้
วิธีทำ โจทย์กำหนด v_0 = 10 m/s, a = 2 m/s^2, t = 5 s
หาความเร็วสุดท้ายจาก v = v_0 + at v = 10 + (2)(5) = 10 + 10 = 20 m/s
หาระยะทางจาก s = v_0t + ½at^2 s = (10)(5) + ½(2)(5)^2 = 50 + (1)(25) = 50 + 25 = 75 m

3.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท

1. จง อธิบาย ความ แตก ต่าง ระหว่าง การก ระ จัด กับ ระยะ ทาง พร้อม ยก ตัวอย่างสถานการณ์ที่ทั้งสองปริมาณมีค่าต่างกัน
2. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างอัตราเร็วเฉลี่ยกับความเร็วเฉลี่ย
3. ความเร็วขณะหนึ่งหาได้จากกราฟตำแหน่ง–เวลาอย่างไร จงอธิบาย
4. รถยนต์คันหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต้น 5 m/s แล้วเร่งด้วยความเร่งคงที่ 3 m/s^2 เป็นเวลา 4 วินาที จงหาความเร็วสุดท้ายและระยะทางที่เคลื่อนที่ได้
5. รถไฟเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 30 m/s แล้วเบรกด้วยความหน่วงคงที่จนหยุดนิ่งภายในระยะทาง 225 m จงหาความหน่วง (ความเร่งที่มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่)
6. วัตถุตกจากที่สูง 78.4 m โดยไม่มีความเร็วต้น จงหาเวลาที่ตกถึงพื้นและความเร็วขณะกระทบพื้น

บทที่ 4

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและแรงกระทำ

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาบทเรียนนี้ นักศึกษาสามารถ

1. เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว ผู้เรียนควรมีความสามารถดังต่อไปนี้
2. อธิบายกฎการเคลื่อนที่ทั้งสามข้อของเซอร์ไอแซก นิวตัน พร้อมยกตัวอย่างประกอบจากสถานการณ์จริง
3. เขียนแผนภาพวัตถุอิสระ (free-body diagram) ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
4. ประยุกต์สมการ $\Sigma F = ma$ เพื่อวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาการเคลื่อนที่ในหนึ่งและสองมิติ
5. อธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ พร้อมคำนวณค่าแรงเสียดทานในสถานการณ์ต่าง ๆ

4.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

การประยุกต์ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (Life Sciences Application)

แรงหนืดของสโตกส์และกลศาสตร์การเคลื่อนที่ในของไหลชีวภาพ
เมื่อจุลินทรีย์เคลื่อนที่ในน้ำหรือสารคัดหลั่ง แรงเสียดทานหลักที่กระทำต่อเซลล์คือแรงต้านความหนืดตามกฎของสโตกส์ (Stokes' Law) $F_d = 6\pi\eta r v$ เนื่องจากขนาดอนุภาคมีค่าน้อยมาก ค่าเรย์โนลด์สนัมเบอร์ (Reynolds number) ของแบคทีเรียจึงมีค่าน้อยกว่า 10^{-4} ซึ่งหมายความว่าแรงหนืดมีความสำคัญเหนือกว่าแรงเฉื่อยอย่างสิ้นเชิง สิ่งมีชีวิตในระดับจุลภาคจึงต้องใช้แฟลกเจลลา (Flagella) หมุนควงแบบเกลียวเพื่อขับเคลื่อนตัวเองไปข้างหน้า

ข้อควรระวังและทักษะการวัดละเอียดในห้องปฏิบัติการ (Precision Lab Skills)

1. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Error) ของเครื่องมือวัดทุกชนิดก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล 2. ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. บันทึกผลการวัดพร้อมระบุหน่วยเอสไอ (SI Units) และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเสมอ

4.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์ (Worked Example)

ตัวอย่างที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น เมื่อรถยนต์เบรกกะทันหัน ผู้โดยสารที่ไม่ได้คาดเข็มขัดนิรภัยจะพุ่งไปข้างหน้า เนื่องจากร่างกายของผู้โดยสารยังคงมีแนวโน้มรักษาสภาพการเคลื่อนที่เดิมไว้ตามกฎความเฉื่อย ในทำนองเดียวกัน เมื่อดึงผ้าปูโต๊ะออกอย่างรวดเร็วจากใต้จานที่วางอยู่ จานจะยังคงอยู่ในตำแหน่งเดิมได้ชั่วขณะเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างผ้ากับจานมีเวลากระทำน้อยมาก กฎข้อที่หนึ่งจึงเป็นการนิยามกรอบอ้างอิงเฉื่อย (inertial reference frame) ซึ่งเป็นกรอบอ้างอิงที่กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันใช้ได้อย่างสมบูรณ์

4.2 กฎข้อที่สอง: $\Sigma F = ma$

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันเป็นหัวใจเชิงปริมาณของกลศาสตร์คลาสสิก โดยกล่าวว่าความเร่งของวัตถุแปรผันตรงกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ เขียนเป็นสมการได้ว่า

$\Sigma F = ma$

4.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท

1. จงอธิบายกฎการเคลื่อนที่ทั้งสามข้อของนิวตันด้วยคำพูดของตนเอง พร้อมยกตัวอย่างจากชีวิตประจำวันข้อละ 1 ตัวอย่าง
2. เพราะเหตุใดวัตถุที่มีมวลมากจึงมีความเฉื่อยมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย จงอธิบาย
3. กล่องมวล 12 kg วางบนพื้นราบไม่มีความเสียดทาน ถูกผลักด้วยแรงในแนวราบขนาด 36 N จงหาความเร่งของกล่อง
4. วัตถุมวล 8 kg ถูกดึงด้วยแรง 60 N ในแนวราบ พบว่าวัตถุมีความเร่ง 4 m/s^2 จงหาแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุ
5. กล่องมวล 25 kg วางบนพื้นราบ มีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจลน์ $\mu_k = 0.30$ จงหาแรงเสียดทานจลน์ที่กระทำต่อกล่องขณะเคลื่อนที่
6. วัตถุมวล 5 kg วางนิ่งบนพื้นราบ มี $\mu_s = 0.50$ จงหาแรงเสียดทานสถิตสูงสุดที่พื้นสามารถกระทำต่อวัตถุได้

บทที่ 5

โมเมนตัมและการดลในระบบกายภาพ

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาบทเรียนนี้ นักศึกษาสามารถ

1. เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว ผู้เรียนสามารถ
2. นิยามโมเมนตัมเชิงเส้นและการดล พร้อมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองผ่านทฤษฎีบทการดล-โมเมนตัม
3. คำนวณโมเมนตัมของวัตถุเดี่ยวและของระบบวัตถุหลายชิ้น รวมทั้งคำนวณการดลจากแรงและช่วงเวลาที่แรงกระทำ
4. อธิบาย กฎ การ อนุรักษ์ โมเมนตัม และ ระบุ เงื่อนไข ที่ ทำให้ โมเมนตัม ของระบบคงตัว
5. ใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมแก้โจทย์ปัญหาการชนได้อย่างเป็นระบบ

5.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

การประยุกต์ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (Life Sciences Application)

การถ่ายโอนโมเมนตัมในการแพร่ระดับโมเลกุลและความดันออสโมซิส
ในระดับโมเลกุล การชนกันของโมเลกุลน้ำและสารละลายกับผนังเซลล์ทำให้เกิดการถ่ายโอนโมเมนตัม $\Delta p = F\Delta t$ ซึ่งเป็นที่มาของความดันทางจลน์ศาสตร์ (Kinetic Pressure) และแรงดันออสโมซิส (Osmotic Pressure) ตามสมการของฟานต์ฮอฟฟ์ $\Pi = iCRT$ ความเข้าใจเรื่องโมเมนตัมยังช่วยอธิบายการกระจายตัวของอนุภาคละอองลอย (Bioaerosols) เมื่อเกิดการจามหรือการไอในสภาพแวดล้อมปิด

ข้อ ควร ระวัง และ ทักษะ การ วัด ละเอียด ใน ห้อง ปฏิบัติ การ (Precision Lab Skills)

1. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Error) ของเครื่องมือวัดทุกชนิดก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล 2. ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. บันทึกผลการวัดพร้อมระบุหน่วยเอสไอ (SI Units) และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเสมอ

5.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์ (Worked Example)

1) การชนแบบยืดหยุ่น (elastic collision) เป็นการชนที่พลังงานจลน์รวมของระบบก่อนและหลังการชนมีค่าเท่ากัน กล่าวคือ ทั้งโมเมนตัมและพลังงานจลน์ต่างก็คงตัว การชนประเภทนี้ในธรรมชาติพบได้ชัดเจนที่ระดับอนุภาคหรืออะตอม (เช่น การชนกันของโมเลกุลก๊าซ) ส่วนในระดับมหภาค การชนของลูกบิลเลียดหรือลูกแก้วที่มีความแข็งมากถือเป็นตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับการชนแบบยืดหยุ่นในอุดมคติ เมื่อใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมร่วมกับกฎการอนุรักษ์พลังงานจลน์ จะสามารถแก้สมการหาความเร็วหลังชนของวัตถุทั้งสองได้ดังนี้

$v_1' = [(m_1-m_2)/(m_1+m_2)]v_1 + [2m_2/(m_1+m_2)]v_2$

$v_2' = [2m_1/(m_1+m_2)]v_1 + [(m_2-m_1)/(m_1+m_2)]v_2$

2) การชนแบบไม่ยืดหยุ่น (inelastic collision) เป็นการชนที่พลังงานจลน์รวมของระบบหลังการชนมีค่าน้อยกว่าก่อนการชน แม้โมเมนตัมยังคงอนุรักษ์อยู่เสมอ พลังงานจลน์ส่วนที่หายไปจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานรูปแบบอื่น เช่น ความร้อน เสียง หรือพลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนรูปร่างของวัตถุ (การยุบตัว การเสียดสีภายในวัสดุ) การชนในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่ รวมถึงอุบัติเหตุทางรถยนต์จัดอยู่ในประเภทนี้

5.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท

1. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างโมเมนตัมและการดล พร้อมระบุหน่วยของแต่ละปริมาณ
2. เพราะเหตุใดโมเมนตัมจึงถูกจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ จงยกตัวอย่างประกอบ
3. รถยนต์มวล 1,200 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 m/s จงหาขนาดของโมเมนตัมของรถยนต์
4. ลูกเทนนิสมวล 0.06 kg ถูกตีจนความเร็วเปลี่ยนจาก 10 m/s เป็น -20 m/s (ทิศตรงข้าม) ถ้าไม้เทนนิสสัมผัสลูกบอลเป็นเวลา 0.01 s จงหาแรงเฉลี่ยที่ไม้เทนนิสกระทำต่อลูกบอล
5. จงอธิบายว่าเหตุใดการยืดเวลาการปะทะจึงช่วยลดแรงกระแทกที่วัตถุได้รับ โดยอ้างอิงทฤษฎีบทการดล-โมเมนตัม
6. จงระบุเงื่อนไขที่ทำให้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมสามารถนำมาใช้ได้กับระบบหนึ่ง ๆ

บทที่ 6

สมดุลกลและโมเมนต์ของแรง

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาบทเรียนนี้ นักศึกษาสามารถ

1. เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว ผู้เรียนควรมีความสามารถดังนี้
2. อธิบายเงื่อนไขสมดุลของอนุภาค (particle equilibrium) และของวัตถุแข็งเกร็ง (rigid body equilibrium) ได้อย่างถูกต้อง
3. คำนวณ โมเมนต์ ของ แรง (ทอร์ก) รอบ จุด หมุน ที่ กำหนด ให้ พร้อม ระบุทิศทางของทอร์กด้วยกฎมือขวา
4. เขียนแผนภาพวัตถุอิสระ (free-body diagram) และตั้งสมการสมดุลแรงและสมดุลโมเมนต์ได้อย่างเป็นระบบ
5. แก้โจทย์ปัญหาสมดุลของโครงสร้างอย่างง่าย เช่น คานที่รับน้ำหนัก บันไดพิงผนัง และวัตถุแขวนด้วยเชือกหลายเส้น

6.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

การประยุกต์ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (Life Sciences Application)

ชีวกลศาสตร์ของระบบโครงร่างและคานงัดในสิ่งมีชีวิต
โครงสร้างกระดูก ข้อต่อ และกล้ามเนื้อของมนุษย์และสัตว์ทำหน้าที่เป็นระบบคานงัดทางกลศาสตร์ (Biomechanics Levers) เช่น การยกแขนโดยอาศัยแรงดึงของกล้ามเนื้อไบเซปส์ (Biceps) ซึ่งเป็นคานประเภทที่สามที่เสียเปรียบเชิงกลแต่ได้เปรียบด้านความเร็วและระยะการเคลื่อนที่ การคำนวณจุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity) และโมเมนต์ของแรง $\sum \tau = 0$ ช่วยอธิบายเสถียรภาพในการทรงตัวของสัตว์และการออกแบบสรีรศาสตร์ในการทำงานเกษตรกรรมเพื่อลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ

ข้อ ควร ระวัง และ ทักษะ การ วัด ละเอียด ใน ห้อง ปฏิบัติ การ (Precision Lab Skills)

1. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Error) ของเครื่องมือวัดทุกชนิดก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล 2. ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. บันทึกผลการวัดพร้อมระบุหน่วยเอสไอ (SI Units) และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเสมอ

6.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์ (Worked Example)

โจทย์เกี่ยวกับคาน (beam) และบันได (ladder) เป็นตัวแทนคลาสสิกของปัญหาสมดุลวัตถุแข็งเกร็งที่พบได้บ่อยที่สุด และเป็นตัวอย่างที่ดีที่แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการเลือกจุดหมุนอย่างชาญฉลาด

สำหรับปัญหาคานที่วางพาดอยู่บนฐานรองรับสองจุดและรับน้ำหนักบรรทุกหลายตำแหน่ง หากต้องการหาแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับจุดใดจุดหนึ่งโดยไม่ต้องแก้ระบบสมการพร้อมกัน กลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพคือการเลือกจุดหมุนให้ตรงกับตำแหน่งของแรงปฏิกิริยาอีกจุดหนึ่งที่ยังไม่ทราบค่า เนื่องจากแรงปฏิกิริยาที่จุดหมุนนั้นจะมีแขนโมเมนต์เป็นศูนย์ จึงไม่ปรากฏในสมการโมเมนต์ ทำให้สามารถแก้หาแรงปฏิกิริยาอีกจุดหนึ่งได้โดยตรงจากสมการ $\Sigma\tau = 0$ เพียงสมการเดียว จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ไปแทนในสมการ $\Sigma F = 0$ เพื่อหาแรงปฏิกิริยาที่จุดที่เหลือ

สำหรับปัญหาบันไดที่พิงผนัง จุดหมุนที่สะดวกที่สุดมักเป็นจุดที่เท้าบันไดสัมผัสพื้น เพราะที่จุดนี้มีแรงปฏิกิริยาจากพื้นและแรงเสียดทานที่พื้นกระทำอยู่ ซึ่งทั้งสองแรงนี้ผ่านจุดหมุนพอดี จึงมีแขนโมเมนต์เป็นศูนย์และไม่ปรากฏในสมการโมเมนต์ ทำให้สามารถหาแรงปฏิกิริยาจากผนังได้โดยตรง ก่อนนำไปหาแรงเสียดทานที่พื้นจากสมการ $\Sigma F_x = 0$ ต่อไป ข้อควรระวังสำคัญคือ หากผนังลื่น (ไม่มีแรงเสียดทาน) แรงปฏิกิริยาจากผนังจะมีเฉพาะองค์ประกอบแนวราบเท่านั้น ในขณะที่พื้นซึ่งมีความฝืดจะมีทั้งแรงปฏิกิริยาตั้งฉาก (แนวดิ่ง) และแรงเสียดทาน (แนวราบ) ร่วมกัน

หลักการเลือกจุดหมุนอย่างเหมาะสมนี้ไม่เพียงลดความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ แต่ยังช่วยลดโอกาสเกิดความผิดพลาดในการคำนวณ และเป็นทักษะสำคัญที่ผู้เรียนควรฝึกฝนให้เชี่ยวชาญก่อนที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับโครงสร้างที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นในวิชาต่อ ๆ ไป

6.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท

1. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างเงื่อนไขสมดุลของอนุภาคกับเงื่อนไขสมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง

2. วัตถุมวล 8 กิโลกรัม แขวนนิ่งด้วยเชือกสองเส้นที่ทำมุม 45° เท่ากันทั้งสองข้างกับแนวราบ จงหาแรงตึงในเชือกแต่ละเส้น ($g = 9.8\ m/s^2$)

3. แรงขนาด 60 นิวตัน กระทำที่ปลายประแจ ห่างจากจุดหมุนน็อต 0.25 เมตร โดยทำมุม 90° กับด้ามประแจ จงหาขนาดของทอร์กที่เกิดขึ้น

4. หากแรงในข้อ 3 กระทำทำมุม 30° กับด้ามประแจแทนที่จะเป็น 90° ทอร์กที่ได้จะมีค่าเท่าใด และมีค่าน้อยกว่าเดิมกี่เท่า

5. คานสม่ำเสมอยาว 8 เมตร หนัก 400 นิวตัน วางบนฐานรองรับที่ปลายทั้งสองข้าง มีน้ำหนัก 600 นิวตัน วางห่างจากปลายซ้าย 3 เมตร จงหาแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับทั้งสองจุด

6. บันไดยาว 6 เมตร หนัก 200 นิวตัน พิงผนังลื่นทำมุม 65° กับพื้น จงหาแรงปฏิกิริยาจากผนังและแรงเสียดทานที่พื้น

บทที่ 7

งานและพลังงานกลในระบบฟิสิกส์

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาบทเรียนนี้ นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายนิยามของงานเชิงกลในทางฟิสิกส์ และคำนวณงานที่เกิดจากแรงคงที่และแรงแปรผันได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบาย ความ หมาย ของ พลังงานจลน์ และ ประยุกต์ ใช้ ทฤษฎีบท งาน-พลังงาน (Work-Energy Theorem) ในการแก้โจทย์ปัญหา
3. อธิบายความหมายของพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง พร้อมทั้งคำนวณค่าได้
4. จำแนกความแตกต่างระหว่างแรงอนุรักษ์และแรงไม่อนุรักษ์ และวิเคราะห์ผลของแรงเสียดทานต่อพลังงานกล
5. ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกลวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาการเคลื่อนที่ในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่บนทางลาดและรางโค้ง

7.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

การประยุกต์ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (Life Sciences Application)

ชีวพลังงานและกฎการอนุรักษ์พลังงานในเซลล์สิ่งมีชีวิต
พลังงานในระบบชีวภาพสอดคล้องกับกฎการอนุรักษ์พลังงานอย่างเคร่งครัด โดยพลังงาน แสง อาทิตย์ ถูก เปลี่ยน รูป เป็น พลังงาน ศักย์ เคมี ใน พันธะ ของ น้ำตาลกลูโคส ผ่าน กระบวนการ สังเคราะห์ ด้วย แสง และ ถูก ปลด ปล่อย ออก มา เป็นพลังงาน กล และ ความ ร้อน ใน กระบวนการ หายใจ ระดับ เซลล์ (Cellular Respiration) ผ่านสารพลังงานสูง ATP การคำนวณงานทางฟิสิกส์ $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r}$ ยังใช้อธิบายงานในการสูบฉีดเลือดของหัวใจและการลำเลียงน้ำตาลในท่อโฟลเอ็ม (Phloem)

ข้อ ควร ระวัง และ ทักษะ การ วัด ละเอียด ใน ห้อง ปฏิบัติ การ (Precision Lab Skills)

1. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Error) ของเครื่องมือวัดทุกชนิดก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล 2. ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. บันทึกผลการวัดพร้อมระบุหน่วยเอสไอ (SI Units) และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเสมอ

7.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์ (Worked Example)

แรงไม่อนุรักษ์ (Non-conservative Force) คือแรงที่งานซึ่งกระทำต่อวัตถุ ขึ้นอยู่กับเส้นทางการเคลื่อนที่ ตัวอย่างที่สำคัญที่สุดคือ แรงเสียดทาน (friction) ซึ่งงานที่กระทำโดยแรงเสียดทานจะมีค่ามากขึ้นตามระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ผ่าน แม้ว่าตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งสุดท้ายจะเหมือนกันก็ตาม แรงไม่อนุรักษ์มักจะทำให้พลังงานกลของระบบสูญเสียไปในรูปของพลังงานความร้อนหรือพลังงานเสียง จึงไม่สามารถนิยามพลังงานศักย์ที่สัมพันธ์กับแรงประเภทนี้ได้
การจำแนกแรงออกเป็นสองประเภทนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการนำหลักการอนุรักษ์พลังงานกลไปประยุกต์ใช้ เนื่องจากกฎการอนุรักษ์พลังงานกลจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อในระบบนั้นไม่มีแรงไม่อนุรักษ์กระทำ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ งานที่กระทำโดยแรงไม่อนุรักษ์มีค่าเป็นศูนย์เท่านั้น
การแปลงผันระหว่างพลังงานศักย์และพลังงานจลน์บนรางไร้แรงเสียดทาน
7.5 กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

7.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท

1. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างงานที่มีค่าเป็นบวก งานที่มีค่าเป็นลบ และงานที่มีค่าเป็นศูนย์ พร้อมยกตัวอย่างสถานการณ์แต่ละกรณี
2. คนงานคนหนึ่งดันกล่องด้วยแรง 80 นิวตัน ในแนวราบ ทำให้กล่องเคลื่อนที่ไป 6 เมตร จงหางานที่คนงานกระทำต่อกล่อง
3. เชือกลากวัตถุด้วยแรง 120 นิวตัน ทำมุม 40° กับแนวราบ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไป 10 เมตร จงหางานที่เกิดจากแรงลาก
4. จงอธิบายความหมายของพลังงานจลน์ และยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่แสดงถึงพลังงานจลน์อย่างชัดเจน
5. วัตถุมวล 3 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 4 m/s จงหาพลังงานจลน์ของวัตถุ
6. หาก อัตราเร็ว ของ วัตถุ ใน ข้อ 5 เพิ่ม ขึ้น เป็น สอง เท่า พลังงานจลน์ ของ วัตถุ จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร จงอธิบายพร้อมคำนวณ

บทที่ 8

กำลังและเครื่องกลอย่างง่าย

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาบทเรียนนี้ นักศึกษาสามารถ

1. เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว ผู้เรียนควรมีความสามารถดังต่อไปนี้
2. อธิบาย ความ หมาย ของ กำลัง เชิงกล (mechanical power) และ ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังกับงานและเวลา
3. คำนวณกำลังของระบบต่างๆ โดยใช้สูตร P = W/t และ P = Fv พร้อมทั้งแปลงหน่วยระหว่างวัตต์ (W) กับแรงม้า (hp)
4. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ คาน รอกพื้นเอียง ล้อและเพลา สกรู และลิ่ม
5. คำนวณค่าได้เปรียบเชิงกล (mechanical advantage, MA) ทั้งในเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติของเครื่องกลแต่ละชนิด

8.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

การประยุกต์ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (Life Sciences Application)

กำลังชีวภาพและประสิทธิภาพเชิงกลของเครื่องจักรกลการเกษตร
อัตรา การ ทำงาน ต่อ หนึ่ง หน่วย เวลา หรือ กำลัง $P = W/t$ ใน ระบบ ชีวภาพ เกี่ยวข้องโดยตรงกับอัตราเมแทบอลิซึมพื้นฐาน (Basal Metabolic Rate: BMR) ใน ขณะ ที่ งาน ด้าน เกษตรกรรม และ วิทยาศาสตร์ สิ่ง แวดล้อม เครื่องกล อย่าง ง่าย เช่น รอก พื้น เอียง สก รู ลำเลียง เมล็ด พันธุ์ และ ระบบ ปั๊ม น้ำ พลังงาน แสง อาทิตย์ ล้วนได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงการได้เปรียบเชิงกลจริง (AMA) และประสิทธิภาพเชิงกล ($e = W_{\text{out}}/W_{\text{in}} \times 100\%$) เพื่อประหยัดพลังงานต้นทุน

ข้อ ควร ระวัง และ ทักษะ การ วัด ละเอียด ใน ห้อง ปฏิบัติ การ (Precision Lab Skills)

1. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Error) ของเครื่องมือวัดทุกชนิดก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล 2. ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. บันทึกผลการวัดพร้อมระบุหน่วยเอสไอ (SI Units) และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเสมอ

8.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์ (Worked Example)

3. พื้นเอียง (inclined plane) เป็นพื้นผิวราบที่เอียงทำมุมกับแนวราบ ใช้สำหรับเคลื่อนย้ายวัตถุขึ้นสู่ที่สูงโดยใช้แรงน้อยกว่าการยกขึ้นตรงๆ แต่ต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางไกลกว่า ตัวอย่างที่พบได้ทั่วไป เช่น ทางลาดสำหรับเข็นสัมภาระขึ้นรถบรรทุก ทางลาดสำหรับรถเข็นวีลแชร์ และถนนบนภูเขาที่ตัดเป็นทางลาดเพื่อลดความชัน
4. ล้อและเพลา (wheel and axle) ประกอบด้วยล้อทรงกลมขนาดใหญ่ที่ยึดติดแน่นกับเพลาทรงกระบอกขนาดเล็กที่อยู่ตรงกลาง เมื่อออกแรงหมุนที่ล้อ (รัศมีใหญ่) จะเกิดแรงบิดที่เพลา (รัศมีเล็ก) ทำให้ได้เปรียบเชิงกลในการหมุน ตัวอย่างเช่น พวงมาลัยรถยนต์ ลูกบิดประตู และแกนม้วนสายเบ็ดตกปลา
5. สกรู (screw) คือพื้นเอียงที่พันเป็นเกลียวรอบแกนทรงกระบอก การหมุนสกรูรอบแกนหนึ่งรอบเทียบเท่ากับการเคลื่อนที่ขึ้นไปตามพื้นเอียงเป็นระยะทางเท่ากับเส้นรอบวงของสกรู ในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ในแนวแกนเพียงระยะเท่ากับระยะพิตช์ (pitch) ของเกลียว สกรูจึงให้ค่าได้เปรียบเชิงกลสูงมาก ตัวอย่างเช่น น็อตสกรูยึดชิ้นส่วน แม่แรงยกรถยนต์ และใบพัดของสว่าน
6. ลิ่ม (wedge) คือเครื่องกลรูปทรงสามเหลี่ยมที่มีลักษณะคล้ายพื้นเอียงสองด้านประกบกัน ใช้สำหรับแยกหรือผ่าวัตถุออกจากกันโดยเปลี่ยนแรงกดในแนวหนึ่งให้เป็นแรงแยกในแนวตั้งฉาก ตัวอย่างเช่น ขวานผ่าฟืน มีด และหัวตะปู

8.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท

1. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างงานและกำลัง พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
2. คนงานคนหนึ่งยกกระสอบข้าวมวล 40 กิโลกรัม ขึ้นสูง 2 เมตร ในเวลา 4 วินาที จงหากำลังที่ใช้
3. ปั๊มน้ำตัวหนึ่งใช้เวลา 10 วินาที ในการสูบน้ำมวล 200 กิโลกรัม ขึ้นไปสูง 5 เมตร จงหากำลังของปั๊มน้ำในหน่วยวัตต์
4. เครื่องยนต์มีกำลัง 30,000 วัตต์ ขับเคลื่อนรถให้แล่นด้วยความเร็วคงที่ 20 เมตรต่อวินาที จงหาแรงขับเคลื่อนของเครื่องยนต์
5. จงแปลงกำลัง 100 แรงม้า ให้อยู่ในหน่วยวัตต์และกิโลวัตต์

6. จงแปลงกำลัง 5,000 วัตต์ ให้อยู่ในหน่วยแรงม้า

บทที่ 9

ปรากฏการณ์ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาบทเรียนนี้ นักศึกษาสามารถ

1. แยก ความ แตก ต่าง ระหว่าง ความ ร้อน และ อุณหภูมิ พร้อม อธิบาย ความหมายเชิงจุลภาคของทั้งสองปริมาณได้อย่างถูกต้อง
2. แปลงหน่วยอุณหภูมิระหว่างมาตราเซลเซียส เคลวิน และฟาเรนไฮต์ และคำนวณการขยายตัวเนื่องจากความร้อนของวัสดุ
3. คำนวณปริมาณความร้อนที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารโดยใช้สมการ $Q = mc\Delta T$
4. คำนวณปริมาณความร้อนแฝงที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสถานะของสารโดยใช้สมการ $Q = mL$
5. อธิบายกลไกการถ่ายเทความร้อนทั้งสามแบบ ได้แก่ การนำ การพา และการแผ่รังสี พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

9.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

การประยุกต์ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (Life Sciences Application)

การควบคุมอุณหภูมิในสิ่งมีชีวิตและการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

การถ่ายโอนความร้อนทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) และการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) มีบทบาทสำคัญต่อสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิตในการรักษาอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในภาวะสมดุล (Thermoregulation) นอกจากนี้ ในทางจุลชีววิทยา หลักการความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (Latent Heat of Vaporization) ถูกนำมาใช้ในหม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 psi เพื่อทำลายสปอร์ของแบคทีเรียได้อย่างสมบูรณ์

ข้อควรระวังและทักษะการวัดละเอียดในห้องปฏิบัติการ (Precision Lab Skills)

1. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Error) ของเครื่องมือวัดทุกชนิดก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล 2. ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. บันทึกผลการวัดพร้อมระบุหน่วยเอสไอ (SI Units) และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเสมอ

9.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์ (Worked Example)

การแผ่รังสี ความ ร้อน (radiation) เป็นการ ถ่ายเท ความ ร้อน ใน รูป ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยเฉพาะในช่วงอินฟราเรด ซึ่งไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางใด ๆ ในการถ่ายเท สามารถเดินทางผ่านสุญญากาศได้ ดังตัวอย่างที่ชัดเจนที่สุดคือพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่เดินทางผ่านอวกาศมายังโลก วัตถุทุกชนิดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าศูนย์สัมบูรณ์จะแผ่รังสีความร้อนออกมาตลอดเวลา โดยอัตราการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ยกกำลังสี่ ตามกฎของสเตฟาน-โบลต์ซมันน์ (Stefan–Boltzmann law) วัตถุที่มีผิวสีเข้มและหยาบจะดูดกลืนและแผ่รังสีความร้อนได้ดีกว่าวัตถุที่มีผิวมันวาวสีอ่อน ซึ่งเป็นหลักการที่นำไปใช้ในการออกแบบเสื้อผ้า อุปกรณ์กันความร้อน และแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์

ตารางสรุปสูตรสำคัญประจำบท

ปริมาณ / กฎ

สมการ

9.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท

1. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างความร้อนกับอุณหภูมิ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
2. จง แปลง อุณหภูมิ 37 องศา เซลเซียส (อุณหภูมิ ร่างกาย มนุษย์ โดย ประมาณ) เป็นหน่วยเคลวินและฟาเรนไฮต์
3. จงแปลงอุณหภูมิ 98.6 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นหน่วยองศาเซลเซียส
4. เส้น ลวด เหล็ก ยาว 10.0 เมตร ที่ อุณหภูมิ 20 องศา เซลเซียส จะ มี ความ ยาวเปลี่ยนแปลงไปเท่าใดเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 45 องศาเซลเซียส (กำหนด α เหล็ก $= 12\times10^{-6}\,{}^{\circ}\mathrm{C}^{-1}$)
5. ทำไมสะพานเหล็กและทางรถไฟจึงต้องมีรอยต่อขยายตัว (expansion joint) จงอธิบายด้วยหลักการทางฟิสิกส์
6. จงคำนวณปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการทำให้แท่งอะลูมิเนียมมวล 0.80 กิโลกรัม มี อุณหภูมิ เพิ่ม ขึ้น จาก 20 องศา เซลเซียส เป็น 100 องศา เซลเซียส (กำหนด c อะลูมิเนียม = 900 J/(kg·K))

บทที่ 10

อุณหพลศาสตร์และทฤษฎีจลน์ของก๊าซ

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาบทเรียนนี้ นักศึกษาสามารถ

1. เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว ผู้เรียนควรมีความสามารถดังนี้
2. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติ (Ideal Gas Law) และแบบจำลองจลน์ของแก๊ส (Kinetic Theory of Gases) ได้อย่างถูกต้อง
3. อธิบาย ความ หมาย ของ พลังงาน ภายใน (Internal Energy) ความ ร้อน (Heat) และงาน (Work) ในบริบทของระบบทางอุณหพลศาสตร์
4. อธิบายและประยุกต์ใช้กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ในการวิเคราะห์กระบวนการต่างๆ
5. วิเคราะห์และคำนวณงาน ความร้อน และการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในของแก๊สในกระบวนการ isothermal, isobaric, isochoric และ adiabatic

10.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

การประยุกต์ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (Life Sciences Application)

เอนโทรปี ชีวฟิสิกส์ของเยื่อหุ้มเซลล์ และการแลกเปลี่ยนก๊าซ
กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ $\Delta U = Q - W$ อธิบายงบประมาณพลังงานในสิ่งมีชีวิต ขณะที่กฎข้อที่สองว่าด้วยเอนโทรปี ($\Delta S \geq 0$) อธิบายว่าสิ่งมีชีวิตต้องบริโภคพลังงานอิสระ (Gibbs Free Energy, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$) เพื่อรักษาสภาพระเบียบของระบบเซลล์มิให้พังทลายลง นอกจากนี้ กฎของก๊าซในอุดมคติ $PV = nRT$ และกฎของดอลตันเรื่องความดันย่อย ใช้อธิบายกลไกการแพร่ของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านถุงลมปอดและปากใบของพืช

ข้อ ควร ระวัง และ ทักษะ การ วัด ละเอียด ใน ห้อง ปฏิบัติ การ (Precision Lab Skills)

1. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Error) ของเครื่องมือวัดทุกชนิดก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล 2. ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. บันทึกผลการวัดพร้อมระบุหน่วยเอสไอ (SI Units) และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเสมอ

10.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์ (Worked Example)

ตัวอย่างที่ 10.1
แก๊สอุดมคติจำนวน 2.0 โมล บรรจุอยู่ในภาชนะที่มีปริมาตร 0.050 m^3 ที่อุณหภูมิ 300 K จงหาความดันของแก๊สนี้
วิธีทำ
จากกฎของแก๊สอุดมคติ PV = nRT

10.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท

1. จงอธิบายสมมติฐานพื้นฐานของแบบจำลองแก๊สอุดมคติมาอย่างน้อย 3 ข้อ

2. แก๊สอุดมคติจำนวน 3.0 โมล บรรจุในภาชนะปริมาตร 0.10 m^3 ที่อุณหภูมิ 350 K จงหาความดันของแก๊ส

3. แก๊สในภาชนะหนึ่งมีความดัน 1.5×10^5 Pa ปริมาตร 0.020 m^3 และมีจำนวน 1.2 โมล จงหาอุณหภูมิของแก๊ส

4. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างความร้อน (Q) พลังงานภายใน (U) และงาน (W) ในบริบทของกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์

5. แก๊สขยายตัวภายใต้ความดันคงที่ 1.0×10^5 Pa จากปริมาตร 0.0020 m^3 เป็น 0.0060 m^3 จงหางานที่แก๊สกระทำ

6. ระบบหนึ่งได้รับความร้อน 400 J และมีงานกระทำต่อระบบ (โดยสิ่งแวดล้อม) เท่ากับ 150 J จงหาการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในของระบบ (คำนวณโดยแปลงงานที่กระทำต่อระบบเป็น W ในสมการ $\Delta U = Q - W$ ก่อน)

บทที่ 11

ไฟฟ้าสถิต สนามไฟฟ้า และศักย์ไฟฟ้า

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาบทเรียนนี้ นักศึกษาสามารถ

1. เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว ผู้เรียนควรสามารถ
2. อธิบาย ธรรมชาติ ของ ประจุไฟฟ้า ชนิด ของ ประจุ และ หลัก การ อนุรักษ์ประจุไฟฟ้าได้
3. อธิบายกระบวนการทำให้วัตถุเกิดประจุไฟฟ้าด้วยการเสียดสี การสัมผัส และการเหนี่ยวนำ
4. คำนวณแรงระหว่างประจุไฟฟ้าโดยใช้กฎของคูลอมบ์ได้อย่างถูกต้อง
5. คำนวณสนามไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากประจุจุดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

11.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

การประยุกต์ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (Life Sciences Application)

ชีวฟิสิกส์ของศักย์เยื่อหุ้มเซลล์และสมการเนิร์นสต์
เยื่อหุ้มเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุชีวภาพ (Biological Capacitor) โดยมีสารฟอสโฟลิพิดสองชั้นคั่นระหว่างไอออนบวกและไอออนลบภายในและภายนอกเซลล์ ทำให้เกิดความต่างศักย์เยื่อเซลล์ขณะพัก (Resting Membrane Potential) ประมาณ -70 mV ซึ่งสามารถคำนวณได้อย่างแม่นยำด้วยสมการเนิร์นสต์ (Nernst Equation) $V = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[C_{\text{out}}]}{[C_{\text{in}}]}$ ความรู้นี้เป็นรากฐานของสรีรวิทยาระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

ข้อ ควร ระวัง และ ทักษะ การ วัด ละเอียด ใน ห้อง ปฏิบัติ การ (Precision Lab Skills)

1. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Error) ของเครื่องมือวัดทุกชนิดก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล 2. ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. บันทึกผลการวัดพร้อมระบุหน่วยเอสไอ (SI Units) และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเสมอ

11.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์ (Worked Example)

ตัวอย่างที่ 11.1 ประจุไฟฟ้าสองประจุ $q_1 = 2.0\times10^{-6}$ C และ $q_2 = 3.0\times10^{-6}$ C วางห่างกัน 0.30 m จงหาขนาดของแรงระหว่างประจุทั้งสอง
วิธีทำ ใช้กฎของคูลอมบ์
$F = kq_1q_2/r^2$
$F = (8.99\times10^9)(2.0\times10^{-6})(3.0\times10^{-6})/(0.30)^2$

11.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท

1. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างการทำให้วัตถุเกิดประจุด้วยการสัมผัสและด้วยการเหนี่ยวนำ
2. ประจุไฟฟ้าสองประจุขนาด 4.0×10^{-6} C และ 6.0×10^{-6} C วางห่างกัน 0.20 m จงหาขนาดของแรงระหว่างประจุทั้งสอง
3. หากระยะห่างระหว่างประจุสองประจุเพิ่มขึ้นเป็นสามเท่าจากเดิม แรงระหว่างประจุจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร
4. จงหาสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งที่ห่างจากประจุจุด 8.0×10^{-9} C เป็นระยะ 0.10 m
5. สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งหนึ่งมีขนาด 500 N/C จงหาแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบขนาด 2.0×10^{-6} C ที่วางอยู่ ณ ตำแหน่งนั้น
6. จงอธิบายความหมายของเส้นแรงไฟฟ้า พร้อมระบุคุณสมบัติสำคัญสามประการของเส้นแรงไฟฟ้า

บทที่ 12

ไฟฟ้ากระแสตรงและวงจรไฟฟ้า

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาบทเรียนนี้ นักศึกษาสามารถ

1. เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว ผู้เรียนควรสามารถ
2. อธิบาย ความ หมาย ของ กระแส ไฟฟ้า ความ ต่าง ศักย์ ไฟฟ้า และ ความ สัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองได้
3. นิยามความต้านทานไฟฟ้าและอธิบายกฎของโอห์มได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งประยุกต์ใช้ในการคำนวณ
4. วิเคราะห์และคำนวณความต้านทานรวม กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้
5. อธิบายและประยุกต์ใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ทั้งกฎกระแสและกฎแรงดันในการวิเคราะห์วงจรเบื้องต้นได้

12.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

การประยุกต์ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (Life Sciences Application)

การนำสัญญาณประสาทและเครื่องมือวัดทางชีวการแพทย์
การส่งสัญญาณประสาท (Action Potential) ไปตามแอกซอนของเซลล์ประสาทสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยแบบจำลองวงจรไฟฟ้า RC ขนานตามทฤษฎีสายเคเบิล (Cable Theory) นอกจากนี้ หลักการของสะพานวีตสโตน (Wheatstone Bridge) และกฎของโอห์ม $V = IR$ ยังเป็นหัวใจสำคัญของการทำงานของหัววัดความชื้นในดิน หัววัดสภาพนำไฟฟ้าของน้ำ (EC Meter) และเครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG) ในงานวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ข้อ ควร ระวัง และ ทักษะ การ วัด ละเอียด ใน ห้อง ปฏิบัติ การ (Precision Lab Skills)

1. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Error) ของเครื่องมือวัดทุกชนิดก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล 2. ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. บันทึกผลการวัดพร้อมระบุหน่วยเอสไอ (SI Units) และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเสมอ

12.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์ (Worked Example)

ตัวอย่างที่ 12.1 หลอดไฟดวงหนึ่งต่อกับแบตเตอรี่ที่มีความต่างศักย์ 12 โวลต์ หากหลอดไฟมีความต้านทาน 24 โอห์ม จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟ
วิธีทำ จากกฎของโอห์ม V = IR จัดรูปสมการเพื่อหากระแสไฟฟ้า จะได้ I = V/R
แทนค่า I = 12/24 = 0.5 แอมแปร์
ตอบ: กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟมีค่าเท่ากับ 0.5 แอมแปร์

12.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท

1. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างกระแสตรง (DC) และกระแสสลับ (AC)

2. ลวดตัวนำเส้นหนึ่งมีประจุไฟฟ้า 15 คูลอมบ์ไหลผ่านในเวลา 5 วินาที จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดตัวนำนี้
3. จงอธิบายความหมายของกฎของโอห์ม พร้อมเขียนสมการและระบุหน่วยของแต่ละปริมาณ
4. ตัวต้านทานตัวหนึ่งมีความต่างศักย์คร่อม 9 โวลต์ และมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 0.3 แอมแปร์ จงหาค่าความต้านทานของตัวต้านทานนี้
5. ตัวต้านทานสี่ตัวมีค่า 5, 10, 15 และ 20 โอห์ม ต่อกันแบบอนุกรม จงหาความต้านทานรวมของวงจร
6. ตัวต้านทานสามตัวมีค่าเท่ากันตัวละ 12 โอห์ม ต่อกันแบบขนาน จงหาความต้านทานรวมของวงจร

บทที่ 13

ทัศนศาสตร์ กัมมันตภาพรังสี และการประยุกต์

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาบทเรียนนี้ นักศึกษาสามารถ

1. เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว ผู้เรียนสามารถ
2. อธิบายกฎการสะท้อนของแสงและลักษณะการเกิดภาพจากกระจกเงาราบและกระจกเงาโค้ง (เว้าและนูน)
3. อธิบายปรากฏการณ์การหักเหของแสง และประยุกต์ใช้กฎของสเนลล์ในการคำนวณมุมหักเห
4. อธิบายเงื่อนไขการเกิดการสะท้อนกลับหมด (total internal reflection) และคำนวณมุมวิกฤตได้
5. ใช้สมการเลนส์บางและสูตรกำลังขยายในการหาตำแหน่ง ชนิด และขนาดของภาพที่เกิดจากเลนส์

13.1 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

การประยุกต์ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (Life Sciences Application)

ทัศนศาสตร์ของกล้องจุลทรรศน์และการใช้รังสีในงานชีววิทยา
กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound Light Microscope) อาศัยการหักเหของแสงผ่านเลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตาเพื่อให้ได้กำลังขยายรวม $M = M_o \times M_e$ ขีดจำกัดในการแยกชัดของกล้อง (Limit of Resolution) ถูกกำหนดโดยเกณฑ์ของเรย์ลีห์ $d = \frac{0.61\lambda}{NA}$ ในขณะที่ปรากฏการณ์กัมมันตภาพรังสี เช่น รังสีแกมมา ถูกนำมาใช้ในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ในเวชภัณฑ์และผลผลิตทางการเกษตร รวมถึงการใช้ไอโซโทปรังสีคาร์บอน-14 ในการหาอายุซากดึกดำบรรพ์และติดตามเส้นทางเมแทบอลิซึม

ข้อควรระวังและทักษะการวัดละเอียดในห้องปฏิบัติการ (Precision Lab Skills)

1. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Error) ของเครื่องมือวัดทุกชนิดก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล 2. ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ถึง 5 ครั้งในแต่ละจุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. บันทึกผลการวัดพร้อมระบุหน่วยเอสไอ (SI Units) และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเสมอ

13.2 ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

ตัวอย่างโจทย์และการวิเคราะห์ (Worked Example)

บทนี้เป็นบทสุดท้ายของเอกสารประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน โดยนำเสนอเนื้อหาสองส่วนที่แม้จะดูแตกต่างกันในระดับปรากฏการณ์ คือ ทัศนศาสตร์ซึ่งว่าด้วยพฤติกรรมของแสงในระดับมหภาค และฟิสิกส์นิวเคลียร์ซึ่งว่าด้วยปรากฏการณ์ในระดับจุลภาค แต่ทั้งสองส่วนต่างก็เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าหลักการฟิสิกส์พื้นฐานที่ได้ศึกษามาตลอดทั้งเล่ม ตั้งแต่กลศาสตร์ คลื่น ไฟฟ้าและแม่เหล็ก สามารถนำมาประยุกต์อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่หลากหลายและเชื่อมโยงเข้ากับเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้อย่างเป็นระบบ

เนื้อหาหลัก

13.1 การสะท้อนของแสง

การสะท้อนของแสง (reflection) คือปรากฏการณ์ที่แสงเปลี่ยนทิศทางการเดินทางเมื่อกระทบผิวของตัวกลางแล้วสะท้อนกลับเข้าสู่ตัวกลางเดิม กฎการสะท้อนกล่าวว่า มุมตกกระทบ (angle of incidence) ซึ่งวัดจากเส้นแนวฉาก (normal) ที่ตั้งฉากกับผิวสะท้อน ณ จุดตกกระทบ มีค่าเท่ากับมุมสะท้อน (angle of reflection) เสมอ และรังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีสะท้อน ทั้งสามอยู่ในระนาบเดียวกัน กล่าวโดยสัญลักษณ์คือ θตกกระทบ = θสะท้อน

13.3 แบบฝึกหัดทบทวนและคำถามท้ายบท

1. อธิบายกฎการสะท้อนของแสง และลักษณะภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ
2. แสงเดินทางจากอากาศ (n = 1.00) เข้าสู่แก้ว (n = 1.50) ทำมุมตกกระทบ 40° จงหามุมหักเห
3. อธิบายความแตกต่างของลักษณะภาพที่เกิดจากกระจกเงาเว้าและกระจกเงานูน พร้อมยกตัวอย่างการใช้งาน
4. อธิบายเงื่อนไขการเกิดการสะท้อนกลับหมด (TIR) และประโยชน์ของปรากฏการณ์นี้ในเส้นใยนำแสง
5. น้ำมีดัชนีหักเหเท่ากับ 1.33 จงหามุมวิกฤตของแสงที่เดินทางจากน้ำสู่อากาศ
6. วัตถุวางห่างจากเลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัส 15 cm เป็นระยะ 45 cm จงหาตำแหน่งภาพและกำลังขยาย

คู่มือปฏิบัติการวัดละเอียดทางฟิสิกส์

คู่มือ ปฏิบัติ การ ฉบับ นี้ จัด ทำ ขึ้น เพื่อ ฝึก ทักษะ การ ใช้ เครื่อง มือ วัด ละเอียด พื้นฐานสำหรับนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ จุลชีววิทยา และสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ไมโครมิเตอร์ และสเฟียโรมิเตอร์

13.4 ปฏิบัติการที่ 1: การวัดขนาดวัตถุอย่างละเอียด

13.4.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อ ศึกษา และ ฝึก ทักษะ การ วัด ขนาด วัตถุ ด้วย เวอร์เนียร์ คา ลิ ป เปอร์ (Vernier Caliper) และไมโครมิเตอร์ (Micrometer)
2. เพื่อศึกษาการใช้สเฟียโรมิเตอร์ (Spherometer) ในการวัดรัศมีความโค้งของเลนส์และผิวโค้งทรงกลม
3. เพื่อฝึกการวิเคราะห์และรายงานค่าความคลาดเคลื่อนตามหลักเลขนัยสำคัญ

13.4.2 ทฤษฎีและหลักการของเครื่องมือวัด

1. **เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์:** เครื่องมือวัดความยาว ความหนา เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ภายนอก และความลึก มีความละเอียดของสเกลเวอร์เนียร์ (Least Count) คำนวณจาก:

$$LC = \frac{\text{ความยาว 1 ช่องสเกลหลัก}}{\text{จำนวนช่องสเกลเวอร์เนียร์}} = \frac{1\,\text{mm}}{20} = 0.05\,\text{mm} \tag{13.1}$$

2. **ไมโครมิเตอร์:** เครื่องมือวัดละเอียดที่อาศัยหลักการเกลียวละเอียด (Screw Pitch) หนึ่งรอบการหมุนเลื่อนแกนวัดได้ 0.5 mm ปลอกหมุนแบ่งเป็น 50 ช่องสเกล ความ

ละเอียดต่ำสุดคือ:

$$LC = \frac{0.5\,\text{mm}}{50} = 0.01\,\text{mm} = 10\,\mu\text{m} \tag{13.2}$$

เครื่องมือวัด	สเกลหลัก	สเกลละเอียด	Least Count	การนำไปใช้ในงานชีวภาพ
ไม้บรรทัดเหล็ก	1 mm	-	0.5 mm	วัดความยาวตัวอย่างราก/ลำต้น
เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	1 mm	20 หรือ 50 ช่อง	0.05 หรือ 0.02 mm	วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผล/หลอดทดลอง
ไมโครมิเตอร์	0.5 mm	50 ช่อง	0.01 mm	วัดความหนาของแผ่นสไลด์/ใบพืช
สเฟียโรมิเตอร์	1 mm	100 ช่อง	0.005 mm	วัดรัศมีความโค้งผิวเลนส์กล้องจุลทรรศน์

ตารางที่ 13.1 คุณลักษณะและความละเอียดของเครื่องมือวัดละเอียดในห้องปฏิบัติการ

13.4.3 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	ชิ้นงานตัวอย่าง	ค่าที่วัด (mm)	$\bar{x}$ (mm)	S_D (mm)
1	ความหนากระจกสไลด์ (ไมโครมิเตอร์)	1.22		
2	ความหนากระจกสไลด์ (ไมโครมิเตอร์)	1.23	1.223	± 0.006
3	ความหนากระจกสไลด์ (ไมโครมิเตอร์)	1.22		
1	เส้นผ่านศูนย์กลางหลอดทดลอง (เวอร์เนียร์)	15.45		
2	เส้นผ่านศูนย์กลางหลอดทดลอง (เวอร์เนียร์)	15.50	15.47	± 0.020
3	เส้นผ่านศูนย์กลางหลอดทดลอง (เวอร์เนียร์)	15.45		

ตารางที่ 13.2 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการวัดละเอียดและการคำนวณค่าทางสถิติ

ชุดโจทย์และข้อสอบประยุกต์ฟิสิกส์สำหรับวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

13.5 ชุดโจทย์คัดสรรข้อสอบกลางภาคและปลายภาค

1. **กลศาสตร์ของไหลและการดูดซึม:** ท่อลำเลียงไซเลมของต้นยางพารามีรัศมีเฉลี่ย $r = 25\,\mu$m หากน้ำยางมีแรงตึงผิว $\gamma = 0.072$ N/m และมุมสัมผัส $\theta = 0^\circ$ จงคำนวณหาความสูงสูงสุดที่ของเหลวสามารถขึ้นไปได้ด้วยปรากฏการณ์คาพิลลารี (Capillary Action) กำหนดความหนาแน่น $\rho = 1,000$ kg/m^3 และ $g = 9.8$ m/s^2

2. **เครื่องหมุนเหวี่ยงแยกตะกอน:** เครื่อง Centrifuge หมุนด้วยความถี่ $6,000$ rpm รัศมีการหมุนของหลอดทดลอง $r = 12$ cm จงคำนวณหาความเร่งสู่ศูนย์กลางในหน่วยเท่าของแรงโน้มถ่วงโลก ($RCF \times g$)

3. **ไฟฟ้าชีวภาพ:** เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทมีความหนา $d = 8.0$ nm มีความต่างศักย์ขณะพัก $V = -70$ mV จงคำนวณขนาดของสนามไฟฟ้าที่ตั้งฉากกับเยื่อหุ้มเซลล์ในหน่วยโวลต์ต่อเมตร (V/m) พร้อมอธิบายว่าสนามไฟฟ้านี้ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของไอโซเลท Na^+ และ K^+ อย่างไร

4. **อุณหพลศาสตร์และการสังเคราะห์แสง:** ใบพืชได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย 800 W/m^2 หากใบพืชมีพื้นที่ผิวรวม 0.05 m^2 และมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี 3.5% จงคำนวณพลังงานเคมีที่สังเคราะห์ได้ในเวลา 1 ชั่วโมง

5. **ทัศนศาสตร์กล้องจุลทรรศน์:** เลนส์ใกล้วัตถุของกล้องจุลทรรศน์มีค่า Numerical Aperture ($NA = 1.25$) เมื่อใช้แสงสีน้ำเงินความยาวคลื่น $\lambda = 450$ nm จงคำนวณขีดจำกัดในการแยกชัดของกล้อง (Resolving Limit) ตามเกณฑ์ของเรย์ลีห์

บรรณานุกรม

1. ชีวะ ทัศนา. (2566). *เอกสารประกอบการสอน วิชาฟิสิกส์ 1 ปฏิบัติการ วัดละเอียด*. สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
2. ชีวะ ทัศนา. (2566). *คู่มือปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน 1 และ 2 สำหรับนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์*. จันทบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
3. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2562). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ เล่ม 1-6*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
4. Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2018). *Fundamentals of Physics* (11th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
5. Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics* (10th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.
6. Tipler, P. A., & Mosca, G. (2008). *Physics for Scientists and Engineers* (6th ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
7. Giancoli, D. C. (2014). *Physics: Principles with Applications* (7th ed.). Boston: Pearson.
8. Nelson, P. (2014). *Biological Physics: Energy, Information, Life*. New York: W. H. Freeman.
9. Cotterill, R. (2002). *Biophysics: An Introduction*. Chichester: John Wiley & Sons.
10. Herman, I. P. (2016). *Physics of the Human Body* (2nd ed.). Cham: Springer International Publishing.

ดัชนีสืบค้นคำสำคัญ

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน, 10
การถ่ายโอนความร้อน, 27
กำลังและเครื่องกล, 23
คู่มือปฏิบัติการวัดละเอียด, 42
งานและพลังงานกล, 20
จลนศาสตร์และการเคลื่อนที่, 7
ชุดโจทย์ประยุกต์ชีวภาพ, 44
ทัศนศาสตร์และกัมมันตรังสี, 39
ระบบหน่วยสากล SI, 1
สมดุลกลและโมเมนต์, 16
อุณหพลศาสตร์และก๊าซ, 30
เวกเตอร์และการรวมแรง, 4
โมเมนตัมและการดล, 13
ไฟฟ้ากระแสตรงและวงจร, 36
ไฟฟ้าสถิตและสนามไฟฟ้า, 33

ประวัติผู้เขียน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชีวะ ทัศนา

สาขา วิชา ฟิสิกส์ คณะ วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

คุณวุฒิการศึกษา

- ปร.ด. (ฟิสิกส์ประยุกต์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- วท.ม. (ฟิสิกส์ ประยุกต์) สถาบัน เทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้า คุณ ทหารลาดกระบัง
- วท.บ. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ความเชี่ยวชาญทางวิชาการและการสอน

- การ สอน วิชา ฟิสิกส์ พื้น ฐาน และ ฟิสิกส์ ประยุกต์ สำหรับ นักศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์
- การ พัฒนา เครื่อง มือ วัด ละเอียด และ ระบบ ห้อง ปฏิบัติ การ ฟิสิกส์ อัจฉริยะ (Physics Smart Lab)
- ฟิสิกส์เชิงอนุภาค การตรวจวัดอนุภาคละอองลอย PM2.5 และการวิเคราะห์ภาพถ่ายดิจิทัล
- การแปรรูปพลังงานชีวมวลและวัสดุคาร์บอนขั้นสูงเพื่อสิ่งแวดล้อม