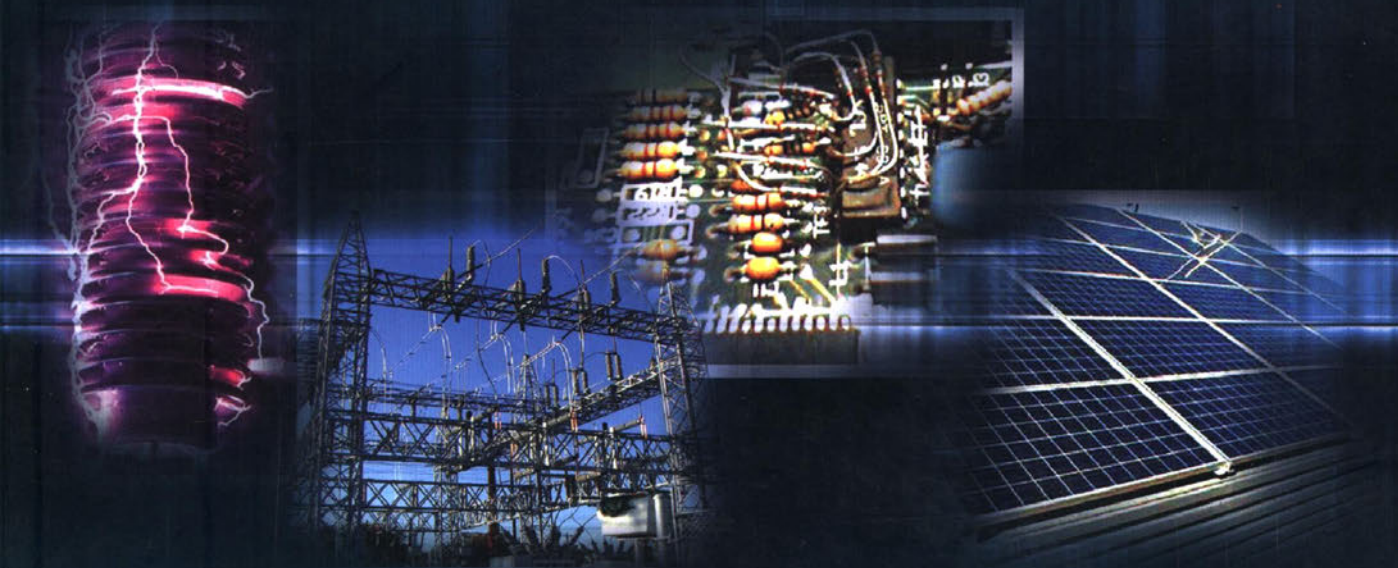


วิศวกรรมไฟฟ้า



တာဝန်ပေး



Electrical
engineering

วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาคทฤษฎี



โดย... ประเสริฐ ปิ่นปฐมรัฐ



บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด

SKYBOOK COMPANY LIMITED

515/276-8 ถ.รัชดา-ปทุมธานี ต.ปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130

โทร. 0-2958-1125-7, 0-2567-5119 โทรสาร. 0-2567-5105

e-mail: sales@skybook.co.th

www.skybook.co.th

“วิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical engineering) ภาคทฤษฎี”

พิมพ์ครั้งที่ 1 มกราคม 2549

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย

ห้ามคัดลอกถ่ายเอกสารหรือพิมพ์

หรือวิธีหนึ่งวิธีใดของหนังสือเล่มนี้ก่อนได้รับอนุญาต

จากบริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด

ราคา 245 บาท

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ประเสริฐ ปิ่นปฐมรัฐ

วิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical engineering) ภาคทฤษฎี -- ปทุมธานี : สกายบุ๊กส์, 2549.

480 หน้า

1. วิศวกรรมไฟฟ้า

I. ชื่อเรื่อง

621.3

ISBN 13 : 978-974-389-734-4

ISBN 10 : 974-389-734-8

S7901-30-01-06

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย



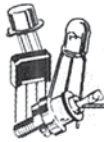
บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด
SKYBOOK COMPANY LIMITED
515/276-8 อ.ห้วยป่าหวาย อ.ปรางค์กู่ อ.ชัยภูมิ 32130
โทร. 0-2958-1125-7, 0-2567-5119 โทรสาร. 0-2567-5105
e-mail: sales@skybook.co.th

www.skybook.co.th

หากท่านผู้อ่านซื้อหนังสือที่จัดพิมพ์โดยบริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด และพบว่าหนังสือสลับหน้า พิมพ์ไม่ชัดเจน
หน้าขาดหายไม่ครบ หรือความบกพร่องอื่นใดอันเนื่องมาจากการบวนการพิมพ์และการเข้าเล่ม
กรุณาส่งหนังสือมาที่บริษัทฯ เพื่อรับหนังสือเล่มใหม่

พิมพ์ที่ บริษัท พี เอ็น เค แอนด์ สกายพรีนตติ้ง จำกัด

โทรศัพท์: 0-2812-1484, 0-2812-2265



ดำนนำ

หนังสือวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical Engineering) ภาคทฤษฎี ผู้เขียนได้เรียบเรียงจากหนังสืออ้างอิงหลายเล่มเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทันสมัยและสอดคล้องกับหลักสูตรวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical Engineering) ซึ่งใช้ประกอบการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีของวิศวกรรมทุกสาขา ตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล และใช้ประกอบการเรียนการสอนในระดับอาชีวศึกษา ตลอดจนผู้ที่มีความสนใจจะศึกษาเนื้อหาดังกล่าวด้วยตนเอง

ในหนังสือประกอบด้วยเนื้อหา 15 บท โดยแบ่งเป็นพื้นฐานทางไฟฟ้า วงจรไฟฟ้ากระแสตรง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ตัวเก็บประจุไฟฟ้า ตัวเหนี่ยวนำ หม้อแปลงไฟฟ้า เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (เช่น ไดโอดและทรานซิสเตอร์) และระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า เนื้อหาทั้งหมดใช้ข้อความเรียบเรียงแบบง่าย ๆ พร้อมทั้งตัวประกอบความเข้าใจในทฤษฎี และมีแบบฝึกหัดให้ฝึกทำทุกบท

ขอเสนอแนะใดๆ ที่ท่านคิดว่ามีประโยชน์ต่อการปรับปรุงหนังสือเล่มนี้ โปรดแจ้งได้ที่ข้าพเจ้าหรือที่สำนักพิมพ์โดยตรง จักเป็นพระคุณยิ่ง

นายประเสริฐ ปิ่นปฐมรัฐ



สารบัญ

บทที่ 1	ความรู้พื้นฐาน	9
1.1	งานและพลังงาน	9
1.2	การเปลี่ยนรูปของพลังงาน	11
1.3	ประสิทธิภาพ	12
1.4	โครงสร้างของสสาร	15
1.5	โครงสร้างของอะตอม	15
1.6	อิเล็กทรอนิกส์และอิเล็กทรอนิกส์	17
1.7	ไฟฟ้าสถิต	18
1.8	การนำไฟฟ้าไปใช้งาน	21
บทที่ 2	หน่วยและปริมาณทางไฟฟ้า	27
2.1	หน่วยของประจุไฟฟ้า	27
2.2	กระแสไฟฟ้าและการไหลของกระแสไฟฟ้า	28
2.3	หน่วยของกระแสไฟฟ้า	30
2.4	แรงดันไฟฟ้า	31
2.5	ตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้า	33
2.6	ตัวต้านทานและค่าของความต้านทาน	41
2.7	กำลังงาน	44
2.8	กำลังของฐาน 10	45
2.9	มาตรฐานหน่วยเอสไอ	49
บทที่ 3	กฎของโอห์ม การคำนวณและการวัด	54
3.1	สัญลักษณ์และส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า	54
3.2	กฎของโอห์ม	58
3.3	กำลังไฟฟ้า	61
3.4	การคำนวณค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า	64

3.5	การวัดปริมาณทางไฟฟ้า	65
3.6	การใช้งานมัลติมิเตอร์	69
บทที่ 4	ส่วนประกอบในวงจรไฟฟ้า	78
4.1	เซลล์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่	78
4.2	หลอดไฟฟ้า	90
4.3	ตัวต้านทาน	94
4.4	สวิตช์	105
4.5	สายตัวนำไฟฟ้า	111
4.6	ฟิวส์และตัดตอนอัตโนมัติ	116
บทที่ 5	วงจรไฟฟ้าอนุกรมและขนาน	126
5.1	วงจรไฟฟ้าอนุกรม	126
5.2	วงจรไฟฟ้าขนาน	134
5.3	วงจรไฟฟ้าอนุกรม-ขนาน	142
บทที่ 6	การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่ซับซ้อน	155
6.1	Simultaneous Equation	155
6.2	กฎกระแสไฟฟ้าและกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	160
6.3	หลักการของทฤษฎีกระแสเมช	168
บทที่ 7	แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	177
7.1	สารแม่เหล็ก	177
7.2	สนามแม่เหล็ก ฟลักซ์ และขั้วแม่เหล็ก	178
7.3	แม่เหล็กไฟฟ้า	184
7.4	การป้องกันเส้นแรงแม่เหล็ก	189
7.5	การบายเบนของเส้นแรงแม่เหล็ก	189
7.6	แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	190
7.7	การประยุกต์ใช้งานแม่เหล็กไฟฟ้า	192
บทที่ 8	ไฟฟ้ากระแสสลับ	200
8.1	การกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	200
8.2	ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับชั่วขณะ	202
8.3	ความถี่และคาบเวลาของไฟฟ้ากระแสสลับ	204
8.4	ค่าของแรงดันและกระแส	205
8.5	มุมและความเร็วเชิงมุม	210
8.6	ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	215

- 8.7 การต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบวาย 217
 8.8 การต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเดลต้า 218

บทที่ 9 ตัวเก็บประจุไฟฟ้า 226

- 9.1 ความจุไฟฟ้า 226
 9.2 สนามไฟฟ้า แรงระหว่างประจุ และพลังงานในตัวเก็บประจุ 227
 9.3 ตัวเก็บประจุ 229
 9.4 ตัวประกอบที่มีผลต่อค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ 231
 9.5 การคำนวณค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ 232
 9.6 ความคงทนได้อิเล็กตริก 234
 9.7 วงจรรอนุกรมตัวเก็บประจุ 236
 9.8 วงจรรขนานตัวเก็บประจุ 240
 9.9 ชนิดของตัวเก็บประจุ 242
 9.10 ตัวเก็บประจุในวงจรไฟตรง 256

บทที่ 10 ตัวเหนี่ยวนำ 268

- 10.1 ลักษณะภายนอกของตัวเหนี่ยวนำ 268
 10.2 กฎของเลนซ์ 269
 10.3 ค่าความเหนี่ยวนำ 271
 10.4 องค์ประกอบที่มีผลต่อค่าความเหนี่ยวนำ 273
 10.5 วงจรรอนุกรมและวงจรรขนานตัวเหนี่ยวนำ 274
 10.6 วงจรรอนุกรมตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ 279

บทที่ 11 หม้อแปลงไฟฟ้า 301

- 11.1 บทนำ 301
 11.2 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า 302
 11.3 หลักการพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า 307
 11.4 การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า 308
 11.5 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน จำนวนรอบ และกระแส 309
 11.6 หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดพิเศษ 314
 11.7 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า 319
 11.8 หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส 319

บทที่ 12 มอเตอร์ไฟฟ้า 327

- 12.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 328
 12.2 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 328
 12.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดต่าง ๆ 331

12.4	การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	333
12.5	การเบรกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	334
12.6	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	335
12.7	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	339
12.8	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	340
12.9	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	350
บทที่ 13	โรงไฟฟ้า การผลิต และโหลด	362
13.1	โรงไฟฟ้า	362
13.2	ประเภทของไฟฟ้า	362
13.3	การผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย	363
13.4	เครือข่ายระบบการผลิตและระบบส่งจ่ายไฟฟ้า	366
13.5	โครงสร้างของอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าในปัจจุบัน	369
13.6	การคาดคะเนความต้องการไฟฟ้า	372
บทที่ 14	ไดโอด	381
14.1	สารกึ่งตัวนำ	381
14.2	รอยต่อพี-เอ็น	390
14.3	คุณสมบัติของไดโอด	396
บทที่ 15	ทรานซิสเตอร์	428
15.1	ทรานซิสเตอร์สองรอยต่อ	428
15.2	วงจรเบสร่วม	432
15.3	วงจรอิมิตเตอร์ร่วม	437
15.4	วงจรคอลเลกเตอร์ร่วม	450
15.5	ข้อมูลทางเทคนิคของทรานซิสเตอร์	453
ภาคผนวก		457

Electrical
engineering
วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาคทฤษฎี





ความรู้พื้นฐาน

1

วัตถุประสงค์

1. เข้าใจความหมายของงานและพลังงาน
2. เข้าใจความหมายและหาค่าของประสิทธิภาพได้
3. อธิบายโครงสร้างของสสารและอะตอมได้
4. อธิบายธรรมชาติของประจุไฟฟ้าได้
5. บอกถึงที่นำไฟฟ้าไปใช้งานได้

1.1 งานและพลังงาน

งาน (Work) หมายถึง แรงที่กระทำต่อวัตถุในระยะทางใดระยะทางหนึ่ง หน่วยของงาน คือ จูล ตัวอย่างเช่น การออกแรง (Force) ลากของจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ระยะทางระหว่างทั้ง 2 จุด คือ ระยะทาง (Distance) ความสัมพันธ์ดังกล่าวเกิดเป็นสมการ (1.1)

$$\text{งาน (Work)} = \text{แรง (Force)} \times \text{ระยะทาง (Distance)} \quad \dots(1.1)$$

เมื่อ : งาน (W) มีหน่วยเป็น จูล (Joules)

: แรง (F) มีหน่วยเป็นนิวตัน (Newtons)

: ระยะทาง (D) มีหน่วยเป็นเมตร (Meters)

ในมาตราเมตริกซ์ หน่วยของแรง คือ นิวตัน (มีค่าประมาณ 0.2248 ปอนด์) และหน่วยของระยะทาง คือ เมตร (มีค่าประมาณ 39.4 นิ้ว) นั่นคือ งาน 1 จูลมีค่าเท่ากับแรง 1 นิวตัน กระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ในระยะทาง 1 เมตร หรือจูล = นิวตัน x เมตร

งาน 1 จูล มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับพลังงานที่มนุษย์ใช้ในแต่ละวัน ตัวอย่างเช่น เตาอบไฟฟ้าใช้พลังงานประมาณ 100,000 จูล หรือหลอดไฟฟ้า 100 วัตต์จะใช้พลังงานประมาณ 360,000 จูล เมื่อเปิดใช้งานเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง เป็นต้น

พลังงาน (Energy) มีความหมายเหมือนกับงาน และใช้ตัวอักษรย่อตัวเดียวกัน คือ W ดังนั้น พลังงานจึงมีหน่วยเป็นจูล หรือกล่าวได้ว่า

$$\text{พลังงาน (W)} = \text{แรง (F)} \times \text{ระยะทาง (D)} \quad \dots(1.2)$$

ตัวอย่าง 1.1 ต้องใช้พลังงานเท่าไรที่จะดึงเรือลำหนึ่งที่ลอยอยู่ในน้ำเข้ามาสู่ฝั่ง เมื่อใช้แรงขนาด 150 นิวตัน และระยะห่างของเรือกับฝั่งเท่ากับ 8 เมตร

วิธีทำ	กำหนดให้	$F = 150$	นิวตัน
	D	$= 8$	เมตร
ดังนั้น	W	$= F \times D$	
		$= 150 \times 8$	
		$= 1,200$	นิวตัน-เมตร
	W	$= 1,200$	จูล
ตอบ	พลังงานที่ใช้คือ 1,200 จูล		

งานและพลังงานเราต้องเรียนรู้ในรูปแบบอื่น ๆ ด้วย นอกเหนือจากลักษณะของงานในหน่วยของจูลแล้ว เช่น งานในรูปแบบของพลังงานไฟฟ้า (Power) หรือกระแสไฟฟ้า (Current) และแรงดันไฟฟ้า (Voltage) เป็นต้น

จากตัวอย่าง 1.1 จะพบว่า เราต้องใช้พลังงานจำนวน 1,200 จูล เพื่อทำงานอย่างหนึ่ง คือ ทำการดึงเรือกด้วยแรง 150 นิวตัน เป็นระยะทาง 8 เมตร เมื่อมองงานและพลังงานในรูปแบบของพลังงานไฟฟ้า เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ เก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ภายใน เมื่อผู้ขับรถติดเครื่องยนต์ พลังงานจากแบตเตอรี่ก็จะจ่ายให้เครื่องยนต์เพื่อให้เครื่องยนต์ติดพร้อมที่จะทำงานได้ เป็นต้น

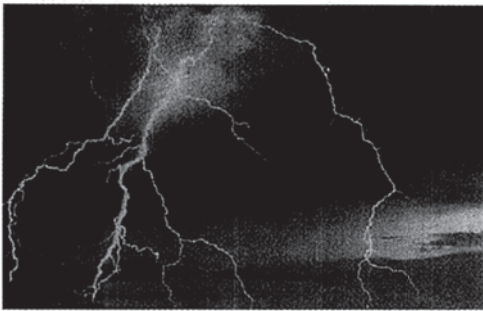
ตัวอย่าง 1.2 ถ้าต้องใช้พลังงาน 500 จูล เพื่อเข็นรถคันหนึ่งด้วยแรง 100 นิวตัน อยากทราบว่ารถจะเคลื่อนที่ไปได้เป็นระยะทางเท่าไร

วิธีทำ	กำหนดให้	$W = 500$	จูล
		$F = 100$	นิวตัน
แต่		$W = F \times D$	
นั่นคือ		$D = \frac{W}{F}$	
		$= \frac{500 \text{ จูล}}{100 \text{ นิวตัน}}$	
		$= \frac{500 \text{ นิวตัน} \cdot \text{เมตร}}{100 \text{ นิวตัน}}$	
	$\therefore$	$D = 5$	เมตร
ตอบ	ระยะทางที่รถเคลื่อนที่คือ 5 เมตร		

1.2 การเปลี่ยนรูปของพลังงาน

พลังงานมีหลายรูปแบบล้วนแต่ทำให้เกิดงานทั้งสิ้น เช่น พลังงานแสง (Light Energy) ทำให้เกิดแสงสว่าง พลังงานความร้อน (Heat Energy) ทำให้เกิดความร้อน พลังงานไฟฟ้า (Electric Energy) เป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่สำคัญ เพราะสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น ๆ ได้ ดังนั้นจึงทำให้เกิดงานได้หลายรูปแบบ เช่น แสง เสียง ความร้อน การหมุน ฯลฯ เป็นต้น เช่น พลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดแสงสว่างขึ้นในบ้านเรือนจากหลอดไฟฟ้าหรือพลังไฟฟ้าที่ใช้กับเตาไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนใช้ในการหุงต้มหรือพลังงานไฟฟ้าที่แบตเตอรี่จ่ายให้กับมอเตอร์ ทำให้รถบังคับวิทยุซึ่งเป็นของเล่นราคาแพงเคลื่อนที่ไปได้ เป็นต้น

พลังงานไฟฟ้านั้นนับว่าเป็นพลังงานที่มีคุณประโยชน์อย่างมหาศาล แต่การใช้พลังงานไฟฟ้ายังคงต้องระวังเรื่องความปลอดภัย เพราะอันตรายที่เกิดขึ้นจากไฟฟ้ามีความรุนแรงมาก ทำให้ผู้เกี่ยวข้องเสียชีวิตได้ ถ้ามีความประมาทละเลยกฎแห่งความปลอดภัย



(ก) ไฟฟ้าทำให้เกิดแสงสว่างแต่ไม่สามารถควบคุมได้



(ข) ไฟฟ้าที่นำไปใช้งานในบ้านพักอาศัย



(ค) ช่างไฟฟ้ากำลังตรวจสอบเครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์



(ง) การใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์

รูป 1.1 แสดงลักษณะของการใช้ไฟฟ้าลักษณะต่าง ๆ

1.3 ประสิทธิภาพ

การเปลี่ยนแปลงรูปของพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปอื่น ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว เช่น การจ่ายไฟฟ้าให้กับมอเตอร์พัดลมหมุนให้ลมเย็นได้นั้นต้องผ่านกระบวนการแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล หรือการจ่ายไฟฟ้าให้กับหลอดไฟฟ้า ทำให้หลอดไฟฟ้าส่องแสงสว่างและให้ความร้อนออกมา ต้องผ่านกระบวนการแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงและพลังงานความร้อนเช่นกัน กระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานดังที่กล่าวมานี้ ไม่มีกระบวนการใดที่รับพลังงานไฟฟ้ามาแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้ทั้งหมด นั่นแสดงว่าในกระบวนการทำงานต้องมีการสูญเสียเกิดขึ้น เช่น เมื่อนำพลังงานไฟฟ้า 1,000 จูล จ่ายให้หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่ง ปรากฏว่าเกิดพลังงานแสงเพียง 1,000 จูล เท่านั้น แสดงว่าพลังงานที่หายไป 800 จูล คือพลังงานที่สูญเสียไปในระบบ อาจสูญเสียในรูปของความร้อน เป็นต้น

ดังนั้นการหาประสิทธิภาพของกระบวนการใด ๆ สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการ (1.3)

$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = \frac{\text{พลังงานด้านออกจากกระบวนการ}}{\text{พลังงานด้านเข้ากระบวนการ}} \times 100$$

เมื่อ : พลังงานด้านออกคือ W_{out}

: พลังงานด้านเข้าคือ W_{in}

: ประสิทธิภาพมีหน่วยเป็นร้อยละ (%)

$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = \frac{W_{\text{out}}}{W_{\text{in}}} \times 100 \quad \dots (1.3)$$

ตัวอย่าง 1.3 หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งให้พลังงานแสงได้ 200 จูล เมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้าจำนวน 1,000 จูล จงหาประสิทธิภาพของหลอดไฟฟ้านี้

วิธีทำ

$$\text{พลังงานด้านเข้า } (W_{\text{in}}) = 1,000 \text{ จูล}$$

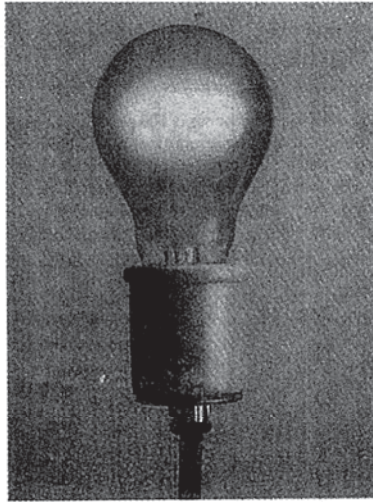
$$\text{พลังงานด้านออก } (W_{\text{out}}) = 200 \text{ จูล}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพ (\%)} &= \frac{W_{\text{out}}}{W_{\text{in}}} \times 100 \\ &= \frac{200 \text{ จูล}}{1,000 \text{ จูล}} \times 100 \\ &= 0.2 \times 100 = 20\% \end{aligned}$$

ตอบ ประสิทธิภาพของหลอดไฟฟ้านี้คือ 20%

หลอดไฟฟ้าโดยเฉพาะหลอดชนิดมีไส้หลอดจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องซักผ้า พัดลม หรือหม้อแปลงไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพระหว่าง 50-75% หมายความว่า มอเตอร์ไฟฟ้าหรือพัดลม จะรับพลังงานไฟฟ้ามาแปลงเป็นพลังงานลมได้ถึง 50-70 %



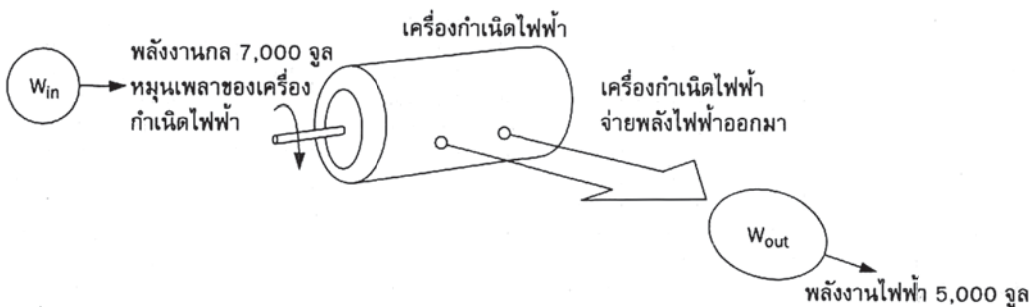
รูป 1.2 แสดงหลอดไฟฟ้าซึ่งให้พลังงานแสงมีประสิทธิภาพต่ำกว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบอื่น ๆ

ตัวอย่าง 1.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องหนึ่งใช้พลังงานกลในการขับให้หมุนจำนวน 7,000 จูล สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 5,000 จูล อยากทราบว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จะมีประสิทธิภาพเท่าไร

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{พลังงานด้านเข้า } (W_{in}) &= 7,000 \text{ จูล} \\ \text{พลังงานด้านออก } (W_{out}) &= 5,000 \text{ จูล} \\ \therefore \text{ประสิทธิภาพ } (\%) &= \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100 \\ &= \frac{5,000 \text{ จูล}}{7,000 \text{ จูล}} \times 100 \end{aligned}$$

ตอบ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือ 71.4 %



รูป 1.3 แสดงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและประสิทธิภาพดังตัวอย่าง 1.4

ตัวเลขอะตอม	ชื่อธาตุ	สัญลักษณ์	จำนวนอิเล็กตรอนแต่ละชั้น					ตัวเลขอะตอม	ชื่อธาตุ	สัญลักษณ์	จำนวนอิเล็กตรอนแต่ละชั้น						
			1	2	3	4	5				1	2	3	4	5	6	7
1	Hydrogen	H	1					52	Tellurium	Te	2	8	18	18	6		
2	Helium	He	2					53	Iodine	I	2	8	18	18	7		
3	Lithium	Li	2	1				54	Xenon	Xe	2	8	18	18	8		
4	Beryllium	Be	2	2				55	Cesium	Cs	2	8	18	18	8	1	
5	Boron	B	2	3				56	Barium	Ba	2	8	18	18	8	2	
6	Carbon	C	2	4				57	Lanthanum	La	2	8	18	18	9	2	
7	Nitrogen	N	2	5				58	Cerium	Ce	2	8	18	19	9	2	
8	Oxygen	O	2	6				59	Praseodymium	Pr	2	8	18	20	9	2	
9	Fluorine	F	2	7				60	Neodymium	Nd	2	8	18	21	9	2	
10	Neon	Ne	2	8				61	Promethium	Pm	2	8	18	22	9	2	
11	Sodium	Na	2	8	1			62	Samarium	Sm	2	8	18	23	9	2	
12	Magnesium	Mg	2	8	2			63	Europium	Eu	2	8	18	24	9	2	
13	Aluminum	Al	2	8	3			64	Gadolinium	Gd	2	8	18	25	9	2	
14	Silicon	Si	2	8	4			65	Terbium	Tb	2	8	18	26	9	2	
15	Phosphorus	P	2	8	5			66	Dysprosium	Dy	2	8	18	27	9	2	
16	Sulfur	S	2	8	6			67	Homium	Ho	2	8	18	28	9	2	
17	Chlorine	Cl	2	8	7			68	Erbium	Er	2	8	18	29	9	2	
18	Argon	Ar	2	8	8			69	Thulium	Tm	2	8	18	30	9	2	
19	Potassium	K	2	8	8	1		70	Ytterbium	Yb	2	8	18	31	9	2	
20	Calcium	Ca	2	8	8	2		71	Lutecium	Lu	2	8	18	32	9	2	
21	Scandium	Sc	2	8	9	2		72	Hafnium	Hf	2	8	18	32	10	2	
22	Titanium	Ti	2	8	10	2		73	Tantalum	Ta	2	8	18	32	11	2	
23	Vanadium	V	2	8	11	2		74	Tungsten	W	2	8	18	32	12	2	
24	Chromium	Cr	2	8	12	1		75	Rhenium	Re	2	8	18	32	13	2	
25	Manganese	Mn	2	8	13	2		76	Osmium	Os	2	8	18	32	14	2	
26	Iron	Fe	2	8	14	2		77	Iridium	Ir	2	8	18	32	15	2	
27	Cobalt	Co	2	8	15	2		78	Platinum	Pt	2	8	18	32	16	2	
28	Nickel	Ni	2	8	16	2		79	Gold	Au	2	8	18	32	18	1	
29	Copper	Cu	2	8	18	1		80	Mercury	Hg	2	8	18	32	18	2	
30	Zinc	Zn	2	8	18	2		81	Thallium	Tl	2	8	18	32	18	3	
31	Gallium	Ga	2	8	18	3		82	Lead	Pb	2	8	18	32	18	4	
32	Germanium	Ge	2	8	18	4		83	Bismuth	Bi	2	8	18	32	18	5	
33	Arsenic	As	2	8	18	5		84	Polonium	Po	2	8	18	32	18	6	
34	Selenium	Se	2	8	18	6		85	Astatine	At	2	8	18	32	18	7	
35	Bromine	Br	2	8	18	7		86	Radon	Rn	2	8	18	32	18	8	
36	Krypton	Kr	2	8	18	8		87	Francium	Fr	2	8	18	32	18	8	1
37	Rubidium	Rb	2	8	18	8	1	88	Radium	Ra	2	8	18	32	18	8	2
38	Strontium	Sr	2	8	18	8	2	89	Actinium	Ac	2	8	18	32	18	9	2
39	Yttrium	Y	2	8	18	9	2	90	Thorium	Th	2	8	18	32	19	9	2
40	Zirconium	Zr	2	8	18	10	2	91	Protactinium	Pa	2	8	18	32	20	9	2
41	Columbium	Cb	2	8	18	12	1	92	Uranium	U	2	8	18	32	21	9	2
42	Molybdenum	Mo	2	8	18	13	1	93	Neptunium	Np	2	8	18	32	22	9	2
43	Technetium	Tc	2	8	18	14	1	94	Plutonium	Pu	2	8	18	32	23	9	2
44	Ruthenium	Ru	2	8	18	15	1	95	Americium	Am	2	8	18	32	24	9	2
45	Rhodium	Rh	2	8	18	16	1	96	Curium	Cm	2	8	18	32	25	9	2
46	Palladium	Pd	2	8	18	18	0	97	Berkelium	Bk	2	8	18	32	26	9	2
47	Silver	Ag	2	8	18	18	1	98	Californium	Cf	2	8	18	32	27	9	2
48	Cadmium	Cd	2	8	18	18	2	99	Einsteinium	E	2	8	18	32	28	9	2
49	Indium	In	2	8	18	18	3	100	Fermium	Fm	2	8	18	32	29	9	2
50	Tin	Sn	2	8	18	18	4	101	Mendelevium	Mv	2	8	18	32	30	9	2
51	Antimony	Sb	2	8	18	18	5	102	Nobelium	No	2	8	18	32	31	9	2

รูป 1.4 แสดงตารางธาตุตามธรรมชาติจำนวน 102 ชนิด

1.4 โครงสร้างของสสาร

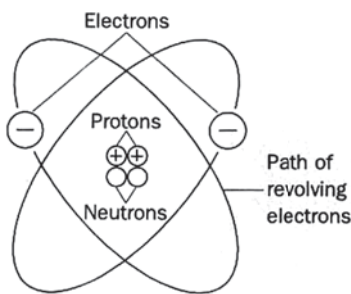
สสาร (Mass) เกิดขึ้นได้จากการรวมตัวกันของธาตุ (Elements) ต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติมากมาย นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งไว้ในตารางธาตุถึง 102 ชนิด ดังรูป 1.4 ตัวอย่างธาตุที่รู้จักกันโดยทั่วไป เช่น เหล็ก (Fe) ทองแดง (Au) เงิน (Ag) ดีบุก (Sn) เป็นต้น

สสารเกิดจากการรวมตัวกันของธาตุในธรรมชาติ เช่น เกลือ เกิดจากการรวมตัวกันของไฮโดรเจนและคลอรีน หรือน้ำเกิดจากการรวมตัวกันของธาตุ 2 ชนิด คือ ไฮโดรเจนและออกซิเจน ดังนั้นสสารจึงหมายถึง สิ่งที่มีมวล สามารถจับต้องได้ หรือสามารถวัดน้ำหนักหรือปริมาณได้ นั้นแสดงว่าส่วนประกอบของสสาร คือ ธาตุ

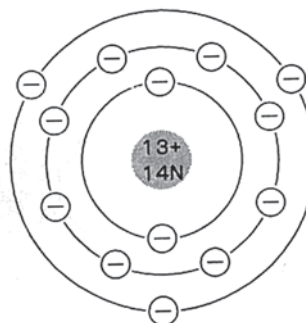
เมื่อทำการแบ่งธาตุใด ๆ ให้เป็นส่วนย่อย ๆ ลงไป จะพบว่าธาตุต่าง ๆ นั้นมีส่วนประกอบไปด้วยอะตอมจำนวนมากมาย คล้ายกับผงชอล์กจำนวนมาก เป็นส่วนประกอบของแท่งชอล์ก เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว แท่งชอล์กคือธาตุ และผงชอล์กคืออะตอม

1.5 โครงสร้างของอะตอม

อะตอม (Atom) ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กมากจำนวน 3 ชนิด คือ โปรตอน (Protons) นิวตรอน (Neutrons) และอิเล็กตรอน (Electrons) อนุภาคทั้ง 3 ชนิดนี้จะรวมตัวกันเป็นอะตอม โดยมีโปรตอน และนิวตรอนเกาะกันอยู่ในแกนกลาง หรือนิวเคลียส (Nucleus) และมีอิเล็กตรอนหมุนรอบตัวเองและโคจรรอบ ๆ นิวเคลียส คล้ายการหมุนรอบตัวเองของโลกกับดวงอาทิตย์ โดยโลกเปรียบได้กับอิเล็กตรอนและดวงอาทิตย์เปรียบได้กับนิวเคลียสของอะตอม การโคจรของอิเล็กตรอนนั้นมีระยะที่แน่นอน และด้วยแรงดึงดูดระหว่างมวลทำให้อิเล็กตรอนไม่หลุดออกนอกวงโคจร ดังแสดงในรูป 1.5 (ก) คือ โครงสร้างของอะตอมฮีเลียม ประกอบด้วยอิเล็กตรอน 2 ตัวโคจรรอบ ๆ นิวเคลียส ซึ่งนิวเคลียสประกอบด้วยนิวตรอน 2 ตัวและโปรตอน 2 ตัว เกาะกันอยู่ตรงแกนกลางของอะตอม หรือในรูป 1.5 (ข) แสดงโครงสร้างอะตอมของอะลูมิเนียม จะมีอิเล็กตรอนจำนวน 13 ตัวโคจรรอบ ๆ นิวเคลียสรวม 3 ชั้น ตามที่ตารางธาตุระบุ แกนกลางมีโปรตอน 13 ตัว และนิวตรอน 14 ตัว เป็นต้น



(ก) อะตอมของฮีเลียม

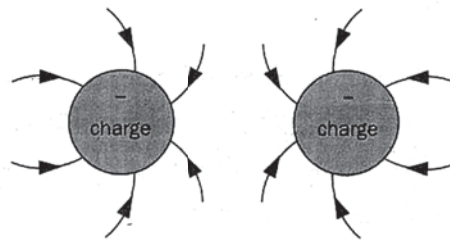


(ข) อะตอมของอะลูมิเนียม

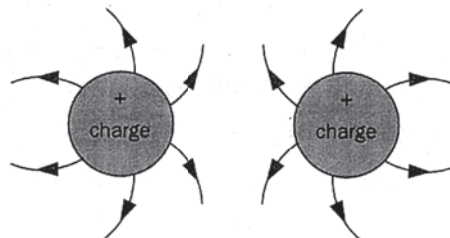
รูป 1.5 แสดงโครงสร้างอะตอมของฮีเลียม (He) และอะลูมิเนียม (Al)

- อนุภาคนิวตรอน นั้นมีมวล 1.67492×10^{-27} กก. มีสภาพประจุไฟฟ้าเป็นกลาง
- อนุภาคโปรตอน นั้นมีมวล 1.67261×10^{-27} กก. มีสภาพประจุไฟฟ้าเป็นบวก ใช้สัญลักษณ์ $+e$ หรือ $\oplus$ แทนโปรตอน
- อนุภาคอิเล็กตรอน นั้นมีมวล 9.10956×10^{-31} กก. มีขนาดโตกว่าโปรตอนประมาณ 3 เท่า แต่มีมวลเบากว่าโปรตอน 1836 เท่า มีสภาพประจุไฟฟ้าเป็นลบ ใช้สัญลักษณ์ $-e$ หรือ $\ominus$ แทนอิเล็กตรอน

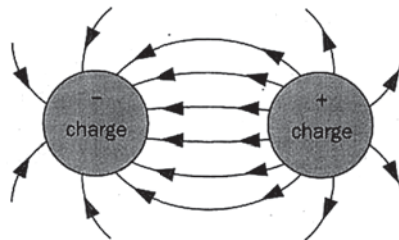
เนื่องจากอนุภาคอิเล็กตรอน และอนุภาคโปรตอนมีสภาพประจุไฟฟ้าในตัว ดังนั้นจึงเกิดสนามไฟฟ้าขึ้นรอบ ๆ อนุภาคทั้งสอง ดังรูป 1.6 (ก) เป็นลักษณะของสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ประจุไฟฟ้าลบหรืออนุภาคอิเล็กตรอน ทิศทางของสนามไฟฟ้าพุ่งเข้าหาอนุภาคอิเล็กตรอน ในรูป 1.6 (ข) เป็นลักษณะสนามไฟฟ้าที่พุ่งออกจากอนุภาคโปรตอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวก โดยธรรมชาติของประจุไฟฟ้าที่อนุภาคทั้งสองแสดงออกมาจะพบว่าคล้ายกับแม่เหล็ก คือ ถ้าประจุไฟฟ้าเหมือนกันจะผลักกันและถ้าประจุไฟฟ้าต่างกันจะดึงดูดกัน ดังแสดงในภาพ 1.6 (ค)



(ก)



(ข)



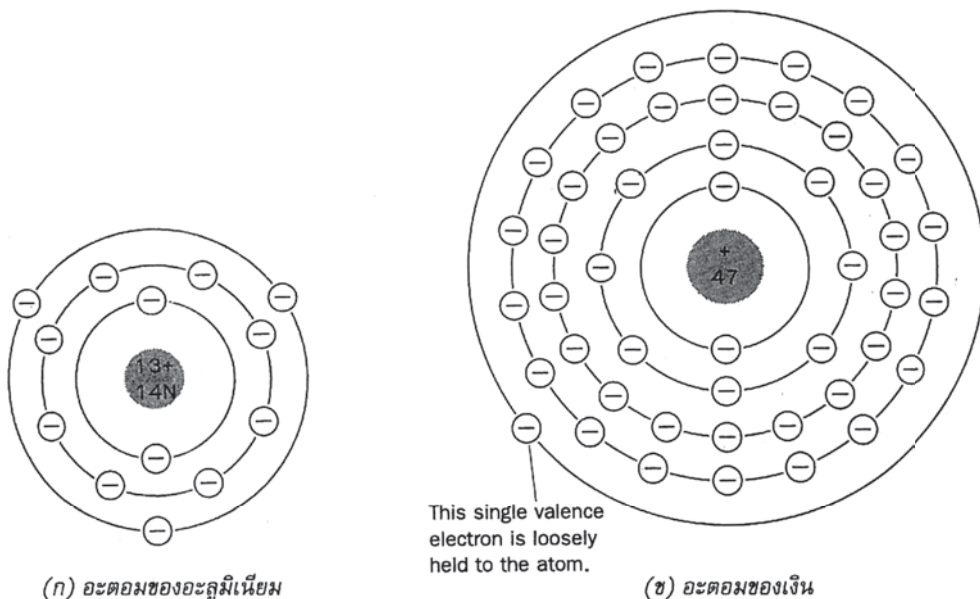
(ค)

รูป 1.6 แสดงลักษณะของสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิด และการดึงดูดกันระหว่างประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน

1.6 อิเล็กตรอนวงเวเลนซ์และอิเล็กตรอนอิสระ

อิเล็กตรอนวงเวเลนซ์ (Valence Electron)

อะตอมของธาตุใด ๆ นั้น ประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ 3 ส่วน คือ อนุภาคโปรตอนและนิวตรอนเกาะกันอยู่กลางอะตอม และอนุภาคอิเล็กตรอนโคจรรอบ ๆ นิวเคลียส วงโคจรของอิเล็กตรอนแบ่งออกเป็นชั้น (Shell) แต่ละชั้นจะมีจำนวนอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน ซึ่งดูได้จากตารางธาตุ ในรูป 1.4 เช่น อะลูมิเนียม (Aluminium, Al) มีจำนวนชั้นของวงโคจร 3 ชั้น ชั้นที่ 1 มีอิเล็กตรอน 2 ตัว ชั้นที่ 2 มีอิเล็กตรอน 8 ตัว และชั้นที่ 3 มีอิเล็กตรอน 3 ตัว อิเล็กตรอนทั้ง 3 ตัวที่โคจรอยู่ชั้นนอกสุดของวงโคจรเรียกว่า อิเล็กตรอนวงเวเลนซ์ ดังรูป 1.7 (ก) หรืออะตอมของเงิน (Silver, Ag) มีวงโคจรทั้งหมด 5 ชั้น และชั้นนอกสุดมีอิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์เพียง 1 ตัว ดังแสดงในรูป 1.7 (ข)



รูป 1.7 แสดงอิเล็กตรอนวงเวเลนซ์ของอะตอมอะลูมิเนียม (Al) และอะตอมของเงิน (Ag)

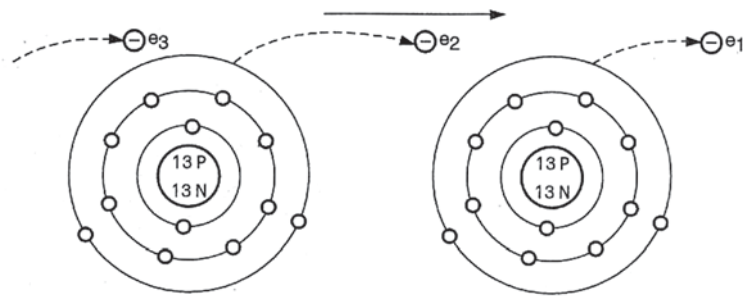
อิเล็กตรอนอิสระ (Free Electron)

อิเล็กตรอนนั้นจะหมุนรอบตัวเองในขณะที่โคจรรอบนิวเคลียส ตามธรรมชาติแล้วจะเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางขณะที่อิเล็กตรอนหมุน แต่ทำไมเมื่อมีแรงเหวี่ยงแล้วจึงไม่หลุดจากวงโคจร เหตุผลคือ มีแรงของสนามไฟฟ้าจากอนุภาคโปรตอน ^+e ดึงดูดมวลของอิเล็กตรอน ซึ่งมีประจุ $-e$ เอาไว้ ทำให้อิเล็กตรอนยังคงโคจรอยู่ได้ แต่ถ้าเมื่อใดมีแรงจากภายนอกที่มากกว่าแรงดึงดูดดังกล่าวมากระทำกับอิเล็กตรอน ก็จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากวงโคจรได้ อิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากวงโคจร เราเรียกว่า “อิเล็กตรอนอิสระ” แรงจากภายนอกที่กล่าวถึงนี้ ความจริงคือพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น

พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน พลังงานแสงอาทิตย์ หรือพลังงานรูปอื่น ๆ ที่อยู่ในลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระได้ทั้งสิ้น

พิจารณาจากรูป 1.8 คือ การเกิดอิเล็กตรอนอิสระกับอะตอมของอะลูมิเนียม อิเล็กตรอน e_3 ได้พลังงานภายนอกมากทำให้เคลื่อนที่หลุดจากวงโคจร และมากระทำต่ออิเล็กตรอนวงเวเลนซ์ e_2 เมื่อพลังงานศักย์ของอิเล็กตรอน e_3 มีมากกว่าแรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอน e_2 จึงทำให้เอาชนะแรงดึงดูดดังกล่าวได้ ทำให้อิเล็กตรอน e_2 กลายเป็นอิเล็กตรอนอิสระ ในทำนองเดียวกันถ้าอิเล็กตรอนอิสระ e_2 เคลื่อนที่เข้าหาอิเล็กตรอนวงเวเลนซ์ e_1 และมีพลังงานมากพอจะทำให้อิเล็กตรอน e_1 หลุดจากวงโคจรเป็นอิเล็กตรอนอิสระได้เช่นกัน

ลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งคือ การไหลจากกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้านั่นเอง



รูป 1.8 แสดงการเกิดอิเล็กตรอนอิสระของอะลูมิเนียมอะตอม

1.7 ไฟฟ้าสถิต

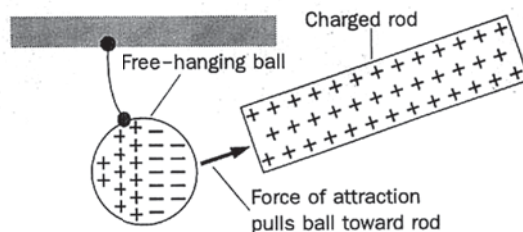
สารหรือวัตถุใด ๆ สามารถแสดงอำนาจของประจุไฟฟ้าออกมาได้ ถ้าวัตถุนั้นมีอนุภาคอิเล็กตรอนมากกว่าอนุภาคโปรตอน วัตถุนั้นจะแสดงอำนาจของประจุไฟฟ้าลบ แต่ถ้าวัตถุนั้นมีอนุภาคโปรตอนมากกว่าอนุภาคอิเล็กตรอน วัตถุนั้นจะแสดงอำนาจของประจุไฟฟ้าบวก เช่น การนำแท่งแก้วไปขัดถูกับไหม จะทำให้แท่งแก้วมีอำนาจดึงดูดวัตถุเบา ๆ เช่น เศษกระดาษได้ เป็นต้น

ไมเคิล ฟาราเดย์ นักวิทยาศาสตร์ผู้มีชื่อเสียง ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของไฟฟ้าสถิต และค้นพบว่าวัตถุต่าง ๆ เมื่อทำการขัดถูกันสามารถแสดงอำนาจไฟฟ้าดึงดูดวัตถุอื่น ๆ ได้ และฟาราเดย์ได้จัดลำดับวัตถุต่าง ๆ ที่ได้ทดลองไว้ว่า ถ้านำวัตถุที่มีลำดับหมายเลขต้น ๆ ขัดถูกับหมายเลขลำดับถัดไปวัตถุลำดับต้น ๆ จะแสดงอำนาจประจุไฟฟ้าบวกและวัตถุลำดับถัดไปแสดงอำนาจประจุไฟฟ้าลบตามลำดับดังนี้

1. ผ้าขนสัตว์
2. ผ้าสักหลาด
3. งาช้าง
4. หินควอตซ์

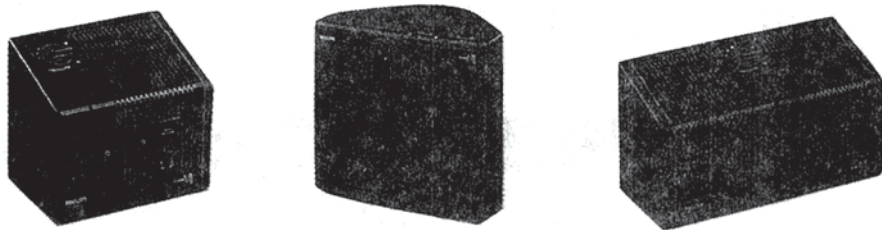
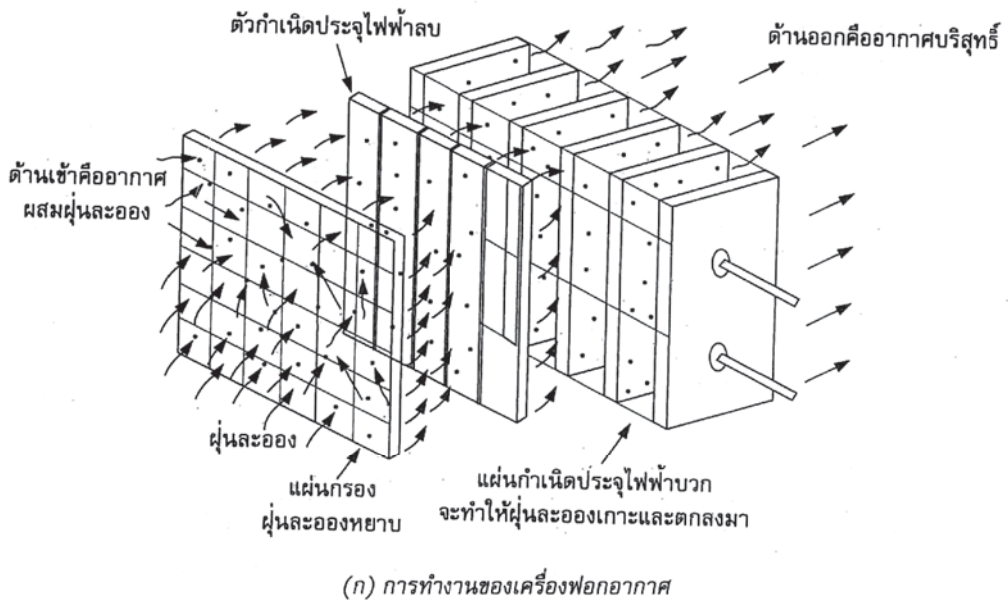
5. แทะงแก้ว
6. ผ้าฝ้าย
7. ผ้าไหม
8. ไม้
9. โลหะ
10. แทะงยาง
11. ครั่ง
12. ยางลบ
13. กำมะถัน
14. ยางไม้
15. ดินสาลี

ตัวอย่างเช่น ถ้านำแท่งแก้วไปขัดถูกับผ้าไหม แท่งแก้วจะเกิดอำนาจแรงประจุไฟฟ้าบวก และผ้าไหมจะเกิดอำนาจของประจุไฟฟ้าลบ ดังแสดงในรูป 1.9 เมื่อแท่งแก้วนั้นเกิดประจุไฟฟ้าบวก สามารถดึงดูดลูกบอลเล็กที่แขวนอยู่ให้เคลื่อนที่เข้าหาแท่งแก้วได้ เพราะลูกบอลเล็ก ๆ นั้นจะมีทั้งประจุบวกและประจุลบอยู่เท่า ๆ กัน (สภาวะเป็นกลาง)



รูป 1.9 แสดงอำนาจของไฟฟ้าสถิตที่แท่งแก้วดึงดูดลูกบอลเล็ก ๆ ที่แขวนอยู่ให้เคลื่อนที่เข้าหาแท่งแก้วได้

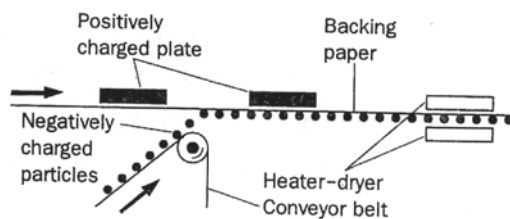
ไฟฟ้าสถิตนั้นมีประโยชน์ดังเห็นได้จากในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ นำเอาหลักการของไฟฟ้าสถิตไปใช้งานอย่างมากมาย เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องฟอกอากาศ อุตสาหกรรมกระดาษทราย อุตสาหกรรมพ่นสีรถยนต์ เป็นต้น ตัวอย่างเช่น เครื่องฟอกอากาศหรือเครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศทำให้อากาศบริสุทธิ์ โดยใช้หลักการกรองฝุ่นหยาบด้วยแผ่นกรอง ดังรูป 1.10 (ก) และบังคับให้ฝุ่นละอองเคลื่อนที่ผ่านตัวกำเนิดประจุไฟฟ้าลบ ทำให้ฝุ่นละอองมีสภาพประจุไฟฟ้าลบติดไปด้วย และเมื่อฝุ่นละอองเคลื่อนที่ต่อไปจะผ่านกำเนิดประจุไฟฟ้าบวก แผ่นกำเนิดประจุไฟฟ้าบวกนี้จะทำหน้าที่ดูดฝุ่นละอองให้ตกลง ทำให้อากาศที่ออกจากเครื่องฟอกอากาศบริสุทธิ์ปราศจากฝุ่นละออง ลักษณะของเครื่องฟอกอากาศที่มีขายในท้องตลาดแสดงในรูป 1.10 (ข)



(ข) ลักษณะภายนอกของเครื่องฟอกอากาศ

รูป 1.10 แสดงภาพเครื่องฟอกอากาศและการทำงาน

หรือในงานอุตสาหกรรมผลิตกระดาษทราย กระดาษทรายนั้นด้านหนึ่งจะเรียบ และอีกด้านหนึ่งจะเป็นเม็ดทรายละเอียดติดอยู่ ในการทำกระดาษทรายนั้นใช้หลักการดังนี้ ผงทรายจะต้องผ่านเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าลบ เพื่อให้ผงทรายมีสภาพประจุไฟฟ้าลบ โดยผงทรายดังกล่าวจะส่งผ่านกระบวนการผลิตโดยใช้สายพานลำเลียง ดังรูป 1.11

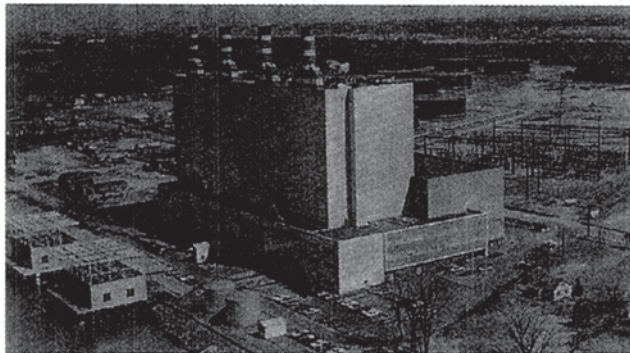


รูป 1.11 แสดงกระบวนการผลิตกระดาษทราย

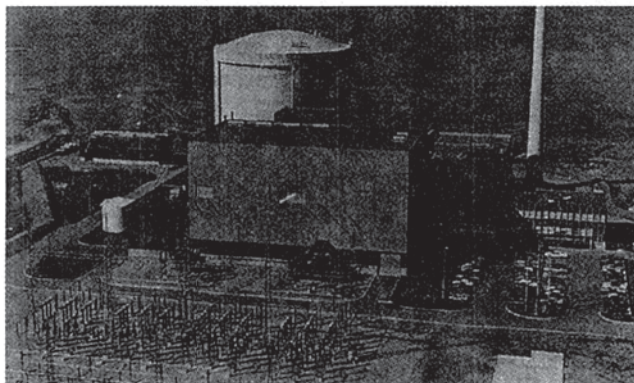
ด้านบนของแผงทรายจะมีสายพานลำเลียงแผ่นกระดาษอีกชุดหนึ่ง ดึงกระดาษให้ผ่านตัวกำเนิดประจุไฟฟ้าบวก เมื่อกระดาษมีสภาพประจุไฟฟ้าบวกจะดึงดูดเม็ดทรายให้ติดด้านใต้ของกระดาษ จากนั้นจะผ่านกาวและผ่านการอบให้แห้งด้วยความร้อน จะได้กระดาษที่มีคุณภาพนำมาใช้งานต่อไป

1.8 การนำไฟฟ้าไปใช้งาน

เนื่องจากพลังงานไฟฟ้ามีคุณค่ามากมาย เป็นพลังงานสะอาดที่สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย จึงมีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย ทั้งในบ้านพักอาศัยหรือในโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งในโรงเรียน และสถานศึกษาทั่วไป การใช้งานไฟฟ้าจึงควรคำนึงถึงหลักความปลอดภัยเป็นสำคัญ ไฟฟ้าที่ผลิตมาได้ไม่ว่าจะผลิตจากโรงจักรไฟฟ้าชนิดใด จะถูกส่งมาให้ผู้ใช้งานได้โดยผ่านสายส่งไฟฟ้า ตัวอย่างการผลิตไฟฟ้าจากโรงจักรพลังงานความร้อนในรูป 1.12 (ก) และโรงจักรผลิตไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ ในรูป 1.12 (ข) ลักษณะของสายส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าแสดงในรูป 1.12 (ค) การส่งจ่ายไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสูงนั้น ต้องมีการควบคุมการส่งจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ตามความจำเป็นของโหลด และระยะเวลาการใช้งาน ซึ่งต้องมีผู้ทำการควบคุมในห้องควบคุมการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ดังรูป 1.12 (ง)

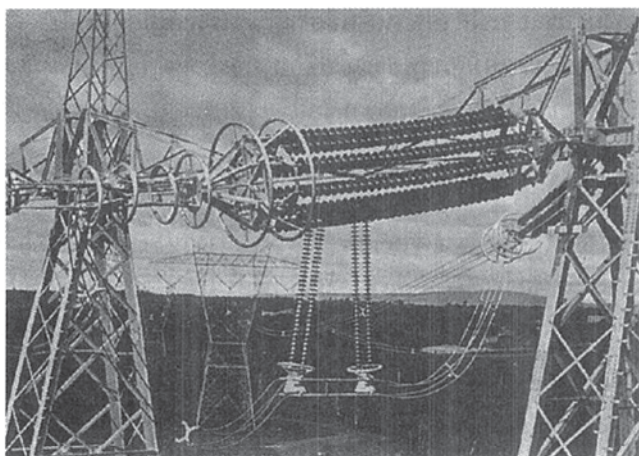


(ก) โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

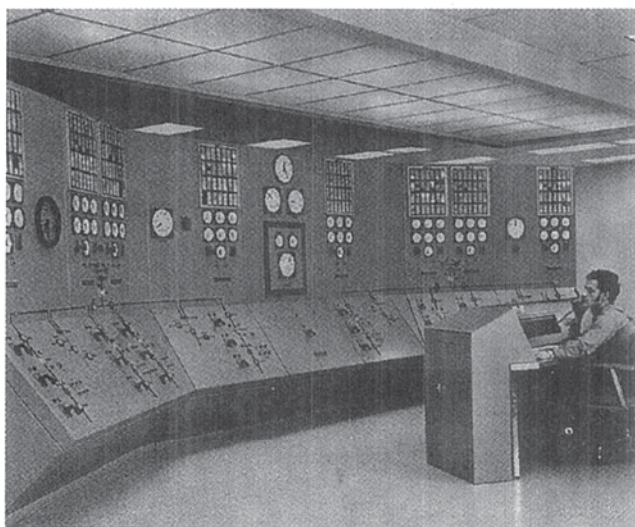


(ข) โรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์

รูป 1.12 แสดงการผลิตพลังงานไฟฟ้าและการควบคุมการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า



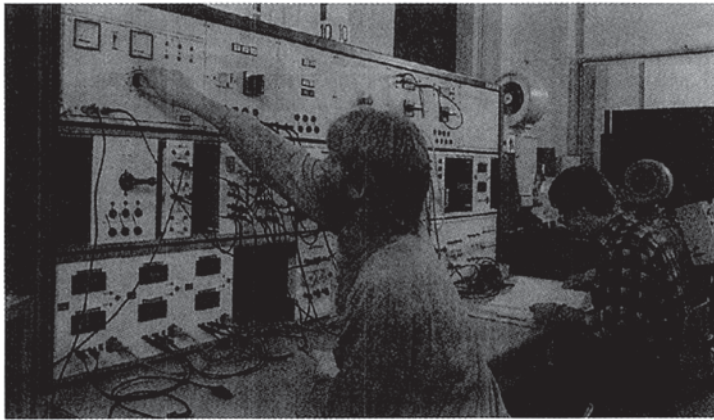
(ค) สายส่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



(ง) ห้องควบคุมการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

รูป 1.12 (ต่อ)

พลังงานไฟฟ้าที่ส่งจ่ายออกมาจากโรงไฟฟ้าได้มีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายดังรูป 1.13 (ก) นักศึกษากำลังทดลองวัดค่าแรงดันไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการทดลอง ในรูป 1.13 (ข) ช่างเทคนิคกำลังตรวจซ่อมระบบไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม ในรูป 1.13 (ค) นักศึกษากำลังเรียนรู้วงจรไฟฟ้าจากระบบคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างเหล่านี้คือ การแสดงให้เห็นว่าพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่สำคัญและมีประโยชน์ต่อมวลมนุษยเป็นอย่างมาก จึงควรเรียนรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าให้มีความเข้าใจเป็นอย่างดี เพื่อเป็นพื้นฐานการศึกษาในระดับสูง ๆ ต่อไป



(ก) นักศึกษากำลังทดลองวัดค่าปริมาณทางไฟฟ้า



(ข) ช่างเทคนิคกำลังตรวจสอบระบบไฟฟ้า



(ค) นักศึกษากำลังเรียนรู้วงจรไฟฟ้าจากระบบคอมพิวเตอร์

รูป 1.13 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ



แบบฝึกหัด 1

จงวงกลมล้อมรอบคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. สมการการคำนวณหาค่าพลังงานคือข้อใด
 1. แรง x จูล
 2. แรง x ระยะทาง
 3. เมตร x จูล
 4. นิวตัน x จูล
2. หน่วยของงานคือข้อใด
 1. เมตร
 2. นิวตัน
 3. จูล
 4. กิโลกรัม
3. เมื่อออกแรงจำนวน 100 นิวตัน ยกของอย่างหนึ่งขึ้นสูงจากพื้นดินเป็นระยะทาง 1 เมตร จงคำนวณหาค่าพลังงานที่ใช้
 1. 100 จูล
 2. 1,000 จูล
 3. 10 จูล
 4. 1 จูล
4. มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนจ่ายพลังงานกลจำนวน 5,000 นิวตัน-เมตร ผลิตวัตถุจำนวนหนึ่งด้วยแรง 1,000 นิวตัน จะผลิตได้ระยะทางกี่เมตร
 1. 1 เมตร
 2. 2 เมตร
 3. 4 เมตร
 4. 5 เมตร
5. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการทำงานของมอเตอร์พัดลม
 1. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
 2. เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
 3. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานลม
 4. เปลี่ยนพลังงานลมเป็นพลังงานกล
6. หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งรับพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จำนวน 1,200 จูล ทำให้เกิดแสงสว่างเป็นพลังงานจำนวน 400 จูล อยากทราบว่าหลอดไฟฟ้านี้มีประสิทธิภาพเท่าไร
 1. 20%
 2. 30%
 3. 40%
 4. 60%
7. หัวแรงไฟฟ้าขนาดกินกำลังไฟฟ้า 120 วัตต์ ให้พลังงานความร้อนได้เท่ากับ 80 วัตต์ มีประสิทธิภาพเท่ากับข้อใด
 1. 56.6%
 2. 60.6%
 3. 66.6%
 4. 76.6%