

## สารบัญ

### บทที่ 1 การโน้มถ่วง

1.1	บทนำ	1
1.2	กฎของการโน้มถ่วง	4
1.3	มวลในการเคลื่อนที่และมวลในการโน้มถ่วง	10
1.4	พลังงานศักย์ในการโน้มถ่วง	12
1.5	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและการเคลื่อนที่เป็นวงโคจร	14
1.6	สนามของการโน้มถ่วง	21
1.7	ศักดาของการโน้มถ่วง	24
1.8	สนามของการโน้มถ่วงอันเนื่องมาจากวัตถุทรงกลม	26
1.9	หลักการเทียบค่า	34
1.10	การโน้มถ่วงและแรงระหว่างโมเลกุล	38

### บทที่ 2 แรงไฟฟ้า

2.1	บทนำ	41
2.2	ประจุไฟฟ้า	43
2.3	กฎของคูลอมบ์	44
2.4	หน่วยของประจุ	45
2.5	สนามไฟฟ้า	48
2.6	สนามไฟฟ้าของจุดประจุ	52
2.7	ประจุไฟฟ้าเป็นปริมาณหลัก	57
2.8	หลักการทรงจำนวนของประจุ	60
2.9	ศักดาไฟฟ้า	61
2.10	ความสัมพันธ์ของพลังงานในสนามไฟฟ้า	72
2.11	กระแสไฟฟ้า	74

## บทที่ 3 แรงแม่เหล็ก

3.1	บทนำ	79
3.2	แรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนประจุที่กำลังเคลื่อนที่	80
3.3	การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุในสนามแม่เหล็กที่มีค่าคงที่	83
3.4	การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุในสนามแม่เหล็กที่ไม่สม่ำเสมอ	87
3.5	ตัวอย่างการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุในสนามแม่เหล็ก	91
3.6	แรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน	99
3.7	ทอร์กแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน	102
3.8	สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากกระแสที่ไหลครบวงจร	106
3.9	สนามแม่เหล็กของกระแสที่ไหลในเส้นลวดตรง	107
3.10	สนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสที่ไหลในขดลวดวงกลม	110
3.11	สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อประจุเคลื่อนที่	114
3.12	แม่เหล็กไฟฟ้าและหลักเกี่ยวกับทฤษฎีสัมพัทธภาพ	116
3.13	แรงระหว่างลวดที่มีกระแสไหลผ่าน	120

## บทที่ 4 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ไม่แปรเปลี่ยนตามเวลา

4.1	บทนำ	127
4.2	ฟลักซ์ของสนามเวกเตอร์	127
4.3	การอินทิเกรตตามเส้น และเชอร์คิวเล็บของสนามเวกเตอร์	128
	ก. สนามไฟฟ้า	132
4.4	แรงเคลื่อนไฟฟ้า	132
4.5	กฎของเกาส์สำหรับสนามไฟฟ้า	133
4.6	คุณสมบัติของตัวนำที่วางในสนามไฟฟ้า	144

4.7	โพลาริเซชันทางไฟฟ้าของสาร	147
4.8	โพลาริเซชันเวกเตอร์	150
4.9	การขจัดทางไฟฟ้า	152
4.10	ขั้วเชิงปฏิบัติไฟฟ้าและเพอมีตทิวิตี	154
4.11	ความจุไฟฟ้า เครื่องควบแน่น	156
4.12	พลังงานของสนามไฟฟ้า	160
	บ. สนามแม่เหล็ก	164
4.13	กฎของแอมแปร์สำหรับสนามแม่เหล็ก	164
4.14	ฟลักซ์แม่เหล็ก	170
4.15	การทำให้สารเกิดเป็นแม่เหล็ก	171
4.16	เวกเตอร์แสดงการเป็นแม่เหล็ก	175
4.17	สนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำ	177
4.18	ขั้วเชิงปฏิบัติและเพอมีตทิวิตีของแม่เหล็ก	179
4.19	สรุปกฎสำหรับสนามคงที่หรือสนามที่อยู่นิ่ง	183

## บทที่ 5 สนามแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งแปรค่าตามเวลา

5.1	บทนำ	185
5.2	กฎของฟาราเดย์-เฮนรี	185
5.3	การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างตัวนำและสนามแม่เหล็ก	192
5.4	การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและหลักของสัมพัทธภาพ	196
5.5	ศักดาไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	197
5.6	การเหนี่ยวนำภายใน	198
5.7	พลังงานของสนามแม่เหล็ก	200
5.8	วงจรคู่ควบ	205
5.9	หลักแห่งการอนุรักษ์ของประจุ	209

5.10 กฎของแอมแปร์-แมกซ์เวลล์	211
5.11 สมการของแมกซ์เวลล์	215

## บทที่ 6 วงจรไฟฟ้า

6.1 บทนำ	217
6.2 กฎของโอห์ม	217
6.3 กำลังงานไฟฟ้า	221
6.4 การต่อความต้านทาน	222
6.5 วงจรกระแสตรง	224
6.6 วิธีคำนวณกระแสในโครงข่ายไฟฟ้า	226
6.7 การเพิ่มและลดของกระแสในวงจรเนื่องจากการเหนี่ยวนำภายใน	230
6.8 การให้ประจุและการถ่ายประจุของเครื่องควบแน่น	234
6.9 การแกว่งทางไฟฟ้าอย่างอิสระเป็นจังหวะ	238
6.10 การแปรค่าเป็นจังหวะทางไฟฟ้าของวงจรกระแสสลับที่มีแรงบังคับ	241
6.11 การประยุกต์วิธีการหมุนเวกเตอร์เพื่อใช้กับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	245
6.12 ตัวนำที่ไม่ขึ้นกับกฎของโอห์ม	251
แบบฝึกหัด 1	255
แบบฝึกหัด 2	261
แบบฝึกหัด 3	269
แบบฝึกหัด 4	279
แบบฝึกหัด 5	287
แบบฝึกหัด 6	293