



ไฟฟ้า เบื้องต้น (ภาคทฤษฎี)



ไฟฟ้า เบื้องต้น (ภาคทฤษฎี)

คำนำ

หนังสือวิชา ทัศนวิทย์ไฟฟ้าเบื้องต้น (Fundamental Of Electricity) เล่มนี้ ผู้เขียนได้เรียบเรียงขึ้นจากตำราอ้างอิงหลายเล่ม เพื่อให้เนื้อหามีความทันสมัย และมีความสมบูรณ์ตามหลักสูตรกำหนด ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรวิชาไฟฟ้าเบื้องต้น (ขพ. 1111) ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และหลักสูตรวิชาไฟฟ้าเบื้องต้น (ทพ.1101) ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตร 4 ปี ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล และของกรมอาชีวศึกษา รวมทั้งเหมาะสำหรับสถานศึกษาเอกชนที่นำหลักสูตรของทางสถาบันดังกล่าว ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ในท้ายเล่มข้าพเจ้าเตรียมภาคผนวกข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน รวมทั้งสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าที่สำคัญ และยังมีตัวอย่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา QBASIC จำนวน 6 โปรแกรม ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในหนังสือเล่มนี้ ซึ่งถ้าผู้สอนท่านใดสนใจโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าว ให้ท่านติดต่อขอได้ที่สำนักพิมพ์สกายบุ๊กส์ หรือที่ข้าพเจ้า ซึ่งข้าพเจ้ายินดีมอบให้ท่านด้วยความเต็มใจ

ขอแนะนำใด ๆ ที่ท่านคิดว่ามีประโยชน์ต่อการปรับปรุงหนังสือเล่มนี้โปรดแจ้งได้ที่ข้าพเจ้า หรือที่สำนักพิมพ์โดยตรง จักเป็นพระคุณยิ่ง

ประเสริฐ ปันปฐมรัฐ
ผู้ช่วยผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยี

ลักษณะรายวิชา

- 1 รหัสและชื่อวิชา ชพ.1111 ไฟฟ้าเบื้องต้น
[Fundamental of Electricity]
2. สภาพรายวิชา วิชาชีฟพื้นฐานเฉพาะช่างไฟฟ้า
3. ระดับรายวิชา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษาที่ 1
4. พื้นฐาน
5. เวลาเรียน ทฤษฎี 2 คาบ/สัปดาห์ เวลานอก 2 คาบ/สัปดาห์ รวม 36 คาบ/ภาค
6. หน่วยกิต 2 (2-0-2)
- 7 จุดมุ่งหมายรายวิชา
 - 7.1 รู้พื้นฐานการเกิดไฟฟ้าด้วยวิธีต่าง ๆ
 - 7.2 รู้คุณสมบัติของพารามิเตอร์ที่สำคัญทางไฟฟ้า
 - 7.3 เข้าใจวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ
 - 7.4 แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของโอห์ม
 - 7.5 นำผลของการเกิดไฟฟ้าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้งาน
8. คำอธิบายรายวิชา ทบทวนความรู้พื้นฐานทางไฟฟ้า เพื่อให้รู้ถึงชนิดของไฟฟ้า กฎของโอห์มกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า คำจำกัดความและหน่วยของไฟฟ้า และสัญลักษณ์ที่สำคัญ รู้คุณสมบัติของความต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ ตัวเก็บประจุไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน ผลสมการนำกฎของโอห์มหาค่ากระแสแรงเคลื่อนกำลังไฟฟ้าในวงจร ความต้านทาน และเซลล์ไฟฟ้า การเกิดสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำในขดลวดและหม้อแปลงไฟฟ้า

ลักษณะรายวิชา

- 1 รหัสและชื่อวิชา ทพ.1101 ไฟฟ้าเบื้องต้น
[Fundamental of Electricity]
2. สภาพรายวิชา วิชาชีพพื้นฐานเฉพาะ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
3. ระดับรายวิชา ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1
4. พื้นฐาน
5. เวลาเรียน เรียนทฤษฎี 2 คาบ/สัปดาห์ ปฏิบัติ 4 คาบ/สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 108 คาบ
ตลอดภาคเรียน และนักเรียนมีเวลาศึกษานอกเวลาเรียนอีก 3 ชม./สัปดาห์
6. หน่วยกิต 3 (2-4-3)
- 7 จุดมุ่งหมายรายวิชา 7.1 เข้าใจธรรมชาติและประโยชน์ของไฟฟ้า
7.2 เข้าใจการกำเนิด ชนิด และหน่วยต่าง ๆ เกี่ยวกับไฟฟ้า
7.3 เข้าใจวิธีการเปลี่ยนหน่วยต่าง ๆ ทางไฟฟ้าได้
7.4 ปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น และการป้องกันไฟฟ้าเบื้องต้น
7.5 เห็นความสำคัญของการศึกษา และการปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าเบื้องต้น
8. คำอธิบายรายวิชา ศึกษาธรรมชาติและประโยชน์ของไฟฟ้า ชนิดและการกำเนิดไฟฟ้าแบบต่าง ๆ
สัญลักษณ์และหน่วยทางไฟฟ้า ตัวนำและตัวต้านทานแบบเตอร์ ศึกษาทฤษฎี
เกี่ยวกับแม่เหล็ก ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันพื้นฐาน ปฏิบัติ
เกี่ยวกับการเทียบขนาดสาย การต่อสายแบบต่าง ๆ และการบัดกรี การปฐม-
พยาบาลเบื้องต้น ปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับอุปกรณ์ป้องกันพื้นฐาน

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	อิเล็กตรอนวงเวเลนซ์และอิเล็กตรอนอิสระ	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	มาตรฐานหน่วย เอส.ไอ.	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	วงจรอนุกรมตัวเก็บประจุ	236
9.8	วงจรขนานตัวเก็บประจุ	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	วงจรอนุกรมและวงจรขนานตัวเหนี่ยวนำ	274
10.6	วงจรอนุกรมตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	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
ภาคผนวก		362

ความรู้พื้นฐาน

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 ระยะห่างระหว่างทั้ง 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 กระทำให้อัตถุเคลื่อนที่ไปได้ในระยะทาง 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 ดังนั้นพลังงานจึงมีหน่วยเป็นจูล 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 ทำการดึงเรือด้วยแรง 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 $D = \frac{W}{F}$
 $= \frac{500 \text{ จูล}}{100 \text{ นิวตัน}}$
 $= \frac{500 \text{ นิวตัน} \cdot \text{เมตร}}{100 \text{ นิวตัน}}$

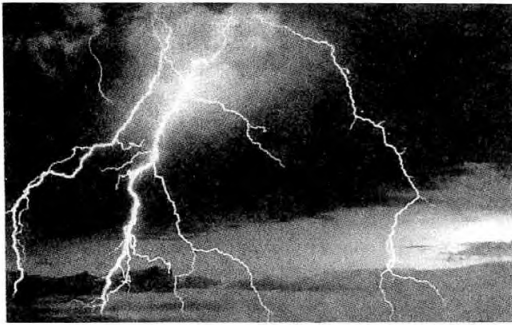
$$D = 5 \text{ เมตร}$$

ตอบ ระยะทางที่รถเคลื่อนที่คือ 5 เมตร

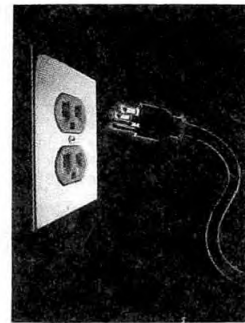
1.2 การเปลี่ยนรูปของพลังงาน

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 พลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดแสงสว่างขึ้นในบ้านเรือนจากหลอดไฟฟ้า หรือพลังไฟฟ้าที่ใช้กับเตาไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนใช้ในการหุงต้ม หรือพลังงานไฟฟ้าที่แบตเตอรี่จ่ายให้กับมอเตอร์ ทำให้รถบังคับวิทยุซึ่งเป็นของเล่นราคาแพงเคลื่อนที่ไปได้ เป็นต้น

พลังงานไฟฟ้านั้นนับว่าเป็นพลังงานที่มีคุณประโยชน์อย่างมหาศาล แต่การใช้พลังงานไฟฟ้ายังคงต้องระวังเรื่องความปลอดภัย เพราะอันตรายที่เกิดขึ้นจากไฟฟ้ามีความรุนแรงมาก ทำให้ผู้เกี่ยวข้องเสียชีวิตได้ ถ้ามีความประมาทละเลยกฎแห่งความปลอดภัย



(a) ไฟฟ้าทำให้เกิดแสงสว่างแต่ไม่สามารถควบคุมได้



(b) ไฟฟ้าที่นำไปใช้งานในบ้าน
พักอาศัย



(c) ช่างไฟฟ้ากำลังตรวจสอบเครื่องใช้
ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์



(d) การใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม
ประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์

รูป 1.1 แสดงลักษณะของการใช้ไฟฟ้าลักษณะต่าง ๆ

1.3 ประสิทธิภาพ

การเปลี่ยนแปลงรูปของพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปอื่น ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว เช่น การจ่ายไฟฟ้าให้กับมอเตอร์พัดลมหมุนให้ลมเย็นได้นั้น ต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล หรือการจ่ายไฟฟ้าให้กับหลอดไฟฟ้า ทำให้หลอดไฟฟ้าส่องแสงสว่างและให้ความร้อนออกมา ต้องผ่านกระบวนการแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงและพลังงานความร้อนเช่นกัน กระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานดังที่กล่าวมานี้ ไม่มีกระบวนการใดที่รับพลังงานไฟฟ้ามาแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้ทั้งหมด นั้นแสดงว่าในกระบวนการทำงานต้องมีการสูญเสียเกิดขึ้น 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 (%)

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

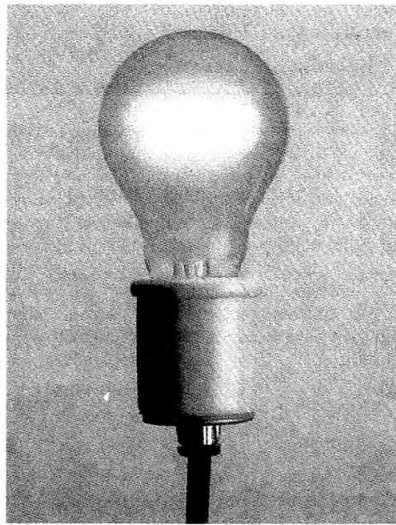
ตัวอย่าง 1.3 หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งให้พลังงานแสงได้ 200 จูล เมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้าจำนวน 1,000 จูล จงหาประสิทธิภาพของหลอดไฟฟ้านี้

วิธีทำ พลังงานด้านเข้า (W_{in}) = 1,000 จูล
 พลังงานด้านออก (W_{out}) = 200 จูล

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

ตอบ ประสิทธิภาพของหลอดไฟฟ้านี้คือ 20%

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



รูป 1.2 แสดงหลอดไฟฟ้าซึ่งให้พลังงานแสงมีประสิทธิภาพต่ำกว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบอื่น ๆ

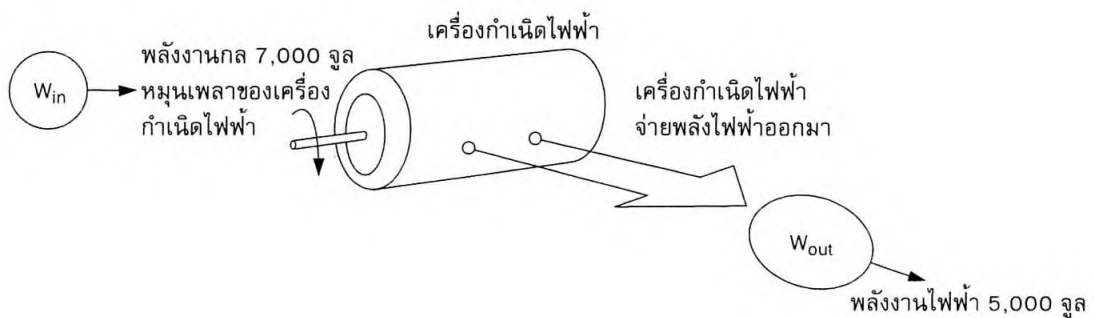
ตัวอย่าง 1.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องหนึ่งใช้พลังงานกลในการขับให้หมุนจำนวน 7,000 จูล สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 5,000 จูล อยากทราบว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จะมีประสิทธิภาพเท่าไร

วิธีทำ พลังงานด้านเข้า (W_{in}) = 7,000 จูล
 พลังงานด้านออก (W_{out}) = 5,000 จูล

$$\text{ประสิทธิภาพ \%} = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100$$

$$= \frac{5,000 \text{ จูล}}{7,000 \text{ จูล}} \times 100$$

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	Holmium	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

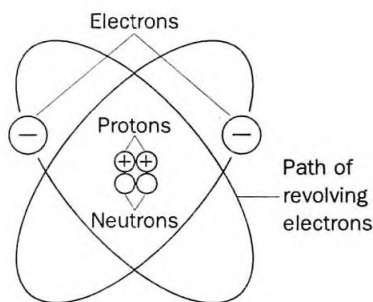
สสาร (Mass) เกิดขึ้นได้จากการรวมตัวกันของธาตุ (Elements) ต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติมากมาย นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งไว้ในตารางธาตุถึง 102 ชนิด ดังรูป 1.4 ตัวอย่างธาตุที่รู้จักกันโดยทั่วไป เช่น เหล็ก (Fe ทองแดง (Au) เงิน (Ag) ดีบุก (Sn) เป็นต้น

สสารเกิดจากการรวมตัวกันของธาตุในธรรมชาติ เช่น เกลือ เกิดจากการรวมตัวกันของโซเดียมและคลอรีน หรือน้ำเกิดจากการรวมตัวกันของธาตุ 2 ชนิด คือ ไฮโดรเจนและออกซิเจน ดังนั้นสสารจึงหมายถึง สิ่งที่มีมวล สามารถจับต้องได้ หรือสามารถวัดน้ำหนักหรือปริมาณได้ นั่นแสดงว่าส่วนประกอบของสสาร คือ ธาตุ

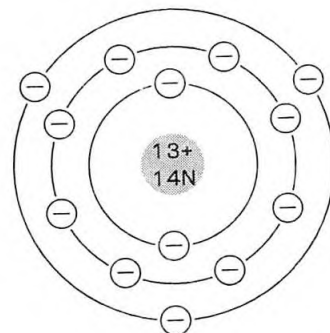
เมื่อทำการแบ่งธาตุใด ๆ ให้เป็นส่วนย่อย ๆ ลงไป จะพบว่าธาตุต่าง ๆ นั้นมีส่วนประกอบไปด้วยอะตอมจำนวนมากมาย คล้ายกับผงชอล์กจำนวนมาก เป็นส่วนประกอบของแท่งชอล์ก เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว แท่งชอล์กคือธาตุ และผงชอล์กคืออะตอม

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 a) คือ โครงสร้างของอะตอมฮีเลียม ประกอบด้วยอิเล็กตรอน 2 ตัวโคจรรอบ ๆ นิวเคลียส ซึ่งนิวเคลียสประกอบด้วยนิวตรอน 2 ตัวและโปรตอน 2 ตัว เกาะกันอยู่ตรงแกนกลางของอะตอม หรือในรูป 1.5 (b) แสดงโครงสร้างอะตอมของอะลูมิเนียม จะมีอิเล็กตรอนจำนวน 13 ตัวโคจรรอบ ๆ นิวเคลียสรวม 3 ชั้น ตามที่ตารางธาตุระบุ แกนกลางมีโปรตอน 13 ตัว และนิวตรอน 14 ตัว เป็นต้น



(a) อะตอมของฮีเลียม



(b) อะตอมของอะลูมิเนียม

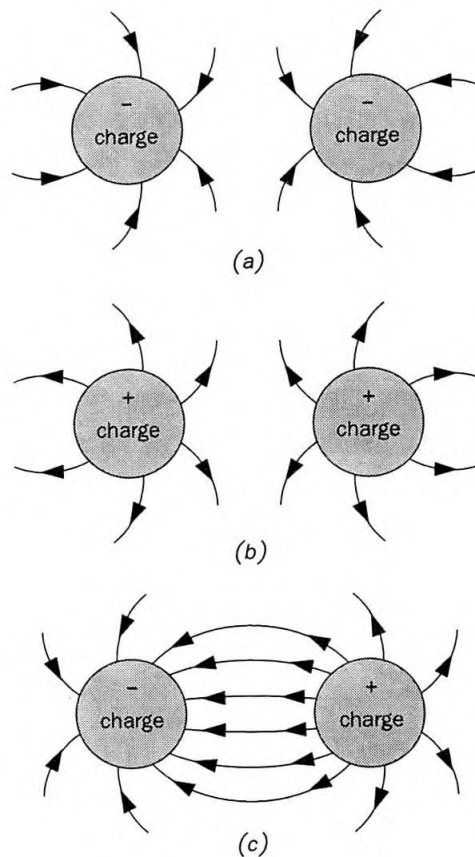
รูป 1.5 แสดงโครงสร้างอะตอมของฮีเลียม (He) และอะลูมิเนียม (Al)

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 (a) เป็นลักษณะของสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ประจุไฟฟ้าลบหรืออนุภาคอิเล็กตรอน ทิศทางของสนามไฟฟ้าพุ่งเข้าหาอนุภาคอิเล็กตรอน ในรูป 1.6 (b) เป็นลักษณะสนามไฟฟ้าที่พุ่งออกจากอนุภาคโปรตอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวก โดยธรรมชาติของประจุไฟฟ้าที่อนุภาคทั้งสองแสดงออกมาจะพบว่าคล้ายกับแม่เหล็ก คือ ถ้าประจุไฟฟ้าเหมือนกันจะผลักรันกันและถ้าประจุไฟฟ้าต่างกันจะดึงดูดกัน ดังแสดงในภาพ 1.6 c

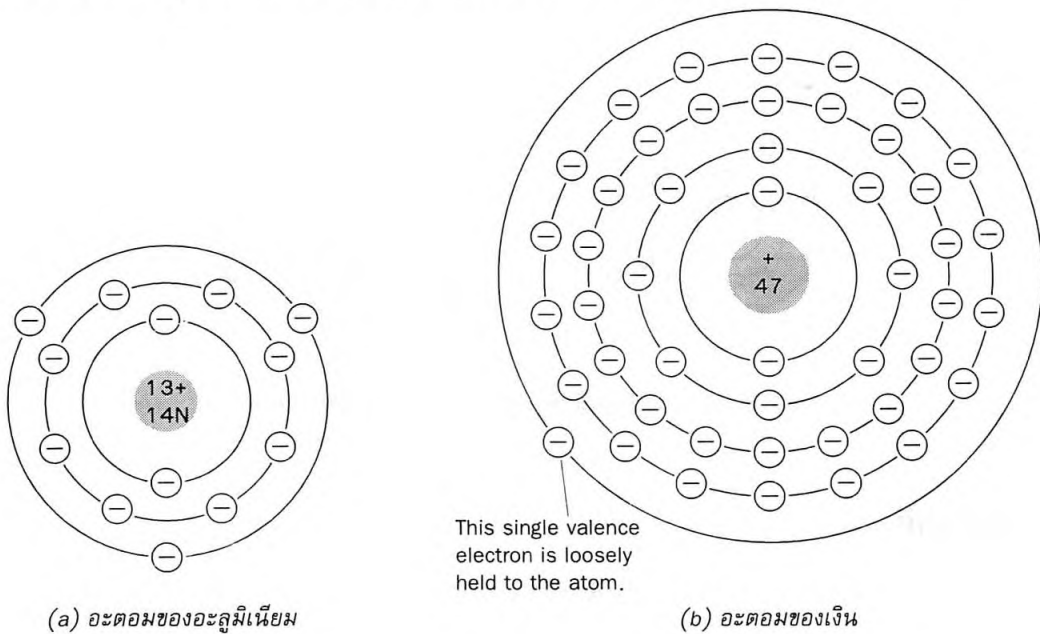


รูป 1.6 แสดงลักษณะของสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิด และการดึงดูดกันระหว่างประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน

1.6 อิเล็กตรอนวงเวเลนซ์และอิเล็กตรอนอิสระ

อิเล็กตรอนวงเวเลนซ์ (Valence Electron)

อะตอมของธาตุใด ๆ นั้น ประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ 3 ส่วน คือ อนุภาคโปรตอนและนิวตรอนเกาะกันอยู่กลางอะตอม และอนุภาคอิเล็กตรอนโคจรรอบ ๆ นิวเคลียส วงโคจรของอิเล็กตรอนแบ่งออกเป็นชั้น (Shell) แต่ละชั้นจะมีจำนวนอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน ซึ่งดูได้จากตารางธาตุในรูป 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 (a) หรืออะตอมของเงิน (Silver, Ag) มีวงโคจรทั้งหมด 5 ชั้น และชั้นนอกสุดมีอิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์เพียง 1 ตัว ดังแสดงในรูป 1.7 (b)



รูป 1.7 แสดงอิเล็กตรอนวงเวเลนซ์ของอะตอมอะลูมิเนียม (Al) และอะตอมของเงิน (Ag)

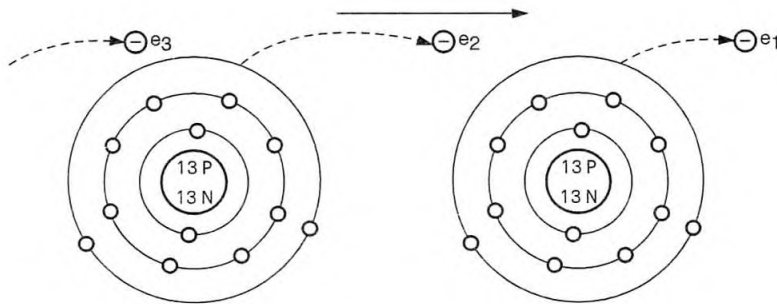
อิเล็กตรอนอิสระ (Free Electron)

อิเล็กตรอนนั้นจะหมุนรอบตัวเองในขณะที่โคจรรอบนิวเคลียส ตามธรรมชาติแล้วจะเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางขณะที่อิเล็กตรอนหมุน แต่ทำไมเมื่อมีแรงเหวี่ยงแล้วจึงไม่หลุดจากวงโคจร เหตุผลคือ มีแรงของสนามไฟฟ้าจากอนุภาคโปรตอน $+e$ ดึงดูดมวลของอิเล็กตรอน ซึ่งมีประจุ $-e$ เอาไว้ ทำให้อิเล็กตรอนยังคงโคจรอยู่ได้ แต่ถ้าเมื่อใดมีแรงจากภายนอกที่มากกว่าแรงดึงดูดดังกล่าวมากกระทำกับอิเล็กตรอน ก็จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากวงโคจรได้ อิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากวงโคจร เรา

เรียกว่า “อิเล็กตรอนอิสระ” แรงจากภายนอกที่กล่าวถึงนี้ ความจริงคือพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน พลังงานแสงอาทิตย์ หรือพลังงานรูปอื่น ๆ ที่อยู่ในลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระได้ทั้งสิ้น

พิจารณาจากรูป 1.8 คือ การเกิดอิเล็กตรอนอิสระกับอะตอมของอะลูมิเนียม อิเล็กตรอน e_3 ได้พลังงานภายนอกมากพอที่จะทำให้เคลื่อนที่หลุดจากวงโคจร และมากพอจะทำให้อิเล็กตรอนวงเวเลนซ์ e_2 เมื่อพลังงานศักย์ของอิเล็กตรอน e_3 มีมากกว่าแรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอน e_2 จึงทำให้เอาชนะแรงดึงดูดดังกล่าวได้ ทำให้อิเล็กตรอน e_2 กลายเป็นอิเล็กตรอนอิสระ ในทำนองเดียวกันถ้าอิเล็กตรอนอิสระ e_2 เคลื่อนที่เข้าหาอิเล็กตรอนเวเลนซ์ e_1 และมีพลังงานมากพอจะทำให้ให้อิเล็กตรอน e_1 หลุดจากวงโคจรเป็นอิเล็กตรอนอิสระได้เช่นกัน

ลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง คือการไหลจากกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้านั่นเอง



รูป 1.8 แสดงการเกิดอิเล็กตรอนอิสระของอะลูมิเนียมอะตอม

1.7 ไฟฟ้าสถิต

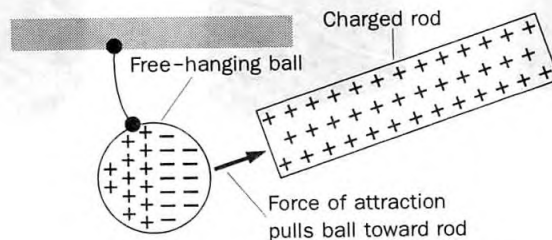
สสารหรือวัตถุใด ๆ สามารถแสดงอำนาจของประจุไฟฟ้าออกมาได้ ถ้าวัตถุนั้นมีอนุภาคอิเล็กตรอนมากกว่าอนุภาคโปรตอน วัตถุนั้นจะแสดงอำนาจของประจุไฟฟ้าลบ แต่ถ้าวัตถุนั้นมีอนุภาคโปรตอนมากกว่าอนุภาคอิเล็กตรอน วัตถุนั้นจะแสดงอำนาจของประจุไฟฟ้าบวก เช่น การนำแท่งแก้วไปขัดถูกับไหม จะทำให้แท่งแก้วมีอำนาจดึงดูดวัตถุเบา ๆ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

ไมเคิล ฟาราเดย์ นักวิทยาศาสตร์ผู้มีชื่อเสียง ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของไฟฟ้าสถิต และค้นพบว่าวัตถุต่าง ๆ เมื่อทำการขัดถูกันสามารถแสดงอำนาจไฟฟ้าดึงดูดวัตถุอื่น ๆ ได้ และฟาราเดย์ได้จัดลำดับวัตถุต่าง ๆ ที่ได้ทดลองไว้ว่า ถ้านำวัตถุที่มีลำดับหมายเลขต้น ๆ ขัดถูกับหมายเลขลำดับถัดไป วัตถุลำดับต้น ๆ จะแสดงอำนาจประจุไฟฟ้าบวก และวัตถุลำดับถัดไปแสดงอำนาจประจุไฟฟ้าลบ ตามลำดับดังนี้

1. ผ้าขนสัตว์
2. ผ้าสักหลาด
3. งาช้าง

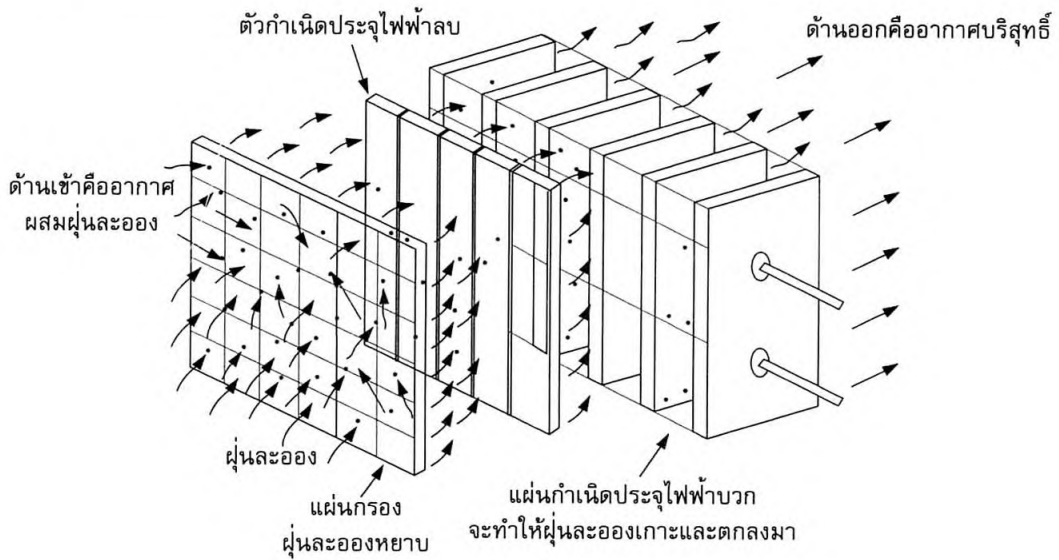
4. หินควอตซ์
5. แท่งแก้ว
6. ผ้าฝ้าย
7. ผ้าไหม
8. ไม้
9. โลหะ
10. แท่งยาง
11. ครึ่ง
12. ยางลบ
13. กำมะถัน
14. ยางไม้
15. ดินสาลี

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 (a) และบังคับให้ฝุ่นละอองเคลื่อนที่ผ่านตัวกำเนิดประจุไฟฟ้าลบ ทำให้ฝุ่นละอองมีสภาพประจุไฟฟ้าลบติดไปด้วย และเมื่อฝุ่นละอองเคลื่อนที่ต่อไปจะผ่านกำเนิดประจุไฟฟ้าบวก แผ่นกำเนิดประจุไฟฟ้าบวกนี้จะทำหน้าที่ดูดฝุ่นละอองให้ตกลง ทำให้อากาศที่ออกจากเครื่องฟอกอากาศบริสุทธิ์ปราศจากฝุ่นละออง ลักษณะของเครื่องฟอกอากาศที่มีขายในท้องตลาดแสดงในรูป 1 10 (b)



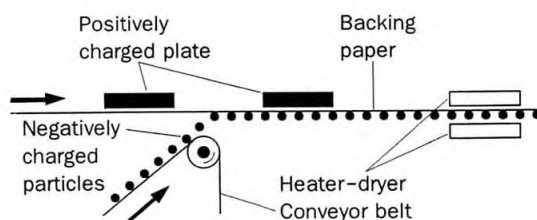
(a) การทำงานของเครื่องฟอกอากาศ



(b) ลักษณะภายนอกของเครื่องฟอกอากาศ

รูป 1 10 แสดงภาพเครื่องฟอกอากาศและการทำงาน

หรือในงานอุตสาหกรรมผลิตกระดาษทราย กระดาษทรายนั้นด้านหนึ่งจะเรียบ และอีกด้านหนึ่งจะเป็นเม็ดทรายละเอียดติดอยู่ ในการทำกระดาษทรายนั้นใช้หลักการดังนี้ ฝงทรายจะต้องผ่านเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้าลบ เพื่อให้ฝงทรายมีสภาพประจุไฟฟ้าลบ โดยฝงทรายดังกล่าวจะส่งผ่านกระบวนการผลิตโดยใช้สายพานลำเลียง ดังรูป 1 11



รูป 1 11 แสดงกระบวนการผลิตกระดาษทราย

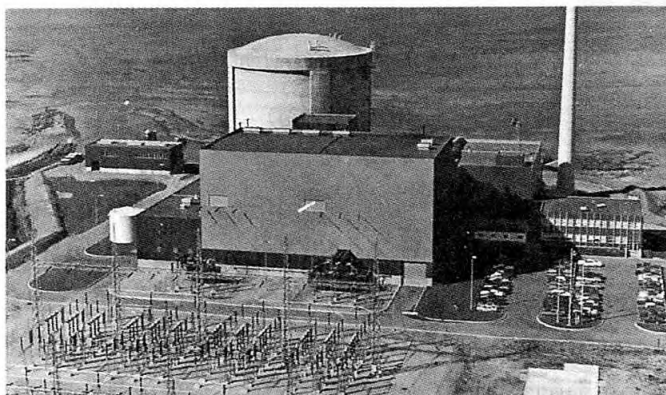
ด้านบนของแผงทรายจะมีสายพานลำเลียงแผ่นกระดาษอีกชุดหนึ่ง ดึงกระดาษให้ผ่านตัวกำเนิดประจุไฟฟ้าบวก เมื่อกระดาษมีสภาพประจุไฟฟ้าบวกจะดึงดูดเม็ดทรายให้ติดด้านใต้ของกระดาษ จากนั้นจะผ่านกาวและผ่านการอบให้แห้งด้วยความร้อน จะได้กระดาษที่มีคุณภาพนำมาใช้งานต่อไป

1.8 การนำไฟฟ้าไปใช้งาน

เนื่องจากพลังงานไฟฟ้ามีคุณค่ามากมาย เป็นพลังงานสะอาดที่สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย จึงมีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย ทั้งในบ้านพักอาศัยหรือในโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งในโรงเรียน และสถานศึกษาทั่วไป การใช้งานไฟฟ้าจึงควรคำนึงถึงหลักความปลอดภัยเป็นสำคัญ ไฟฟ้าที่ผลิตมาได้ไม่ว่าจะผลิตจากโรงจักรไฟฟ้าชนิดใด จะถูกส่งมาให้ผู้ใช้งานได้โดยผ่านสายส่งไฟฟ้า ตัวอย่างการผลิตไฟฟ้าจากโรงจักรพลังงานความร้อนในรูป 1 12 (a) และโรงจักรผลิตไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ในรูป 1 12 (b) ลักษณะของสายส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าแสดงในรูป 1 12 (c) การส่งจ่ายไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสูงนั้น ต้องมีการควบคุมการส่งจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ตามความจำเป็นของโหลด และระยะเวลาการใช้งาน ซึ่งต้องมีผู้ทำการควบคุมในห้องควบคุมการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ดังรูป 1 12 d)

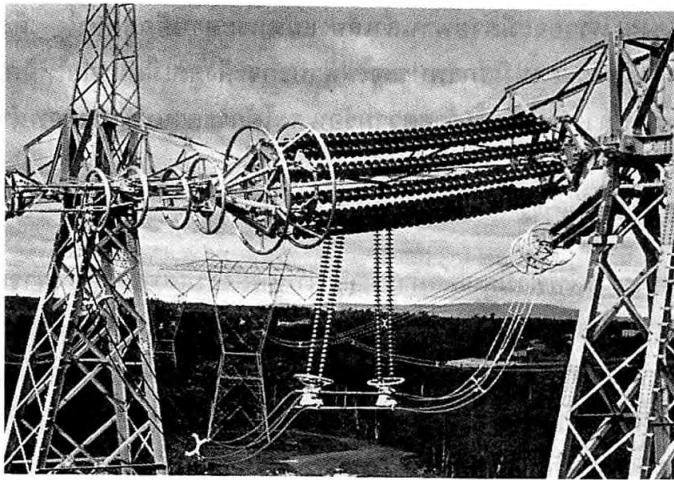


(a) โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

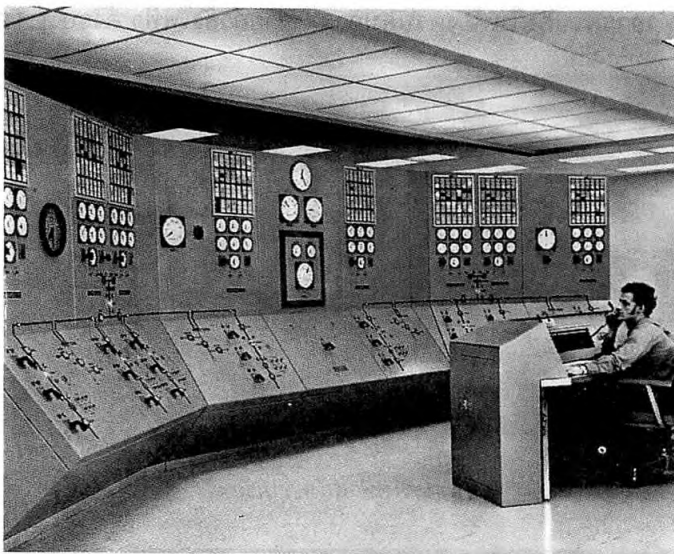


(b) โรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์

รูป 1 12 แสดงการผลิตพลังงานไฟฟ้าและการควบคุมการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า



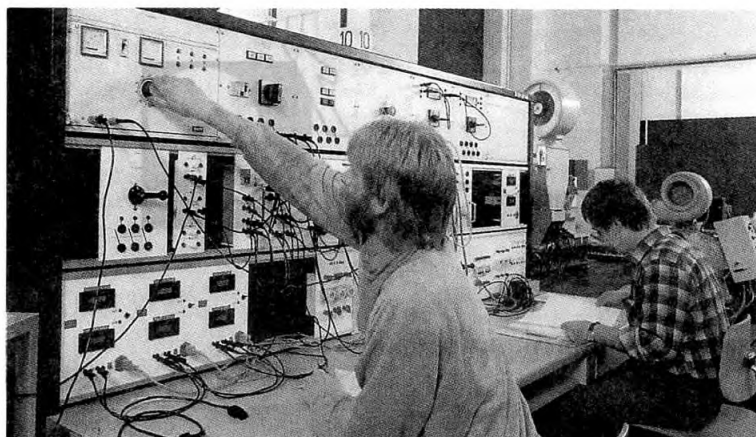
(c) สายส่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



(d) ห้องควบคุมการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

รูป 1 12 (ต่อ)

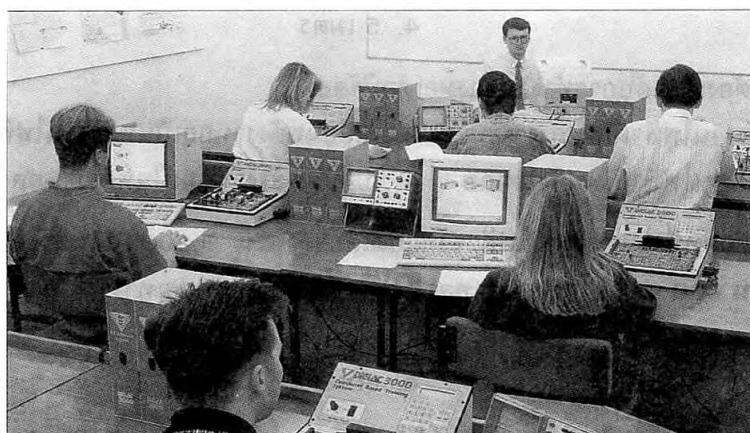
พลังงานไฟฟ้าที่ส่งจ่ายออกมาจากโรงไฟฟ้าได้มีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายดังรูป 1 13 (a) นักศึกษากำลังทดลองวัดค่าแรงดันไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการทดลอง ในรูป 1 13 (b) ช่างเทคนิคกำลังตรวจซ่อมระบบไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม ในรูป 1 13 c นักศึกษากำลังเรียนรู้วงจรไฟฟ้าจากระบบคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างเหล่านี้คือการแสดงให้เห็นว่าพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่สำคัญและมีประโยชน์ต่อมวลมนุษย์เป็นอย่างมาก จึงควรเรียนรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าให้มีความเข้าใจเป็นอย่างดี เพื่อเป็นพื้นฐานการศึกษาในระดับสูง ๆ ต่อไป



(a) นักศึกษากำลังทดลองวัดค่าปริมาณทางไฟฟ้า



(b) ช่างเทคนิคกำลังตรวจสอบระบบไฟฟ้า



(c) นักศึกษากำลังเรียนรู้วงจรไฟฟ้าจากระบบคอมพิวเตอร์

รูป 1 13 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ



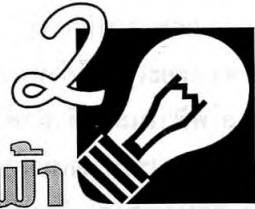
จงวงกลมล้อมรอบคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

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 จุดวัดจุดจำนวนหนึ่งด้วยแรง 1,000 นิวตัน จะจุดได้ระยะทางกี่เมตร
 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. หั้วแรงไฟฟ้าขนาดกินกำลังไฟฟ้า 120 วัตต์ ให้พลังงานความร้อนได้เท่ากับ 80 วัตต์ มีประสิทธิภาพเท่ากับข้อใด
 1. 56.6%
 2. 60.6%
 3. 66.6%
 4. 76.6%

8. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องหนึ่งมีประสิทธิภาพ 80% เมื่อจ่ายพลังงานกลจำนวน 50,000 จูล จะผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับข้อใด
- 1 30,000 จูล
 - 2 36,000 จูล
 - 3 38,000 จูล
 - 4 40,000 จูล
9. ธาตุตามธรรมชาติมีทั้งสิ้นจำนวนเท่าใด
- 1 100 ชนิด
 - 2 101 ชนิด
 - 3 102 ชนิด
 - 4 103 ชนิด
10. ธาตุในข้อใดที่มีอิเล็กตรอนวงเวเลนซ์ ตัว
- 1 Cesium
 - 2 Iodine
 - 3 Xenon
 - 4 Cerium
- 11 ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างของอะตอม
- 1 นิวตรอน
 - 2 โปรตอน
 - 3 เวเลนซ์
 - 4 อิเล็กตรอน
12. อนุภาคใดในโครงสร้างของอะตอมที่มีขนาดโตที่สุด
- 1 นิวตรอน
 - 2 โปรตอน
 - 3 นิวเคลียส
 - 4 อิเล็กตรอน
13. อนุภาคใดที่มีอำนาจประจุไฟฟ้าบวก
- 1 โปรตอน
 - 2 นิวตรอน
 - 3 อิเล็กตรอน
 - 4 อิออน
14. อิเล็กตรอนวงเวเลนซ์หมายถึงข้อใด
- 1 อิเล็กตรอนวงนอกสุดที่มีอิเล็กตรอนเพียงตัวเดียว
 - 2 อิเล็กตรอนวงในสุดที่ติดกับนิวเคลียส
 - 3 อิเล็กตรอนที่โคจรอยู่วงนอกสุดของอะตอม
 - 4 อิเล็กตรอนตัวที่หลุดออกจากวงโคจรของอะตอม
16. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ จากอะตอมหนึ่งไปสู่อีกอะตอมหนึ่งหมายถึงข้อใด
- 1 การเกิดกระแสไฟฟ้าไหล
 - 2 การเกิดพลังงานภายในอะตอม
 - 3 อิเล็กตรอนวงนอกสุดหมุนรอบตัวเองจนหลุดจากนิวเคลียส
 - 4 แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอนหายไป
17. การที่วัตถุใด ๆ แสดงอำนาจไฟฟ้าออกมาได้เพราะ
- 1 มีประจุไฟฟ้าสถิตอยู่
 - 2 มีอิเล็กตรอนอยู่มากเกินไป
 - 3 มีนิวตรอนน้อยเกินไป
 - 4 มีโปรตอนสะสมอยู่รอบ ๆ วัตถุนั้น

18. เหตุใดอะตอมของธาตุทุกชนิดจึงมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า
 1. เพราะมีโปรตอนกับนิวตรอน
 2. เพราะจำนวนนิวตรอนน้อยกว่าอิเล็กตรอน
 3. เพราะจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับโปรตอน
 4. เพราะการรวมตัวกันระหว่างโปรตอนกับนิวตรอน
19. เครื่องมือใดที่ใช้ทดสอบหาชนิดของประจุไฟฟ้า
 1. อิเล็กทรอนิกส์
 2. อิเล็กโทรสโคป
 3. ออสซิลโลสโคป
 4. อิเล็กทริก
20. ถ้านำแท่งแก้ว 2 แท่ง ถูกับผ้าขนสัตว์ และนำแท่งหนึ่งแขวนไว้ เมื่อนำอีกแท่งหนึ่งไปวางใกล้ ๆ จะเกิดผลอย่างไร
 1. แท่งที่แขวนไว้จะหยุดนิ่ง
 2. จะเคลื่อนที่เข้าหาแท่งที่ 2
 3. แท่งที่แขวนไว้จะหมุนห่างออกไป
 4. ทั้ง 2 แท่งจะดึงดูดกัน
21. อำนาจไฟฟ้าสถิตนั้นจะสะสมอยู่บริเวณใดของวัตถุ
 1. แกนกลาง
 2. หัวและท้าย
 3. ภายใน
 4. ผิวของวัตถุ
22. การเกิดฟ้าผ่านั้นเกิดจาก
 1. ประจุไฟฟ้าวิ่งระหว่างก้อนเมฆ
 2. การถ่ายเทประจุของบรรยากาศ
 3. ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จากก้อนเมฆลงดิน
 4. การสั่นสะเทือนของก้อนเมฆ

หน่วยและปริมาณทางไฟฟ้า



วัตถุประสงค์

- 1 อธิบายการไหลของกระแสอิเล็กตรอน และกระแสไฟฟ้าได้
2. เข้าใจความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าและเวลา
3. เข้าใจความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าและพลังงาน
4. รู้หลักการกำเนิดแรงดันไฟฟ้า
5. เข้าใจความหมายของแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และค่าความต้านทาน
6. คำนวณหาค่าความต้านทานของวัตถุได้
- 7 เข้าใจวิธีการแปลงหน่วยของปริมาณทางไฟฟ้าต่าง ๆ ได้

2.1 หน่วยของประจุไฟฟ้า

ประจุไฟฟ้า (Charge มีหน่วยคือ คูลอมบ์ (Coulomb) ประจุไฟฟ้า 1 คูลอมบ์ คือจำนวนอิเล็กตรอน 6.25×10^{18} (6,250,000,000,000,000) ตัวที่เคลื่อนที่ผ่านจุดจุดหนึ่ง ผู้ค้นพบและให้นิยามหน่วยของประจุไฟฟ้า คือนักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสชื่อ ชาร์ล ออกัสติน คูลอมบ์ (Charles Augustin Coulomb) ใช้อักษรย่อ Q แทนประจุไฟฟ้า และใช้อักษร C แทนหน่วยของประจุไฟฟ้า คูลอมบ์) ดังนั้นจำนวนประจุไฟฟ้า 5 คูลอมบ์หมายถึง $Q = 5C$

เมื่อ 1 คูลอมบ์ = 6.24×10^{18} อิเล็กตรอน

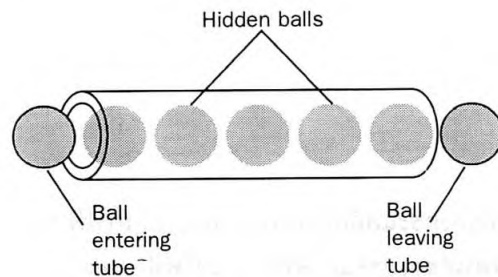
$$\text{ดังนั้น } 1 \text{ อิเล็กตรอน} = \frac{1}{6.24 \times 10^{18}}$$

$$1 \text{ อิเล็กตรอน} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ คูลอมบ์}$$

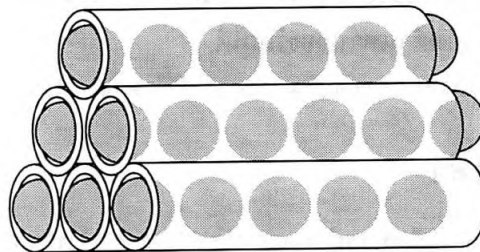
หมายความว่า อิเล็กตรอน 1 ตัวมีประจุไฟฟ้าอยู่เท่ากับ 1.602×10^{-19} คูลอมบ์

2.2 กระแสไฟฟ้าและการไหลของกระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า (Electric Current) หมายถึง การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระไปในทิศทางเดียวกัน ต่อระยะเวลาที่กำหนด กระแสไฟฟ้าใช้อักษรย่อคือ I การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือการไหลของกระแสไฟฟ้าในสายตัวนำหรือสายไฟฟ้า จะมีลักษณะดังรูป 2.1 (a) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนมีค่าประมาณเท่ากับความเร็วของคลื่นแสง คือ 186,000 ไมล์ต่อวินาที หรือ 3×10^8 เมตรต่อวินาที ลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระหรือกระแสไฟฟ้าในสายไฟฟ้าแกนเดียว เหมือนการกระทบกันของลูกบอลในท่อกลม ดังรูป 2.1 (a)



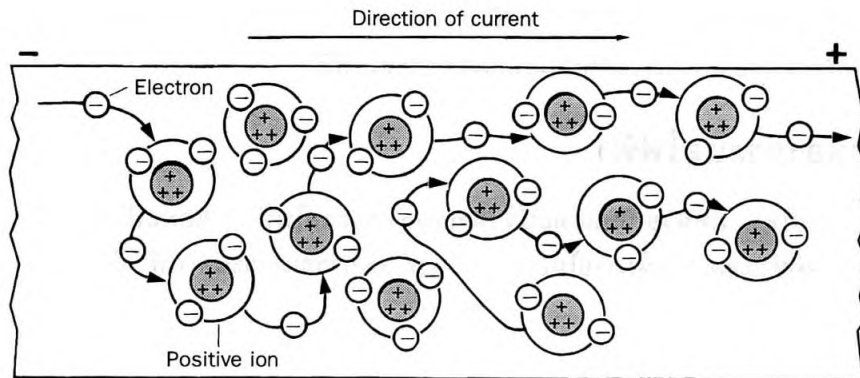
(a) การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเหมือนการกระทบของลูกบอล



(b) การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสายไฟ 6 แกน

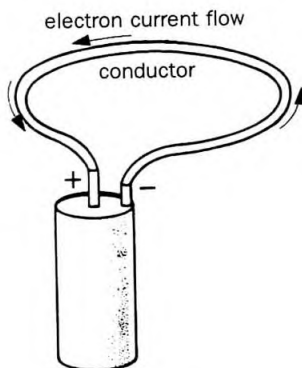
รูป 2.1 แสดงการเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสายไฟฟ้ากับการเคลื่อนที่ของลูกบอลกระทบกัน

การไหลของกระแสไฟฟ้าในสายไฟฟ้าหรือสายตัวนำจริง ๆ ตัวอย่างเช่น การไหลของกระแสไฟฟ้าในสายตัวนำแกนเดียวที่ทำจากอะลูมิเนียม (Al) ดังรูป 2.2 จะพบว่าเมื่อให้ศักดาไฟฟ้าที่ปลายทั้ง 2 ข้างของสายตัวนำมีค่าแตกต่างกัน คือ ปลายด้านซ้ายเป็นขั้วลบและปลายด้านขวาเป็นขั้วบวก จะเป็นผลให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระในแต่ละอะตอมของอะลูมิเนียมหลุดออกมาชนกันกับอิเล็กตรอนวงเวเลนซ์ของอะตอมถัดไปตามลำดับ เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระไปในทางเดียวกัน จากขั้วลบไปยังขั้วบวก การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระนี้คือการไหลของกระแสไฟฟ้า

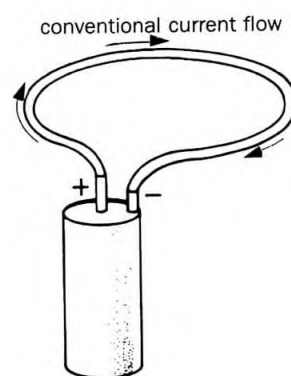


รูป 2.2 แสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในสายตัวนำอะลูมิเนียม (การเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า)

กระแสไฟฟ้าที่ได้อธิบายมานี้เรียกว่า กระแสอิเล็กตรอน (Electron Current) เราทราบกันมาแล้วว่า กระแสไฟฟ้า คือ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อสมัยก่อนที่ยังไม่มีทฤษฎีอิเล็กตรอน ยังไม่มีใครรู้แน่ชัดว่า กระแสไฟฟ้าจริง ๆ นั้นเคลื่อนที่อย่างไร จึงสมมติเอาว่าเคลื่อนที่จากขั้วบวกของตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้าไหลผ่านวงจรไฟฟ้าและกลับเข้าสู่ขั้วลบ ส่วนภายในตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้า กระแสก็จะเคลื่อนจากขั้วลบไปยังขั้วบวก และก็มีการพัฒนาทฤษฎี และกฎต่าง ๆ กันขึ้นมาอีกมากมาย ทำให้ความเข้าใจเรื่องการไหลของกระแสไฟฟ้านี้ผิดจากความจริง แต่ก็ไม่มีการคิดเปลี่ยนแปลงเพราะจะทำให้เกิดความยุ่งยากขึ้นมาอีกมาก จึงยอมรับเอาตามแบบเดิม และสมมติชื่อการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้านี้ว่า กระแสนิยม (Conventional Current) ซึ่งสรุปแล้วทิศทางของกระแสนิยมจะไหลตรงกันข้ามกับกระแสอิเล็กตรอน ดังแสดงในรูป 2.3



(a) การไหลของกระแสอิเล็กตรอน



(b) การไหลของกระแสนิยม (กระแสไฟฟ้า)

รูป 2.3 แสดงการเปรียบเทียบการไหลของกระแสอิเล็กตรอนและกระแสนิยม

เนื้อหาในส่วนต่อไปนี้จะใช้กระแสนิยมเป็นหลัก และถือว่ากระแสไฟฟ้าไหลออกจากขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้าเสมอ และจะเรียกกระแสนิยมว่า กระแสไฟฟ้า

2.3 หน่วยของกระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ (Ampere) กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ หมายถึง ประจุไฟฟ้า 1 คูลอมบ์ เคลื่อนที่ผ่านจุด ๆ หนึ่งภายในเวลา 1 วินาที สมการของกระแสไฟฟ้า คือ

$$I = \frac{Q}{t} \quad \dots(2.1)$$

เมื่อ I คือ กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A)

Q คือ ประจุไฟฟ้ามีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (C)

t คือ เวลา มีหน่วยเป็นวินาที (s)

ตัวอย่าง 2.1 ต้องใช้เวลานานเท่าไร เมื่อทำให้อิเล็กตรอนจำนวน 12.5×10^{18} อิเล็กตรอน ไหลผ่าน วงจรไฟฟ้าได้ ถ้ากระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้านี้มีค่า 0.5 A

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad Q &= 12.5 \times 10^{18} \text{ อิเล็กตรอน} \\ I &= 0.5 \text{ A} \\ \text{แต่} \quad 1 \text{ C} &= 6.25 \times 10^{18} \text{ อิเล็กตรอน} \\ \text{แต่} \quad I &= \frac{Q}{t} \\ \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{Q}{I} \\ \text{แต่} \quad Q &= \frac{12.5 \times 10^{18} \text{ อิเล็กตรอน}}{6.25 \times 10^{18} \text{ อิเล็กตรอน/C}} = 2 \text{ C} \\ t &= \frac{2 \text{ C}}{0.5 \text{ A}} = 4 \text{ s} \end{aligned}$$

ตอบ เวลาที่กระแสไฟฟ้า 0.5 A ไหลผ่านคือ 4 วินาที

ตัวอย่าง 2.2 ประจุไฟฟ้าจำนวน 8.6 C ผ่านจุด ๆ หนึ่งเป็นเวลา 0.2 วินาที จะมีกระแสไฟฟ้าจำนวนเท่าไร

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad Q &= 8.6 \text{ C} \\ t &= 0.2 \text{ s} \\ \text{แต่} \quad I &= \frac{Q}{t} \\ I &= \frac{8.6 \text{ C}}{0.2 \text{ s}} = 43 \text{ A} \end{aligned}$$

ตอบ จำนวนของกระแสไฟฟ้าคือ 43 A

ตัวอย่าง 2.3 กระแสไฟฟ้าจำนวน 3 A ไหลผ่านจุด ๆ หนึ่งในวงจรไฟฟ้าด้วยเวลา 0.6 วินาที อยากทราบว่าที่จุดดังกล่าวจะมีอิเล็กตรอนไหลผ่านจำนวนเท่าใด

วิธีทำ

$$I = 3 \text{ A}$$

$$t = 0.6 \text{ s}$$

แต่ $I = \frac{Q}{t}$

ดังนั้น $Q = I \times t$

$$Q = 3 \text{ A} \times 0.6 \text{ s} = 1.8 \text{ C}$$

แต่ $1 \text{ C} = 6.25 \times 10^{18} \text{ อิเล็กตรอน}$

$$1.8 \text{ C} = 6.25 \times 10^{18} \times 1.8$$

$$= 11.25 \times 10^{18} \text{ อิเล็กตรอน}$$

ตอบ มีจำนวนอิเล็กตรอนผ่านจุดดังกล่าวเท่ากับ 11.25×10^{18} อิเล็กตรอน

2.4 แรงดันไฟฟ้า

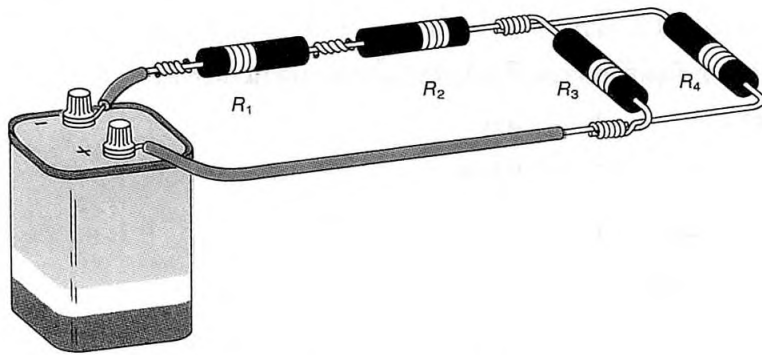
แรงดันไฟฟ้า (Voltage หมายถึง พลังงานที่ผลักดันให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้าได้ อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าความต่างศักย์ไฟฟ้า หมายถึง ความแตกต่างระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่จุด 2 จุดในวงจรไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าเสมอ

แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ เช่น แบตเตอรี่ หรือถ่านไฟฉาย ดังรูป 2.4 มีหน้าที่เป็นตัวผลักดันให้กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านตัวนำไฟฟ้าเข้าไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ ในวงจรไฟฟ้าถ้าไม่มีแหล่งต่อแรงดันไฟฟ้า จะไม่เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจร ผลคือกระแสไฟฟ้าไม่สามารถเคลื่อนที่ไปในวงจรไฟฟ้าได้



(a) แบตเตอรี่แบบกรดตะกั่ว

รูป 2.4 แสดงแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่แบบต่าง ๆ



(b) ถ่านไฟฉายจ่ายแรงดันให้วงจรไฟฟ้าวงจรรวมหนึ่ง

รูป 2.4 (ต่อ)

หน่วยของแรงดันไฟฟ้า คือ โวลต์ (Volts) ใช้ตัวย่อ V แรงดันไฟฟ้า โวลต์ หมายถึง แรงดันไฟฟ้าที่ทำให้ประจุไฟฟ้าจำนวน 1 คูลอมป์ เกิดพลังงานจำนวน 1 จูล หรือเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ดังกล่าวดังนี้

$$\text{แรงดันไฟฟ้า (E)} = \frac{\text{พลังงาน (W)}}{\text{ประจุไฟฟ้า (Q)}}$$

$$\text{หรือ} \quad E = \frac{W}{Q} \quad \dots(2.2)$$

ตัวอย่าง 2.4 แบตเตอรี่ขนาด 6 V จ่ายให้วงจรไฟฟ้าวงจรรวมหนึ่ง ทำให้เกิดประจุไฟฟ้าจำนวน 3,000 C อยากทราบว่าต้องใช้พลังงานเท่าไร

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad E &= 6 \text{ V} \\ Q &= 3,000 \text{ C} \end{aligned}$$

$$\text{แต่} \quad E = \frac{W}{Q}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad W &= E \times Q \\ &= 6 \text{ V} \times 3,000 \text{ C} \\ W &= 18,000 \text{ J} \end{aligned}$$

ตอบ ต้องใช้พลังงาน 18,000 จูล

ตัวอย่าง 2.5 ประจุไฟฟ้า 2 ตัวคือ Q_1 และ Q_2 ประจุไฟฟ้า Q_1 มีแรงดันไฟฟ้า +10 V และประจุไฟฟ้า Q_2 มีแรงดันไฟฟ้า -5 V ดังรูป 2.5 จงหาความต่างศักย์ระหว่างประจุทั้งสอง

$$\ominus \begin{matrix} V_2 \\ Q_2 \end{matrix} = -5 \text{ V} \qquad \oplus \begin{matrix} V \\ Q_1 \end{matrix} = +10 \text{ V}$$

รูป 2.5 ประกอบตัวอย่าง 2.5

วิธีทำ ความต่างศักย์ คือ ความแตกต่างระหว่างแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุด Q_1 และ Q_2

1 หาความต่างศักย์ระหว่างจุด Q_1 เทียบกับจุด Q_2

$$\begin{aligned} \text{เขียนได้ว่า } V_{1-2} &= V_{1-2} \\ &= +10 \text{ V} \quad (-5 \text{ V}) \end{aligned}$$

$$V_{1-2} = +15 \text{ V}$$

(2) หาความต่างศักย์ระหว่างจุด Q_2 เทียบกับจุด Q_1

$$\begin{aligned} \text{เขียนได้ว่า } V_{2-1} &= V_{2-1} \\ &= -5 \text{ V} \quad (+10 \text{ V}) \end{aligned}$$

$$V_{2-1} = 15 \text{ V}$$

ข้อสังเกต จะพบว่าจากตัวอย่าง 2.5 ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด 2 จุดจะมีค่าเท่ากันไม่ว่าจะวัดจากจุดใด แต่จะแตกต่างกันที่เครื่องหมายเท่านั้น เป็นเพราะจุดอ้างอิงในการวัดคนละจุดกัน

2.5 ตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้า

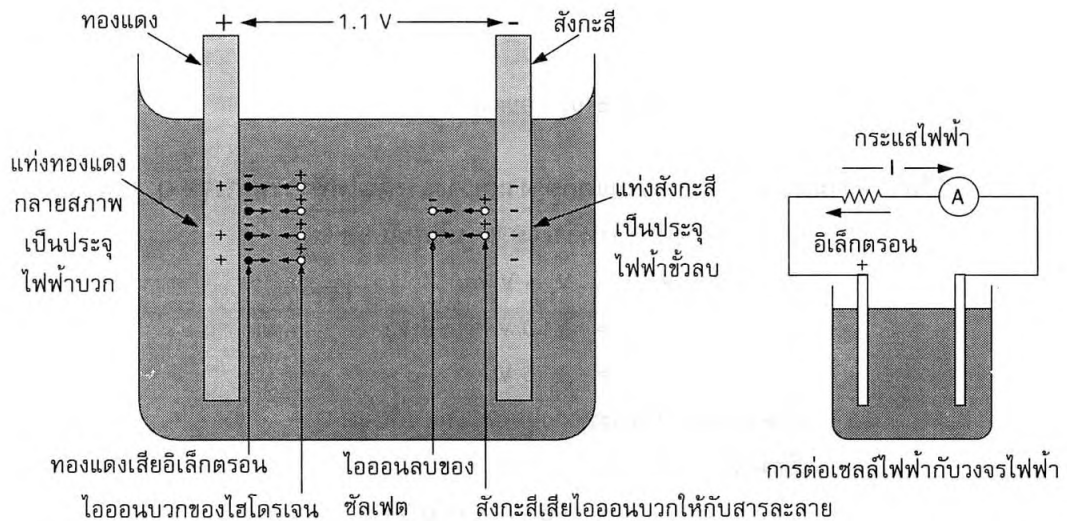
ตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้า (Voltage Sources) หมายถึง ตัวสร้างให้เกิดแรงดันไฟฟ้าหรือแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า หรือต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้านั้นกำเนิดขึ้นได้ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ 5 วิธีการดังต่อไปนี้

- 1 หลักการทางเคมี
2. หลักการของความร้อน
3. หลักการของแสงอาทิตย์
4. หลักการของสนามแม่เหล็ก
5. หลักการของแรงกด

2.5.1 หลักการทางเคมี

นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลีชื่อ อเลสซานโดร โวลตา (Alessandro Volta) ได้ทำการทดลองและค้นพบว่า การนำสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) ซึ่งประกอบด้วย กรดซัลฟูริกและน้ำ มีสูตรทางเคมีว่า H_2SO_4 ใส่ไว้ในโถแก้ว แล้วนำแท่งทองแดง 1 แท่ง กับสังกะสี 1 แท่ง จุ่มลงไปนในสาร

ละลายดังกล่าว จะทำให้เกิดประจุไฟฟ้าบวกขึ้นที่แท่งทองแดง และประจุไฟฟ้าลบขึ้นที่แท่งสังกะสี และเมื่อทำการตรวจสอบ โดยการวัดค่าความต่างศักย์ระหว่างแท่งทองแดง กับแท่งสังกะสี ปรากฏว่ามีค่าประมาณ 1.1 โวลต์ ดังแสดงในรูป 2.6



รูป 2.6 แสดงโวลตาอิกเซลล์ เป็นตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้า

เมื่อนำโวลตาอิกเซลล์ไปใช้งาน เช่น ต่อกับภาระไฟฟ้าง่ายๆ ก็จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าจำนวนเล็กน้อย และเมื่อใช้ไปเป็นเวลานานจะเกิดฟองของไฮโดรเจนเกาะที่ขั้วลบ ทำให้ปฏิกิริยาทางเคมีกลับสู่ความเป็นกลาง ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าก็ค่อย ๆ ลดลง จนกระทั่งหมดไปเมื่อปฏิกิริยาทั้งหมดหยุดลง ถ้าจะนำไปใช้งานอีกก็ต้องนำแท่งสังกะสี (ขั้วลบ) ออกมาทำความสะอาดให้ฟองของไฮโดรเจนหมดไป ปฏิกิริยาการเกิดฟองของไฮโดรเจนนี้ เรียกว่า โพลาริเซชัน (Polarization) วิธีแก้ไขการเกิดโพลาริเซชันทำได้โดยการเติมออกซิเจนเข้าไปในสารละลาย เพื่อให้รวมตัวกับไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น แล้วให้กลายเป็นน้ำ เราเรียกวิธีแก้ไขนี้ว่า ดีโพลาริเซชัน (Depolarization)

2.5.2 หลักการของความร้อน

ความร้อนเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง พลังงานความร้อนนี้จะทำให้อาตุบางธาตุ เช่น ทองแดง เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้น ถ้านำลวดทองแดงมาเชื่อมต่อกับลวดเหล็กที่ปลายข้างใดข้างหนึ่ง และให้ความร้อนกับจุดต่อดังกล่าว ทองแดงจะสูญเสียอิเล็กตรอนอิสระให้กับเหล็ก ทำให้เกิดศักดาไฟฟ้าบวกที่ทองแดง และเหล็กจะได้รับอิเล็กตรอนอิสระเพิ่มขึ้น จึงเกิดศักดาไฟฟ้าลบที่อีกปลายหนึ่งของเหล็ก ยังมีธาตุคู่อื่น ๆ อีกหลายชนิดที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาแบบนี้ได้ เช่น ทองแดงกับสังกะสี โครเมียมกับนิกเกิล หรือเหล็กกับสังกะสี ศักดาไฟฟ้าระหว่างขั้วบวก (ทองแดง) และขั้วลบ (เหล็ก) สามารถใช้โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) วัดค่าได้ จะอยู่ระหว่าง 17 ถึง 40 มิลลิโวลต์ 1 มิลลิโวลต์ เท่ากับ $\frac{1}{1000}$ โวลต์)

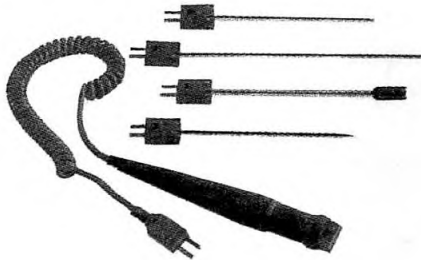
ปรากฏการณ์ที่ใช้ความร้อนเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้า โดยใช้โลหะ 2 ชนิด ดังกล่าวมาแล้วนี้ เราเรียกว่า เทอร์มอคัปเปิล (Thermocouple ขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเทอร์มอคัปเปิลขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ จึงนำเทอร์มอคัปเปิลไปทำเป็นตัววัดอุณหภูมิในงานอุตสาหกรรม ลักษณะของเทอร์มอคัปเปิลแบบต่าง ๆ แสดงในรูป 2.7



Type J



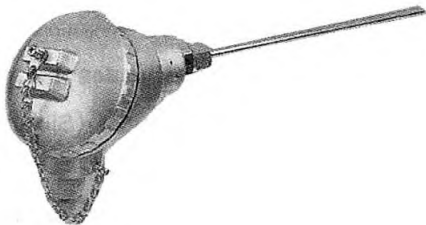
Type R



Type T



Type K



Type K



Type N

รูป 2.7 แสดงเทอร์มอคัปเปิลชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม

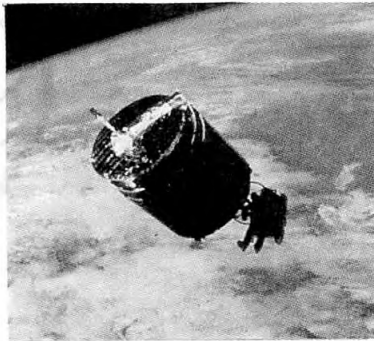
2.5.3 หลักการของแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่มากมายตามธรรมชาติ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่มีวันหมด มนุษย์รู้จักการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้อย่างน้อย 30 ปีแล้ว โดยเริ่มจากองค์การนาซาของสหรัฐอเมริกาซึ่งคิดค้นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้กับจรวดและดาวเทียมที่อยู่ในอวกาศ เพื่อให้สามารถทำงานได้ในอวกาศโดยไม่ต้องอาศัยพลังงานบนพื้นโลก เริ่มแรกใช้แร่แกเลียม-ไฮเซไนด์เป็นวัตถุดิบในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ แต่การใช้แร่แกเลียมไฮเซไนด์ในการผลิตนั้น ต้นทุนการผลิตสูงมาก ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับกับราคาต้นทุนการผลิตแล้วจะเท่ากับ 10,000 บาทต่อ 1 วัตต์ ซึ่งราคานี้มนุษย์บนพื้นโลกไม่สามารถยอมรับได้เลย

จึงมีการค้นคว้าและวิจัยกันอย่างสูงเพื่อที่จะลดต้นทุนการผลิตลง และต่อมาก็สามารถผลิตเซลล์แสงอาทิตย์จากแร่ซิลิคอนซึ่งเป็นแร่ที่มีมากที่สุดในโลก ราคาถูกมาก การใช้พลังงานแสงอาทิตย์บนนั้นเมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้ารูปแบบอื่นแล้วก็ยังนับว่าแพงอย่างมาก

และพลังงานแสงอาทิตย์ก็เริ่มเข้ามามีบทบาทอย่างจริงจังเมื่อนายสเปีย ชาวอังกฤษสามารถผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบแผ่นฟิล์มขึ้นได้มีชื่อว่า อะมอร์ฟัส ซิลิคอน ในปี 1975 ทั่วโลกจึงตื่นตัวกับพลังงานแสงอาทิตย์ และพยายามค้นคว้าวิจัยที่จะประยุกต์พลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในรูปแบบผลิตภัณฑ์

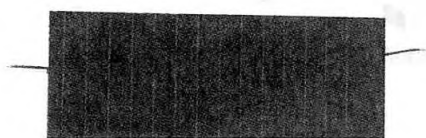
ในปี 1980 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นแรกก็ได้เกิดขึ้น คือ เครื่องคิดเลขของ “ซินโย”



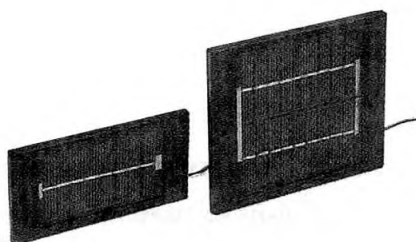
รูปที่ 2.8 ดาวเทียมที่ใช้เซลล์แสงอาทิตย์

โซลาร์เซลล์หรือเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสง อาจจะเป็นแสงจากดวงอาทิตย์หรือแสงที่มนุษย์สร้างขึ้นก็ได้ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้สารกึ่งตัวนำจำพวกซิลิคอน (Silicon) หรือซิลินียม (Silinium)

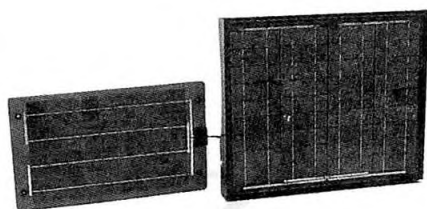
เนื่องจากแสงก็เป็นพลังงานรูปหนึ่ง เมื่อกระทบกับสารกึ่งตัวนำบางสภาวะ จะทำให้สารกึ่งตัวนำบางชนิดที่ถูกเติมสารเจือปนแล้วมีอิเล็กตรอนอิสระเกิดขึ้น ปกติในหนึ่งเซลล์จะกำเนิดแรงดันไฟฟ้าได้ระหว่าง 0.45 ถึง 0.5 โวลต์ และสูงสุด 0.6 โวลต์ โซลาร์เซลล์เมื่อได้รับแสงสว่างมาก ๆ จะกำเนิดแรงดันไฟฟ้าได้จำนวนมาก และเมื่อแสงสว่างมีความเข้มลดลง แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะลดลงด้วยลักษณะของเซลล์แสงอาทิตย์แสดงในรูป 2.9



Solar Plate



Low Power Modules



Medium/High Power Modules

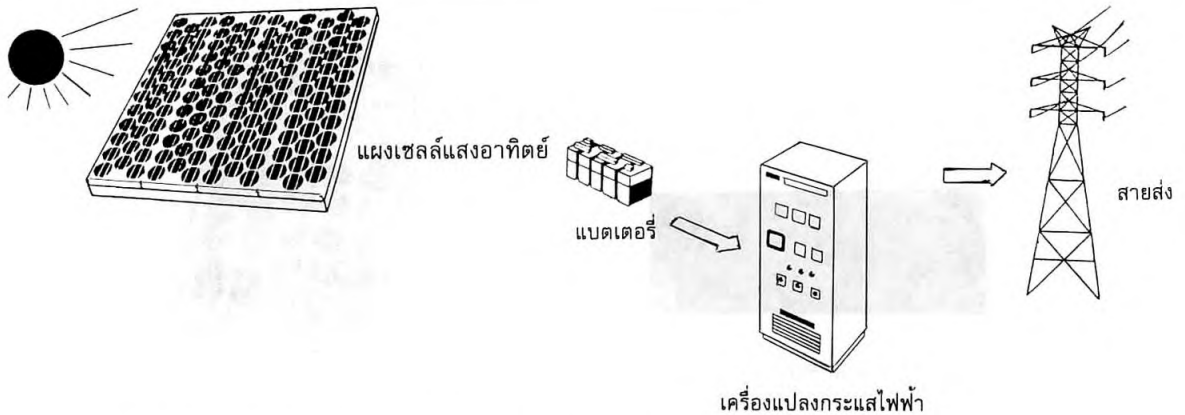


(a) เซลล์แสงอาทิตย์

(b) เครื่องคิดเลขพลังงานแสงอาทิตย์

รูป 2.9 แสดงลักษณะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่าง ๆ และที่นิยมนำไปใช้งาน

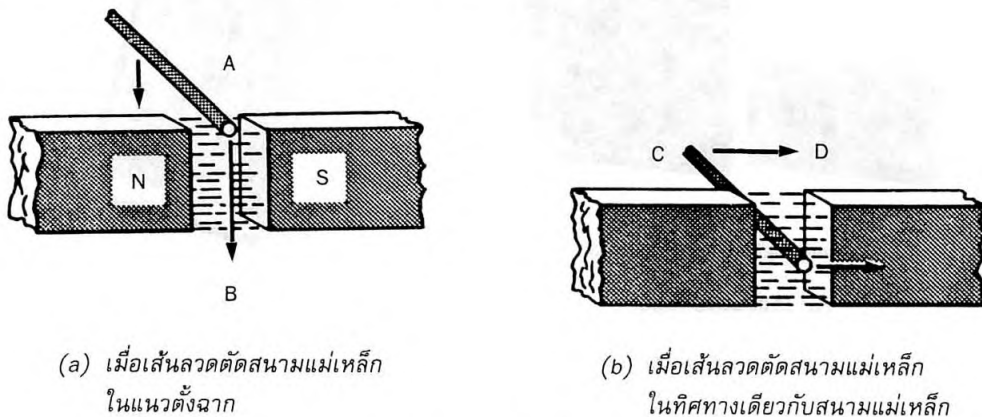
การใช้โซลาร์เซลล์เพื่อกำเนิดไฟฟ้านี้ ปัจจุบันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้มีการวิจัยและทดลองใช้ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าใช้กับที่ซึ่งเป็นชนบทไฟฟ้าเข้าไปไม่ถึง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับวิทยุสื่อสาร แสงสว่าง ไฟสัญญาณ และใช้กับเครื่องวัดแผ่นดินไหว เป็นต้น ลักษณะการใช้งานจะมีแผงของเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่เป็นตัวแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า และเก็บพลังงานไฟฟ้าที่สะสมได้ลงในแบตเตอรี่ แล้วจึงผ่านเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้าที่ใช้งานได้ โดยส่งไปตามเสาส่งไฟฟ้า แต่ยังคงอยู่ในระหว่างทดลองใช้และต้นทุนในการผลิตยังสูงกว่าแบบอื่น ซึ่งไม่แพร่หลาย ดังแสดงในรูป 2.10



รูป 2.10 แสดงกระบวนการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

2.5.4 หลักการของสนามแม่เหล็ก

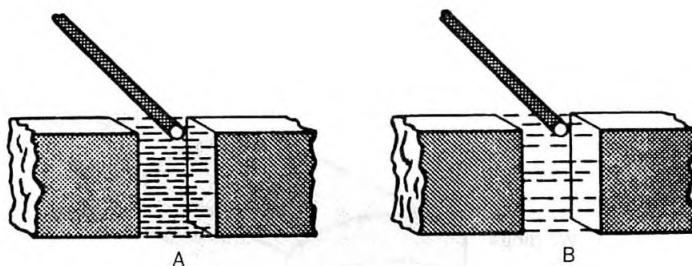
ไมเคิล ฟาราเดย์ นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ เป็นผู้นำการทดลองค้นพบหลักการของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ กล่าวคือ ถ้านำลวดตัวนำไฟฟ้าให้เคลื่อนที่ตัดผ่านสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ปลายทั้ง 2 ข้างของลวดตัวนำ เนื่องจากแรงดันไฟฟ้านี้เกิดจากการเหนี่ยวนำ ระหว่างสนามแม่เหล็กกับเส้นลวดตัวนำ จึงเรียกว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ หรือแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Electromotive Force emf) ดังแสดงในรูป 2.11



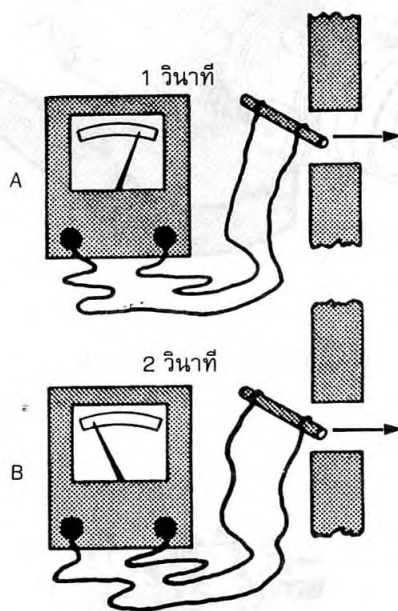
รูป 2.11 แสดงการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำตามการค้นพบของฟาราเดย์

จากรูป 2.1 (a) และ (b) แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะเกิดขึ้นที่ปลายทั้งสองข้างของลวดตัวนำได้ เมื่อลวดตัวนำตัดสนามแม่เหล็กในมุมใดก็ได้ และถ้าตัดตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ามากที่สุดดังรูป (a) แต่ถ้าเคลื่อนที่ขนานไปกับสนามแม่เหล็กจะไม่เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ขั้วลวดดังรูป (b)

ค่าของแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก (Flux Density) ถ้าสนามแม่เหล็กมีค่าความหนาแน่นมาก ๆ จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำมากกว่า สนามแม่เหล็กมีค่าความหนาแน่นน้อย เมื่อความเร็วในการเคลื่อนที่ของลวดตัวนำมีความเร็วเท่ากัน ดังรูป 2.12 (a)



(a) เมื่อความหนาแน่นของสนามแม่เหล็กไม่เท่ากัน



(b) เมื่อความเร็วในการเคลื่อนที่ของลวดตัวนำไม่เท่ากัน

รูป 2.12 แสดงผลที่ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นมีค่าแตกต่างกัน

พิจารณารูป 2.12 (b) ถ้าความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กมีค่าเท่ากัน แต่ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลวดตัวนำไม่เท่ากัน ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะต่างกันด้วย จากรูป 2.12 (b)-A ตัวนำเคลื่อนที่เร็วกว่ารูป 2.12 (b)-B ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำมากกว่า เป็นต้นสังเกตจากเข็มของโวลต์มิเตอร์ชี้