

# สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| คำนำ  | ๗    |
| สารบัญ                                      | ๘    |
| บทที่ 1 บทนำ                                | 1    |
| 1.1 การค้นพบที่สำคัญในช่วงปลายศตวรรษที่ 19  | 1    |
| 1.2 ริงส์วิสต์ดูดำ                          | 11   |
| 1.3 ปฏิกิริยาการเกิดไฟโตอิเล็กทริก          | 17   |
| 1.4 ปฏิกิริยาการเกิดคอมปีตัน                | 26   |
| 1.5 อะตอมตามแบบของโบร์                      | 36   |
| 1.6 ควอนไทเซชันของโบร์และซอมเมอร์เฟลด์      | 42   |
| 1.7 คลื่นอิเล็กตรอนและทฤษฎีควอนตัม          | 49   |
| บทที่ 2 ฟังก์ชันคลื่น                       | 55   |
| 2.1 สเตทฟังก์ชัน หรือฟังก์ชันคลื่น          | 56   |
| 2.2 การซ้อนทับของฟังก์ชันคลื่น              | 60   |
| 2.3 ค่าคาดหวัง                              | 64   |
| 2.4 หมู่คลื่น                               | 65   |
| 2.5 หลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์ก         | 72   |
| บทที่ 3 โมเมนตัมเชิงเส้น                    | 91   |
| 3.1 การสร้างหมู่คลื่นโดยอาศัยหลักการซ้อนทับ | 93   |
| 3.2 การแปลงฟูเรียร์                         | 97   |
| 3.3 ฟังก์ชันเดลตาดีแรก                      | 99   |
| 3.4 ปริภูมิโมเมนตัมและปริภูมิพิกัด          | 101  |
| 3.5 ความสัมพันธ์สลับที่                     | 108  |
| 3.6 หลักความไม่แน่นอน                       | 110  |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| บทที่ 4 | การเคลื่อนที่ของอนุภาคอิสระ                       | 121 |
| 4.1     | การเคลื่อนที่ของหมุ่คลื่น : ความเร็วกลุ่ม         | 121 |
| 4.2     | การเคลื่อนที่ของหมุ่คลื่นในปริภูมิพิกัด           | 124 |
| 4.3     | การเคลื่อนที่ของหมุ่คลื่นในปริภูมิโมเมนตัม        | 125 |
| 4.4     | การเปลี่ยนแปลงของหมุ่คลื่นตามเวลา                 | 126 |
| 4.5     | สมการชเรอดิงเงอร์ของอนุภาคอิสระ                   | 126 |
| 4.6     | การอนุรักษ์ของความน่าจะเป็น                       | 130 |
| 4.1     | เครื่องหมายวงเล็บของดิแรก                         | 131 |
| 4.8     | สเตทคงที่   | 132 |
| บทที่ 5 | สมการชเรอดิงเงอร์                                 | 163 |
| 5.1     | ความน่าจะเป็น                                     | 163 |
| 5.2     | ออฟเพอเรเตอร์เฮอรัสมิเทียน                        | 164 |
| 5.3     | หลักการสมนัย                                      | 167 |
| 5.4     | สมการชเรอดิงเงอร์ในปริภูมิพิกัดและปริภูมิโมเมนตัม | 169 |
| 5.5     | สเตทอยู่หนึ่ง                                     | 171 |
| 5.6     | ออฟเพอเรเตอร์                                     | 172 |
| บทที่ 6 | การประยุกต์ใช้งาน                                 | 197 |
| 6.1     | สเตทของอนุภาคใน 1 มิติ                            | 198 |
| 6.2     | ออฟเพอเรเตอร์พาร์ตี                               | 200 |
| 6.3     | อนุภาคในหลุม 1 มิติ ลึทอนันต์                     | 202 |
| 6.4     | อนุภาคภายในศักย์สี่เหลี่ยมขนาดจำกัด               | 211 |
| 6.5     | อนุภาคเคลื่อนที่ผ่านศักย์ขั้น                     | 223 |
| 6.6     | อนุภาคภายในหลุมกึ่งอนันต์                         | 225 |
| 6.7     | อนุภาคภายใต้ศักย์เคลตา                            | 227 |
| 6.8     | ฮาร์โมนิกออสซิลเลเตอร์                            | 229 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| บทที่ 7  | โมเมนตัมเชิงมุม                                   | 249 |
| 7.1      | ความสัมพันธ์สลับที่                               | 251 |
| 7.2      | ค่าไอเกนและฟังก์ชันไอเกนของ โมเมนตัมเชิงมุม       | 252 |
| 7.3      | ออฟเพอเรเตอร์เพิ่มและออฟเพอเรเตอร์ลด              | 255 |
| 7.4      | โมเมนตัมเชิงมุมสปิน                               | 258 |
| บทที่ 8  | การเคลื่อนที่ใน 3 มิติ                            | 289 |
| 8.1      | การกระจายศักย์ในระบบพิกัดฉาก                      | 291 |
| 8.2      | อะตอมไฮโดรเจน                                     | 295 |
| บทที่ 9  | ทฤษฎีการรบกวนและทฤษฎีการแปรผัน                    | 301 |
| 9.1      | ทฤษฎีการรบกวน (ค่าไอเกนไม่ต่อเนื่อง และไม่แตกตัว) | 301 |
| 9.2      | ทฤษฎีการรบกวน (ค่าไอเกนไม่ต่อเนื่อง และแตกตัว)    | 305 |
| 9.3      | ทฤษฎีการแปรผัน                                    | 322 |
| บทที่ 10 | ทฤษฎีการกระเจิง                                   | 345 |
| 10.1     | การชนกันจากฟิสิกส์ดั้งเดิม                        | 345 |
| 10.2     | มุมสะท้อน   | 346 |
| 10.3     | ความเร็วสัมพันธ์                                  | 348 |
| 10.4     | ครอสเซกชันคิฟเฟอร์เรเนียน                         | 350 |
| 10.5     | การชนกันจากทฤษฎีควอนตัม                           | 352 |
| 10.6     | ครอสเซกชัน  | 353 |
| 10.7     | อนุภาคพลังงานสูง                                  | 359 |
|          | แบบฝึกหัด   | 361 |
|          | ภาคผนวก   | 367 |
|          | บรรณานุกรม  | 377 |