

# สารบัญ

## บทที่ 13

## ไฟฟ้าสถิต

13.1	ไฟฟ้าสถิต .....	1
13.2	การทำให้เกิดประจุไฟฟ้าโดยการขัดสี .....	1
13.3	ชนิดของประจุไฟฟ้า แรงกระทำที่เกิดขึ้นระหว่างประจุไฟฟ้า .....	1
13.4	ปัจจัยสิ่งที่ทำให้เกิดไฟฟ้าสถิต .....	2
13.5	ตัวนำไฟฟ้า (Conductor) และฉนวนไฟฟ้า (Insulator) .....	2
13.6	ทฤษฎีไฟฟ้า .....	3
13.7	การเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Electrical induction) .....	4
13.8	วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าดูดวัตถุที่เป็นกลางได้อย่างไร .....	5
13.9	การทำให้วัตถุตัวนำเกิดประจุไฟฟ้าอิสระ .....	5
13.10	อิเล็กโตรสโคป (Electroscope) .....	6
13.11	การนำอิเล็กโตรสโคปแบบแผ่นทองคำเปลวไปใช้ประโยชน์ .....	8
13.12	สนามไฟฟ้า, เส้นแรงไฟฟ้า .....	18
13.13	จุดสะเทินในสนามไฟฟ้า .....	20
13.14	แรงที่เกิดขึ้นกับประจุในสนามไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของประจุ .....	24
13.15	ศักย์ไฟฟ้า .....	37
13.16	ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด 2 จุดใดๆ .....	38
13.17	สนามไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้าบนตัวนำทรงกลม .....	39
13.18	ความสัมพันธ์ระหว่างสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ( $E$ ) และความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุด .....	42
13.19	ความจุไฟฟ้าสถิต (Electrostatic capacity) .....	54
13.20	ความจุไฟฟ้าของตัวนำทรงกลมลูกเดียว .....	54
13.21	ความจุไฟฟ้าของตัวนำทรงกลมสองลูกซ้อนกัน .....	55
13.22	การคำนวณเกี่ยวกับตัวนำที่มีประจุไฟฟ้ามาแตะกัน .....	57
13.23	การต่อตัวเก็บประจุ เพื่อประโยชน์ในการใช้งาน .....	59
13.24	การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ต่างๆ .....	61
<b>โจทย์ฝึกประสบการณ์ บทที่ 13</b> .....		74
<b>เฉลยโจทย์ฝึกประสบการณ์ บทที่ 13</b> .....		77
<b>เฉลยคำถามในแบบเรียน บทที่ 13</b> .....		78

14.1	กระแสไฟฟ้า .....	91
14.2	แหล่งกำเนิดไฟฟ้า .....	91
14.3	กระแสไฟฟ้าในโลหะตัวนำ .....	93
14.4	การหากระแสเมื่อทราบพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ .....	93
14.5	สภาพต้านทาน (Resistivity) .....	94
14.6	ความนำไฟฟ้า (Conductivity) .....	95
14.7	สภาพนำไฟฟ้า .....	95
14.8	ไดโอดผลึก .....	96
14.9	ความต้านทานไฟฟ้าและการอ่านสี่ความต้านทาน .....	104
14.10	การต่อความต้านทาน .....	106
14.11	การแปลงความต้านทานอย่างยาก .....	114
14.12	ความต้านทานที่ต่อแบบสมมาตร (เกินหลักสูตร) .....	117
14.13	WHEATSTONE BRIDGE .....	118
14.14	การเปลี่ยนรูปความต้านทาน Delta Wye (เกินหลักสูตร) .....	123
14.15	กฎของโอห์ม .....	125
14.16	แรงเคลื่อนไฟฟ้า ความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์, ความต่างศักย์ภายในเซลล์ .....	126
14.17	การคำนวณกระแสไฟฟ้าแยกไหล .....	129
14.18	การต่อเซลล์ไฟฟ้า .....	130
14.19	กราฟไฟฟ้ากระแสที่ซับซ้อน .....	134
14.20	การคำนวณเมื่อมีไดโอดอยู่ด้วย .....	144
14.21	กฎของเคอร์ชอฟฟ์ (KIRSCHOFF'S LAWS) .....	147
14.22	MAXWELL'S CYCLIC CURRENT .....	148
14.23	การหาความต่างศักย์ 2 จุด ในวงจร (เมื่อคร่อมเซลล์ไฟฟ้าด้วย) .....	152
14.24	การหาศักย์ไฟฟ้าเมื่อต่อสายดิน .....	153
14.25	แอมมิเตอร์ .....	154
14.26	โวลต์มิเตอร์ .....	156
14.27	เครื่องมือวัดความต้านทานของลวดต้านทานไฟฟ้า .....	157
14.28	พลังงานไฟฟ้า (หน่วยเป็นจูล) .....	165
14.29	กำลังไฟฟ้า (หน่วยเป็นวัตต์) .....	166
14.30	การคำนวณเงินค่าไฟฟ้า .....	175

14.31	การหาประจุไฟฟ้าในตัวเก็บประจุ (C) .....	178
14.32	การ CHARGE แบตเตอรี่ .....	179
14.33	ลวดต้านทานต่อกันเพื่อหาวัตต์หรือโวลต์สูงสุด .....	180
14.34	เปรียบเทียบการส่งความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงและต่ำ .....	182
	<b>โจทย์ฝึกประสบการณ์ unit 14</b> .....	185
	<b>เฉลยโจทย์ฝึกประสบการณ์ unit 14</b> .....	187
	<b>เฉลยคำถามในแบบเรียน unit 14</b> .....	188

## unit 15

## ไฟฟ้าและแม่เหล็ก

15.1	แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก .....	201
15.2	การคำนวณสนามแม่เหล็ก .....	202
15.3	สนามแม่เหล็กโลก .....	202
15.4	สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า .....	203
15.5	การ CROSS VECTOR .....	209
15.6	ประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็ก .....	210
15.7	การหาทิศของแรงบนประจุในสนามแม่เหล็ก, $\vec{F} = q\vec{v}\vec{B}$ .....	211
15.8	ประจุวิ่งวนอยู่ในสนามแม่เหล็ก (Circulating Charges) .....	212
15.9	ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ท่ามม $q$ กับสนามแม่เหล็ก .....	214
15.10	แรงบนตัวนำที่มีกระแสผ่าน (Magnatic force on a current) .....	231
15.11	แรงระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ไหลในเส้นลวด .....	239
15.12	แรงบนขดลวดสี่เหลี่ยม เมื่อมีกระแสไฟฟ้าและอยู่ในสนามแม่เหล็ก .....	243
15.13	กัลวานอมิเตอร์ชนิดขดลวดเคลื่อนที่ .....	245
15.14	กรอบลวดวงรีขดสนามแม่เหล็ก .....	247
15.15	วงจรบริดจ์ไดโอด (เปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรง) .....	251
15.16	กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Induced Current) .....	253
15.17	การหาทิศของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ .....	254
15.18	การพิสูจน์, ความต่างศักย์ $V = vBl$ .....	254
15.19	ไดนาโม (Dynamo) .....	256
15.20	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง .....	265
15.21	หม้อแปลงไฟฟ้า .....	268
15.22	กระแสไฟฟ้าสลับ .....	274

15.23 ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ .....	275
15.24 แผนภาพเฟสเซอร์ .....	281
15.25 การรวมความต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ .....	282
15.26 ค่ายังผล ค่ามีเตอร์ ค่า rms (Root Mean Square) .....	283
15.27 กำลังไฟฟ้ากระแสสลับ .....	285
15.28 ตัวประกอบกำลัง (POWER FACTOR) .....	286
15.29 การอ่าน $V_{max}$ , $I_{max}$ , W และ f จากสมการไฟฟ้า .....	287
15.30 วงจรตัวต้านทาน, ตัวเหนี่ยวนำ, ตัวเก็บประจุต่ออนุกรมกัน .....	288
15.31 วงจรความต้านทาน, ตัวเหนี่ยวนำ, ตัวเก็บประจุต่อขนานกัน .....	288
15.32 ภาวะเรโซแนนซ์ของวงจรไฟฟ้า AC .....	289
<b>โจทย์ฝึกประสบการณ์ บทที่ 15</b> .....	299
<b>เฉลยโจทย์ฝึกประสบการณ์ บทที่ 15</b> .....	301
<b>เฉลยคำถามในแบบเรียน บทที่ 15</b> .....	302

## บทที่ 16

## คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

16.1 ทฤษฎีของแมกซ์เวลล์ และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า .....	313
16.2 การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า .....	314
16.3 การแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า .....	316
16.4 สมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามทฤษฎีของแมกซ์เวลล์ .....	317
16.5 ตารางเปรียบเทียบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า .....	319
16.6 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า .....	319
16.7 การทดลองของเฮิร์ตซ์ (Heinrich Hertz) .....	321
16.8 การทดลองส่งคลื่นวิทยุ .....	322
16.9 ทฤษฎีสัมพัทธภาพ .....	323
16.10 โพลาริเซชัน (Polarization) .....	332
16.11 การทำให้แสงที่ไม่โพลาริไซส์ให้เป็นแสงที่โพลาริไซส์ได้โดยการสะท้อน, การหักเหและมุมโพลาริไซส์ .....	335
16.12 การกระเจิงของแสง (Scattering of light) .....	337
<b>โจทย์ฝึกประสบการณ์ บทที่ 16</b> .....	340
<b>เฉลยโจทย์ฝึกประสบการณ์ บทที่ 16</b> .....	342
<b>เฉลยคำถามในแบบเรียน บทที่ 16</b> .....	343