

# สารบัญ

## คำนำ

|         |   |    |
|---------|---|----|
| บทที่ 1 | เวกเตอร์และจลศาสตร์ของอนุภาค                            | 1  |
| 1.1     | ปริมาณเวกเตอร์  | 1  |
| 1.2     | การบวกและการลบเวกเตอร์                                  | 3  |
| 1.3     | เวกเตอร์หนึ่งหน่วย                                      | 5  |
| 1.4     | เวกเตอร์บอกตำแหน่ง                                      | 5  |
| 1.5     | เวกเตอร์บอกตำแหน่งสัมพัทธ์                              | 7  |
| 1.6     | การคูณเวกเตอร์  | 8  |
| 1.7     | ผลคูณสเกลาร์ของสามเวกเตอร์, ผลคูณเวกเตอร์ของสามเวกเตอร์ | 12 |
| 1.8     | เกรเดียนต์, ไวกเวอเจนซ์ และเคิร์ล                       | 18 |
| 1.9     | การดิฟเฟอเรนเชียล และการอินทิเกรตของเวกเตอร์            | 20 |
| 1.10    | จลศาสตร์ในระนาบ   | 29 |
| 1.11    | จลศาสตร์ใน 3 มิติ                                       | 35 |
|         | แบบฝึกหัดบทที่ 1  | 42 |
| บทที่ 2 | พื้นฐานของกลศาสตร์แบบนิวตัน                             | 53 |
| 2.1     | กลศาสตร์, วิทยาศาสตร์ที่แท้จริง                         | 53 |
| 2.2     | กลศาสตร์, ลักษณะของการเคลื่อนที่                        | 56 |
| 2.3     | พลศาสตร์, มวลและแรง                                     | 58 |
| 2.4     | กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน                                | 60 |
| 2.5     | ความโน้มถ่วง  | 61 |
| 2.6     | หน่วยและขนาด  | 63 |
| 2.7     | ปัญหาพื้นฐานบางอย่างของกลศาสตร์                         | 65 |
|         | แบบฝึกหัดบทที่ 2  | 74 |

|                |  |            |
|----------------|--|------------|
| <b>บทที่ 3</b> | <b>การเคลื่อนที่ของอนุภาคในมิติเดียว</b>               | <b>79</b>  |
| 3.1            | ทฤษฎีโมเมนตัมและทฤษฎีพลังงาน                           | 79         |
| 3.2            | การวิเคราะห์ปัญหาทั่วไปของการเคลื่อนที่ในมิติเดียว     | 81         |
| 3.3            | แรงภายนอกขึ้นอยู่กับเวลา                               | 83         |
| 3.4            | แรงหน่วงขึ้นอยู่กับความเร็ว                            | 86         |
| 3.5            | แรงอนุรักษ์ขึ้นอยู่กับตำแหน่ง. พลังงานศักย์            | a9         |
| 3.6            | การตกของวัตถุ  | 96         |
| 3.7            | แรงคืนตัวเชิงเส้น, การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก           | 103        |
| 3.8            | พิจารณาพลังงานของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก             | 109        |
| 3.9            | การเคลื่อนที่แบบแกมมาฮาร์มอนิก                         | 111        |
| 3.10           | การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกเมื่อมีแรงกระทำ               | 119        |
|                | แบบฝึกหัดบทที่ 3                                       | 129        |
| <br>           |  |            |
| <b>บทที่ 4</b> | <b>การเคลื่อนที่ของอนุภาคในสองหรือสามมิติ</b>          | <b>145</b> |
| 4.1            | ทฤษฎีโมเมนตัมและทฤษฎีพลังงาน                           | 145        |
| 4.2            | ระนาบและเวกเตอร์ของทฤษฎีโมเมนตัมเชิงมุม                | 149        |
| 4.3            | การวิเคราะห์ปัญหาทั่วไปของการเคลื่อนที่ในสองและสามมิติ | 153        |
| 4.4            | ฮาร์มอนิกคอสซิลเลเตอร์ในสองและสามมิติ                  | 155        |
| 4.5            | วงรีเจคไทล์  | 160        |
| 4.6            | พลังงานศักย์   | 167        |
| 4.7            | การเคลื่อนที่ภายใต้แรงผ่านศูนย์กลาง                    | 179        |
| 4.8            | แรงผ่านศูนย์กลางเป็นสัดส่วนผกผันกับระยะทางกำลังสอง     | 1a7        |
| 4.9            | ทางโคจรวงรี. ปัญหาของเคปเลอร์                          | 195        |
| 4.10           | การเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า              | 197        |
|                | แบบฝึกหัดบทที่ 4                                       | 209        |

|  |     |
|--|-----|
| บทที่ 5 ระบบโคออดิเนตเคลื่อนที่                                      | 223 |
| 5.1 การเลื่อนตำแหน่งของระบบโคออดิเนต                                 | 223 |
| 5.2 แรงเริ่มต้น  | 225 |
| 5.3 การเคลื่อนที่แบบทั่วไปของระบบโคออดิเนต                           | 227 |
| 5.4 พลศาสตร์ของอนุภาคในระบบโคออดิเนตที่กำลังหมุน                     | 237 |
| 5.5 ผลจากการหมุนของโลก   | 243 |
| แบบฝึกหัดบทที่ 5   | 252 |
| <br>   |     |
| บทที่ 6 พลศาสตร์ของระบบอนุภาค  | 255 |
| 6.1 ศูนย์กลางของมวลและโมเมนตัมเชิงเส้น                               | 255 |
| 6.2 แรงของระบบอนุภาค   | 259 |
| 6.3 โมเมนตัมเชิงมุมของระบบ   | 261 |
| 6.4 พลังงานจลน์ของระบบอนุภาค   | 265 |
| 6.5 การเคลื่อนที่ของวัตถุ 2 ชิ้น เมื่อมีแรงกระทำระหว่างกัน           | 267 |
| 6.6 การชนกัน   | 274 |
| แบบฝึกหัดบทที่ 6   | 281 |
| <br>   |     |
| บทที่ 7 พลศาสตร์ของวัตถุแข็งเกร็ง                                    | 287 |
| 7.1 ศูนย์กลางของมวลของวัตถุแข็งเกร็ง                                 | 287 |
| 7.2 สมดุลสถิตของวัตถุแข็งเกร็ง                                       | 291 |
| 7.3 การหมุนของวัตถุแข็งเกร็งรอบแกนที่ตรงกับที่. โมเมนต์ของความเฉื่อย | 293 |
| 7.4 การคำนวณโมเมนต์ของความเฉื่อย                                     | 296 |
| 7.5 พลังงานหมุน  | 305 |
| 7.6 การกลิ้งของวัตถุบนระนาบเอียง                                     | 308 |
| แบบฝึกหัดบทที่ 7   | 311 |

|   |     |
|---|-----|
| บทที่ 8 ความโน้มถ่วง                            | 317 |
| 8.1 จุดศูนย์กลางสำหรับวัตถุแผ่กว้าง             | 317 |
| 8.2 สนามโน้มถ่วงและศักย์โน้มถ่วง                | 319 |
| 8.3 สมการสนามโน้มถ่วง                           | 324 |
| แบบฝึกหัดบทที่ 5                                | 328 |
| บทที่ 9 สมการของลากรานจ์                        | 335 |
| 9 . 1 โคออดิเนตแบบทั่วไป                        | 335 |
| 9 . 2 แรเงแบบทั่วไป                             | 339 |
| 9 . 3 สมการของลากรานจ์                          | 341 |
| 9 . 4 การประยุกต์สมการของลากรานจ์ไปใช้ในบางกรณี | 345 |
| แบบฝึกหัดบทที่ 9                                | 357 |
| บรรณานุกรม                                      | 361 |