

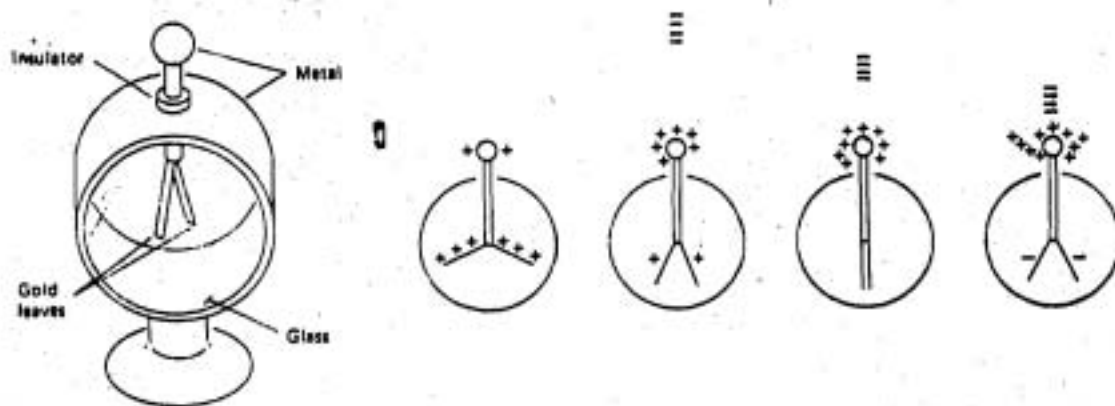
## บทที่ 10

### ไฟฟ้าและการสื่อสาร

ไฟฟ้าเป็นแขนงหนึ่งของวิชาฟิสิกส์ดั้งเดิม เราจะเห็นว่าในการศึกษาฟิสิกส์ที่ว่าด้วยพลังงานนั้น เสียง ความร้อน และแสง ส่วนมากเป็นพลังงานที่ธรรมชาติมีส่วนเชื้ออำนวยให้มาก แต่ไฟฟ้าเป็นพลังงานที่เกิดจากความอุตสาหกรรม พยายามของนักวิทยาศาสตร์ประดิษฐ์ขึ้นมา ที่พูดว่าไฟฟ้าเกิดจากความอุตสาหกรรม พยายามนั้น ก็เพราะว่า ในช่วงต้น ๆ การทดลองค้นคว้าเพื่อความเข้าใจเนื้อหาวิชานี้เป็นไปอย่างช้ามาก แม้ว่าชาวกรีกโบราณในสมัยของทาลีสจะพบว่าแท่งอำพันเมื่อถูกลงแล้วจะมีคุณสมบัติ ดึงเศษฟาง เศษไหม หรือเศษของเบา ๆ มาตั้งแต่หกหรือปีก่อนคริสตกาล แต่ก็ไม่มีการค้นคว้าทดลอง หรือศึกษาเพิ่มต่อจากนั้นอีกเป็นเวลากว่าสองพันปี จนกระทั่งปี ค.ศ. 1600 วิลเลียม กิลเบิร์ต (William Gilbert) แพทย์ประจำราชสำนัก ได้เขียนรายชื่อวัสดุอีกหลายชนิดที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับแท่งอำพันที่ถูกลง จุดนี้ถือเป็นจุดเริ่มต้นการศึกษาทดลอง ค้นคว้าอย่างจริงจัง โดยเหตุที่ภาษากรีกเรียกแท่งอำพันว่า elektron วิชาไฟฟ้าจึงได้ชื่อว่า electricity อิเล็กตรอนในความหมายปัจจุบัน คือ ชื่อที่ใช้เรียกอนุภาคชนิดหนึ่งที่มีประจุเป็นลบ และเป็นตัวที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งเราจะพูดถึงในตอนต่อ ๆ ไป หลังจาก กิลเบิร์ตได้เผยแพร่ความรู้ทางไฟฟ้าในหนังสือ ชื่อ De Magnete อีก 134 ปี ดูเฟย์ (Du Fay) ก็พบว่า การนำวัตถุมาถูจะทำให้เกิดผลเป็นแรงผลักได้เช่นเดียวกับการเกิดเป็นแรงดูด ในปี ค.ศ. 1752 เบนจามิน แฟรงคลิน (Benjamin Franklin) ได้ทดลองผูกลูกกุญแจกับสายว่าว เพื่อศึกษาประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในธรรมชาติ เขาพบว่าประจุไฟฟ้ามีอยู่สองชนิด มีประจุตรงกันข้าม คือ ถ้าเรียกอันหนึ่งว่า ประจุบวก อีกอันหนึ่งก็เรียกว่า ประจุลบ ในปัจจุบันนี้เราทราบว่าอนุภาคมูลฐาน (elementary particle) ที่มีประจุบวก คือ โปรตอน อนุภาคมูลฐานที่มีประจุลบ คือ อิเล็กตรอน ส่วนนิวตรอนเป็นอนุภาคมูลฐานที่ไม่มีประจุหรือมีประจุเป็นศูนย์ เราอาจเกิดข้อสงสัยว่า การเล่นว่าวนั้นประเทศเราก็นิยมมาตั้งแต่สมัยโบราณ แต่ทำไมเราจึงไม่พบปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าเหมือนเบนจามิน แฟรงคลิน คำตอบก็คือ ประเทศเราตั้งอยู่ในตำแหน่งที่มีความชื้นตามธรรมชาติมาก เราจึงไม่ค่อยพบว่า มีอำนาจไฟฟ้าเกิดขึ้นหรือถ้าเกิดขึ้นแล้วก็จะเสื่อมลงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะไอน้ำในอากาศจะไปฉาบหรือเคลือบบริเวณผิวของลวดสาย ทำให้วัตถุชิ้นนั้นกลายเป็นตัวนำไฟฟ้า อิเล็กตรอนหนีรอดไปได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้เราไม่ค่อยจะพบ ปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าสถิต เราไม่เคยถูกลูกปิดประตูซอร์ตในหน้าหนาวติดกับประเทศที่เขาไม่มีอากาศแห้ง คือ ความชื้นต่ำ

เขาจะพบปรากฏการณ์เช่นนี้เป็นประจำในหน้าหนาว ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น พายุหิมะ พายุฝน ในบริเวณที่มีพายุหมุนทอनाโดยของสหรัฐอเมริกา มันน่ากลัวกว่า พายุแลบ พายุหิมะ พายุฝน ที่บ้านเรามาก

การที่จะตรวจสอบว่า วัตถุก้อนใดมีประจุไฟฟ้าหรือไม่มัน เราใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่า อิเล็กโทรสโคป (electroscope) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีส่วนประกอบง่าย ๆ ดังรูป 10.1



รูป 10.1 อิเล็กโทรสโคป

ต่อจากเบนจามิน แฟรงคลิน แล้ว มีการทดลองค้นคว้าอีกมากมาย โดย นักวิทยาศาสตร์ทั้งในยุโรปและอเมริกา เช่น คูลอมบ์ (Coulomb) ฟาราเดย์ (Faraday) เฮนรี (Henry) เฮอร์สเทล (Oersted) เคอร์ชอฟ (Kirchhoff) บีโอดี-ซาวาร์ต (Biot-Savart) แอมแปร์ (Ampere) แมกซ์เวล (Maxwell) ส่วนนักประดิษฐ์ก็มีอย่างเช่น เอดิสัน เบลล์ มาร์โคนี เป็นต้น

### ตัวนำและฉนวนไฟฟ้า

การพัฒนาที่นับว่าเป็นประโยชน์ต่อมนุษยชาติอย่างมหาศาลก็คือ การพัฒนาจาก ไฟฟ้าสถิตมาเป็นไฟฟ้ากระแส กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุ คือ อิเล็กตรอน และโปรตอน หรืออาจจะอยู่ในรูปของไอออน ถ้าเป็นกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กระแสจะเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน โดยอิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมของสาร สาร บางชนิดอิเล็กตรอนหลุดจากอะตอมของมันได้ง่ายเมื่ออยู่ภายใต้อำนาจทางไฟฟ้า แต่สารบาง ชนิดอิเล็กตรอนจะหลุดจากอะตอมของมันไม่ได้เลยหรือหลุดออกไปได้น้อยมาก ด้วยเหตุผลดังนี้

จึงเห็นว่าสารต่างชนิดกันจะมีสภาพนำไฟฟ้าไม่เท่ากัน พวกที่มีสภาพนำไฟฟ้าได้ดี คือ อะตอมของมันเป็นปลั๊กอิเล็กตรอนให้หลุดไปได้ง่ายแม้จะในภาวะภายใต้อำนาจไฟฟ้าเพียงเล็กน้อย สารพวกนี้ เรียกว่า ตัวนำไฟฟ้า (conductor) ส่วนพวกที่มีสภาพนำไฟฟ้าได้ไม่ดี คือ อะตอมของมันไม่ยอมปล่อยให้อิเล็กตรอนเป็นอิสระภายใต้อำนาจไฟฟ้าปกติ เราเรียกพวกนี้ว่า พวกฉนวนไฟฟ้า (insulator) ตัวอย่างของตัวนำไฟฟ้า เช่น ทองแดง เงิน อะลูมิเนียม ตัวอย่างของฉนวนไฟฟ้า เช่น ท่อนไม้ ยาง ผ้าแห้ง เป็นต้น หรือสิ่งที่เราพบเห็น เช่น สายไฟ ส่วนที่อยู่ภายในเป็นลวดทองแดง คือ ตัวนำไฟฟ้า ส่วนที่หุ้มอยู่ภายนอกเป็นพวกยาง ซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้า

## ไฟฟ้ากระแส

ไฟฟ้ากระแสมี 2 ชนิด กระแสตรง (D.C.) คือ ไฟฟ้าที่ได้จากถ่านไฟฉายจากแบตเตอรี่ และไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C.) คือ ไฟฟ้าที่ใช้อยู่ตามบ้านเรือน ให้ความสว่าง ให้ความร้อน

เพื่อให้เห็นถึงความอุตสาหะ พยายาม ของนักวิทยาศาสตร์ ลองดูที่ผลงานของโทมัส แอลวา เอดิสัน ซึ่งเป็นผู้ที่ควรจะได้รับเกียรติในการทำให้โลกเราสว่างไสวอย่างทุกวันนี้ แทนที่จะยังให้แสงเทียน แสงตะเกียง เหมือนเมื่อก่อน เอดิสันใช้เวลาในการคิดประดิษฐ์หลอดไฟฟ้าหลังจากที่ล้มเหลวจากการทดลองมากกว่า 9,000 ครั้ง ในที่สุด เอดิสันก็พบว่า เยื่อจากต้นไม้ไผ่แถบลุ่มแม่น้ำอเมซอน ในอเมริกาใต้ สามารถนำมาทำหลอดไฟฟ้ามียุขานานที่สุด ปัจจุบันนี้เราใช้สารทังสเตนทำหลอดไฟฟ้า มหานครนิวยอร์ก ได้ถูกเลือกเป็นสถานที่ทดลองไฟฟ้าครั้งแรก โดยเอดิสันได้ว่าจ้างคนงานชุดและวางสายเคเบิล ไปตามถนนหนทางและบ้านเรือนของประชาชนเมื่อเตรียมงานเรียบร้อยแล้ว คืนวันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2425 คือประมาณร้อยปีมาแล้ว คืนวันนั้นมหานครนิวยอร์ก ก็ถูกทำให้สว่างไสวด้วยหลอดไฟฟ้าของเอดิสัน

## ผลจากกระแสไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้า (electric circuit) วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยแหล่งกำเนิดพลังงาน เช่น แบตเตอรี่ หรือถ่านไฟฉาย ในกรณีของวงจรกระแสตรง หรือ ไดนาโม หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในกรณีของกระแสสลับ นอกจากนั้นในวงจรไฟฟ้ายังประกอบไปด้วย ตัวต้านทาน (resistor) ตัวเก็บประจุ (capacitor) ขดลวดเหนี่ยวนำ (inductor) ฟิวส์ (fuse) สวิตช์ เป็นต้น

กำลังงานไฟฟ้า (electric power) กำลัง คือ งานที่ทำหนึ่งหน่วยเวลา เมื่อปล่อยให้กระแสผ่านความต้านทานในวงจรไฟฟ้า จะมีการสูญเสียหรือสิ้นเปลืองกำลังงานไฟฟ้า ซึ่งหาได้จากสมการ

$$P = VI \quad \text{หรือ} \quad P = I^2 R$$

- เมื่อ  $P$  เป็นกำลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt) ซึ่งก็คือ จูล/วินาที  
 $I$  คือกระแสที่ผ่านความต้านทาน  $R$  มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (ampere)  
 $V$  คือความต่างศักย์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (Volt)  
 $R$  ความต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม (ohm)

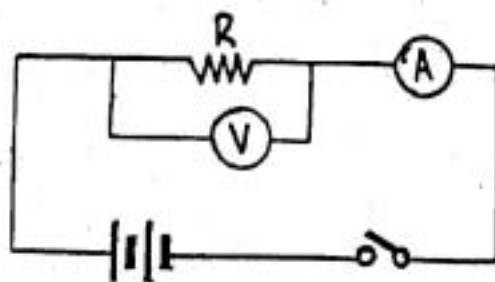
### เครื่องวัดปริมาณทางไฟฟ้า

แอมมิเตอร์ (ammeter) เป็นเครื่องมือสำหรับใช้วัดปริมาณกระแสไฟฟ้า มีทั้งที่วัดกระแสตรง และที่ใช้วัดกระแสสลับ ในหน่วยแอมแปร์ มิลลิแอมแปร์ หรือ ไมโครแอมแปร์ ในงานทั่ว ๆ ไป มักจะใช้มิลลิแอมแปร์หรือแอมแปร์ ในงานวิจัย อาจต้องการค่าละเอียดถึง  $10^{-12}$  แอมแปร์ หรือพิโคแอมแปร์ (pA)

โวลต์มิเตอร์ (voltmeter) เป็นเครื่องมือใช้วัดความต่างศักย์ระหว่างสองจุดในวงจร มีทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ มีหน่วยเป็นโวลต์ มิลลิโวลต์ ไมโครโวลต์

โอห์มมิเตอร์ (ohmmeter) ใช้วัดความต้านทาน มีหน่วยเป็นโอห์ม กิโลโอห์ม (kiloohm) และ เมกะโอห์ม (megaohm) ความต้านทานไม่มีขั้วบวกหรือลบ ดังนั้นเมื่อใช้ความต้านทานในวงจรใด ๆ จะมีความสะดวกที่จะต่อทางขั้วไหนก็ได้ ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ

รูป 10.2 แสดงการต่อแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์เพื่อวัดปริมาณกระแสและวัดปริมาณความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง



รูป 10.2 ตัวอย่างวงจรกระแสตรง

เครื่องวัดปริมาณไฟฟ้า (kilowatthour meter) เป็นเครื่องมือที่การไฟฟ้าใช้บอกปริมาณไฟฟ้าที่เราใช้เพื่อเก็บเงิน เครื่องมือแบบนี้จะบันทึกตัวเลขที่บอกปริมาณสะสมโดยอัตโนมัติเมื่อเรา

ใช้ไฟฟ้า แสงสว่าง เตารีดไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ

ตาราง 10.1 แสดงค่าประมาณกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ในบ้านบางประเภท ถ้าพิจารณาคร่าว ๆ จะเห็นว่า พวกที่ให้ความร้อนจะกินไฟมาก อย่างเช่นเตารีดไฟฟ้า ใช้ไฟฟ้าประมาณ 500-2000 วัตต์ เตาไฟฟ้า 1650 วัตต์ เครื่องบั้งขนมปัง 1150 วัตต์ ดังนั้นการที่รีดผ้าทุกเช้าเพื่อสวมมาทำงานย่อมสิ้นเปลืองกว่าการรีดไว้เสียครั้งเดียวในหนึ่งสัปดาห์

จำนวนยูนิตที่คำนวณที่การไฟฟ้าคิดเงินกับเรานั้น สามารถคำนวณได้ดังนี้ หนึ่งยูนิต หมายถึง จำนวนกิโลวัตต์-ชั่วโมง หนึ่งกิโลวัตต์เท่ากับหนึ่งพันวัตต์ เช่น ถ้าเราใช้เตาไฟฟ้า 1650 วัตต์ ในเวลา 2 ชั่วโมง หมายความว่า เราใช้ไฟฟ้าไป (1650) (2) เท่ากับ 3300 วัตต์-ชั่วโมง เท่ากับ 3.3 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งจะเท่ากับ 3.3 ยูนิต

การเลือกซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านนั้น ต้องพิจารณาปริมาณทางฟิสิกส์ที่กล่าวมาข้างต้นประกอบด้วย ไม่ใช่ซื้อเพราะว่าราคาถูก หรือเพราะว่ารูปร่างสวย

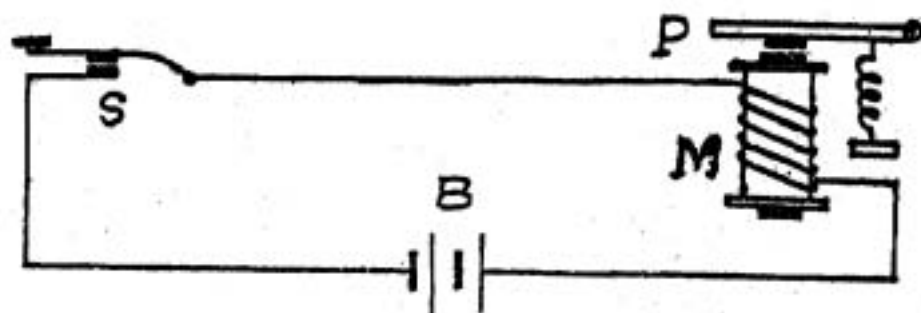
ตาราง 10.1 ค่าประมาณของกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ในบ้านบางประเภท

นาฬิกา	2	วัตต์
หม้อต้มกาแฟ	350	วัตต์
เตาไฟฟ้า (hotplate)	1650	วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์	15-20	วัตต์
หลอดไฟฟ้า	15-300	วัตต์
เตารีดไฟฟ้า	500-2000	วัตต์
เครื่องเล่นจานเสียง	25	วัตต์
วิทยุ	55-75	วัตต์
โทรทัศน์	250	วัตต์
เครื่องโกนหนวดไฟฟ้า	10	วัตต์
ตู้เย็น (ขนาดใช้ในบ้าน)	170	วัตต์
จักรเย็บผ้า	60-90	วัตต์
เครื่องบั้งขนมปังอัตโนมัติ	1150	วัตต์
เครื่องดูดฝุ่น	375-600	วัตต์
เครื่องซักผ้าไฟฟ้า	175	วัตต์

## ไฟฟ้าเพื่อการสื่อสาร

การส่งข่าวสารในสมัยก่อนมีความยากลำบากมาก อย่างสมัยโรมันและกรีกโบราณ การส่งข่าวสารในการรบต้องใช้ทหารวิ่งเป็นสัปดาห์ ห้าสิบลกิโลเมตร กว่าที่จะส่งข่าวสารได้ทหารคนนั้นอาจจะตาย จนกลายมาเป็นตำนานของการวิ่งมาราธอนในกีฬาโอลิมปิกส์ หรือสหรัฐอเมริกา สมัยบุกเบิก ต้องใช้คนขี่ม้าส่งข่าวสาร ที่เรียกว่า โพนีเอกซ์เพรส (ponyexpress) เพียงชั่ววอยปีที่เรารู้จักและเข้าใจเรื่องไฟฟ้า ทำให้การสื่อสารเป็นไปอย่างสะดวกสบาย เช่น โทรเลข โทรศัพท์ เรดาร์ วิทยุ โทรทัศน์ ซึ่งพอจะกล่าวถึงพอสังเขปได้ ดังนี้

**โทรเลข (telegraph)** โทรเลข คือ วงจรไฟฟ้าที่ใช้สายไฟฟ้า (หรือตัวนำไฟฟ้า) ที่ยาวมากนั่นเอง ในวงจรนี้ประกอบด้วยแบตเตอรี่ (B) สวิตช์ (S) และแท่งเหล็กที่พันด้วยสายไฟฟ้า (M) เพื่อให้เป็นแม่เหล็กตามจังหวะที่ต้องการดังแผนภาพรูป 10.3



รูป 10.3 โทรเลข

เมื่อผู้ส่งกดสวิตช์ให้เป็นจังหวะตามรหัสที่กำหนดกันได้ หมายถึง ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเป็นช่วง ๆ ตามจังหวะนั้นด้วย กระแสไฟฟ้าที่ไหลเป็นช่วงทำให้แท่งเหล็กในสถานีรับสัญญาณกลายเป็นแม่เหล็กตามช่วงเดียวกัน ทุกครั้งที่แม่เหล็กกลายเป็นแม่เหล็กก็จะดูดเหล็กอ่อนที่มีปากกา (P) ติดอยู่ให้เคลื่อนไหว บันทึกลงในแผ่นกระดาษตามจังหวะของรหัสที่เราใช้

พนักงานโทรเลขที่มีความชำนาญสามารถรับส่งสัญญาณได้ระหว่าง 30-40 คำต่อนาที ถ้าจะรับส่งได้มากกว่านี้อาจเป็นเพียงชั่วเวลาสั้น ๆ เท่านั้น ดังนั้นจึงได้มีผู้คิดทำเครื่องรับส่งอัตโนมัติ ซึ่งสามารถส่งได้ถึง 100 คำต่อนาที

**โทรศัพท์** โทรเลขยังไม่เป็นเครื่องสื่อสารที่ดีพอในบางกรณี เพราะไม่สามารถโต้ตอบกันด้วยคำพูดได้เหมือนโทรศัพท์

ส่วนประกอบที่สำคัญของโทรศัพท์แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้พูดคือ ไมโครโฟน (microphone) กับส่วนรับฟัง แล้วมีตัวนำไฟฟ้า (ซึ่งเรียกว่า สายโทรศัพท์) เชื่อมโยงถึงกัน ตามปกติเราต้องการแบตเตอรี่ในวงจรด้วย ไมโครโฟนเปลี่ยนพลังงานของเสียงจากเสียงพูดเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเคลื่อนที่ไปสู่ส่วนรับฟังทางสาย ส่วนรับฟังทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานเสียงเพื่อรับฟังได้ พลังงานเสียงมิได้เคลื่อนที่ไปยังที่รับฟังโดยตรงเลย

วิทยุ วิทยุเป็นเครื่องมือสื่อสารที่รวดเร็วที่สุด เพราะสัญญาณวิทยุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าแสง คือ  $3 \times 10^{10}$  เซนติเมตรต่อวินาที หรือเทียบได้เท่ากับการวิ่งรอบโลก 7 รอบ ในหนึ่งวินาที ดังนั้นคลื่นวิทยุจะกินเวลาในการเดินทางไม่ถึง 0.15 วินาที จากตำบลหนึ่งไปยังอีกตำบลหนึ่ง บนผิวโลก นอกจากนั้นยังไม่ต้องการตัวกลางใด ๆ ไม่ต้องการสายไฟฟ้าเพื่อเชื่อมต่อระหว่างสถานีส่งและสถานีรับอีกด้วย คลื่นวิทยุเคลื่อนที่ผ่านป่าเขาลำเนาไพร แม้อาคารบ้านเรือนได้โดยสะดวก ในช่วงเวลาไม่นานนักที่เราได้ศึกษาวิธีการส่งคลื่นวิทยุแบบต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเข้าใจข่าวสารได้ดีขึ้น จนถึงในปัจจุบันที่เราสามารถส่งทั้งภาพ ทั้งเสียง และข่าวสารได้โดยทางโทรทัศน์ กับทั้งสามารถอาศัยดาวเทียม อันเป็นสถานีอวกาศ ช่วยส่งต่อสัญญาณเหล่านี้ได้ชัดเจนอีกด้วย

จากเรื่องคลื่นเราได้ทราบกันมาแล้วว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการเร่งอิเล็กตรอน ดังนั้นเมื่อเราใช้พลังงานเร่งอิเล็กตรอนในหลอดตัวนำ หรือท่อโลหะตัวนำที่สร้างขึ้นไว้เป็นพิเศษ ก็ย่อมจะได้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงที่เป็นคลื่นวิทยุกระจายออกไปเมื่อจะส่งคลื่นเสียง (ไม่ว่าเสียงพูดหรือเสียงดนตรี) ออกไปด้วยก็จำเป็นต้องแปรรูปพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้าเสียก่อน แล้วไปเสริมเข้ากับคลื่นวิทยุที่มีอยู่แล้ว เมื่อถึงสถานีรับเครื่องรับก็ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า กลับเป็นเสียงตามเดิม เราก็รับฟังได้

#### ตาราง 10.2

#### ตัวอย่างขนาดและประโยชน์ในการใช้งานของคลื่นวิทยุ

ติดต่อทางไกลข้ามทวีปและวิทยุการบิน	10-30	กิโลเฮิรตซ์
วิทยุติดต่อ และวิทยุการบิน	30-300	กิโลเฮิรตซ์
วิทยุติดต่อระหว่างเรือกับสถานีบนบก		
วิทยุกระจายเสียง วิทยุการบิน	300-3000	กิโลเฮิรตซ์
วิทยุการบิน วิทยุกระจายเสียงคลื่นสั้น		

วิทยุสมัครเล่น วิทยุโทรทัศน์ข้ามทวีป	3000-30000	กิโลเฮิรตซ์
วิทยุเอฟเอ็ม โทรทัศน์ วิทยุการบิน		
วิทยุสมัครเล่น	30-300	เมกกะเฮิรตซ์
โทรทัศน์ วิทยุ โทรศัพท์	300-3000	เมกกะเฮิรตซ์
คลื่นจากการทดลองเรดาร์	3000	เมกกะเฮิรตซ์

เมื่อเราหมุนหาค้นวิทยุหรือปรับภาพบนจอโทรทัศน์ บางครั้งก็ชวนไปคิดถึงผู้สร้างสิ่งเหล่านี้ขึ้นมา กว่าจะได้สิ่งที่เป็นเครื่องบำรุงความสุขของเรา นักค้นคว้าทางไฟฟ้ารุ่นแรกต้องทำงานกันนานปี ต้องใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก นับว่าเราเป็นหนี้บุญคุณบุคคลเหล่านี้ แบบไม่มีทางทดแทนได้

ในกระบวนการนี้ผู้ที่ทำการค้นคว้าทดลองกันมานั้น ผู้ได้ค้นพบก้าวสำคัญ ๆ ที่เราทราบพอจะกล่าวถึงได้ก็น่าจะมีท่านเหล่านี้

ไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday) ให้ความหมายของเส้นแรงเพื่อใช้อธิบายสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า เนื่องจากฟาราเดย์ไม่ได้รับการฝึกฝนทางคณิตศาสตร์มากนัก จึงทำให้มีแนวความคิดในทางสร้างเป็นภาพแทน ส่วนเพื่อนรุ่นน้องของฟาราเดย์ คือ แมกซ์เวล (James Clerk Maxwell) นักฟิสิกส์-คณิตศาสตร์ชาวสก๊อตได้ลดรูปเส้นแรงของฟาราเดย์ลงมาเป็นสมการทางการคำนวณแล้วใช้อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ทุกกรณี

อีกกว่า 20 ปีต่อมา ในพ.ศ. 2431 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ เฮิรตซ์ (Heinrich Hertz) เป็นผู้ทำการทดลองในเรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งแมกซ์เวลได้เคยกล่าวไว้เป็นผลสำเร็จ ผลจากการทดลองของเฮิรตซ์ ทำให้มารีโคนี (Guglielmo Marconi) นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลี มีความสนใจที่จะนำมาใช้ในการสื่อสาร จึงได้คิดค้นและสร้างเครื่องทำสัญญาณวิทยุข้ามมหาสมุทรแอตแลนติก ได้เป็นครั้งแรก เมื่อพ.ศ. 2444 มารีโคนี มีชีวิตยืนยาวจนถึง พ.ศ. 2475 พอที่จะได้เห็นเครื่องรับ-ส่งวิทยุรุ่นแรก ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นสินค้าแล้ว

ปัจจุบันนี้ความก้าวหน้าทางวิทยาการสาขาต่าง ๆ ได้เจริญรุดหน้าไปอย่างมากนั้น ระบบการสื่อสารโทรคมนาคมนับเป็นสาขาหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาไม่น้อยไปกว่าวิทยาการด้านอื่น ๆ ทั้งนี้ เพราะการดำเนินชีวิตประจำวันของคนทั้งหลายจำเป็นต้องมีการติดต่อและร่วมมือกันไม่ว่าจะเป็นระหว่างบุคคลกับบุคคล หรือระหว่างกลุ่มบุคคล หรือระหว่างประเทศ ทั้งในเรื่องส่วนตัว ธุรกิจการค้า หรือการเมือง ปัจจุบันหน่วยงานในประเทศไทยที่รับผิดชอบการให้บริการสื่อสารคมนาคมในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศ คือ การสื่อสารแห่งประเทศไทย องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และกรมไปรษณีย์โทรเลข การติดต่อสื่อสารระยะทางไกลเป็นการ



รับส่งข่าวสารประเภทเสียง ตัวหนังสือ และภาพ โดยการใช้สื่อสัญญาณ (transmission) ในลักษณะต่าง ๆ เช่น การสื่อสารทางสาย การสื่อสารทางวิทยุคลื่นความถี่ต่าง ๆ เป็นต้น สภาพการสื่อสารเท่าที่เรามีอยู่ในขณะนี้อาจจำแนกเป็น 4 ประเภท คือ

**ประเภทแรก** เป็นการสื่อสารเพื่อรักษาความสงบเรียบร้อยและเพื่อความมั่นคงของประเทศ เช่น ระบบการสื่อสารของทางราชการทหาร ของกระทรวงกลาโหม และของกระทรวงมหาดไทย เช่น กรมตำรวจ กรมการปกครอง กอ.รมน.

**ประเภทที่สอง** เป็นการสื่อสารที่จัดขึ้นเพื่อให้บริการต่อสาธารณะ ได้แก่ ระบบการสื่อสารที่มีหน่วยงานของรัฐ 2 หน่วยให้บริการอยู่ คือ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และการสื่อสารแห่งประเทศไทย

**ประเภทที่สาม** เป็นการสื่อสารที่ให้บริการแก่หน่วยราชการ และรัฐวิสาหกิจ เป็นระบบการสื่อสาร ซึ่งหน่วยราชการและรัฐวิสาหกิจนั้นได้จัดตั้งขึ้น โดยใช้งบประมาณแผ่นดิน เพื่อให้เกิดความสะดวกและประสานงานภายในหน่วย เช่น การสื่อสารของกระทรวงมหาดไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงคมนาคม การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้านครหลวง เป็นต้น

**ประเภทที่สี่** เป็นการสื่อสารที่ให้บริการธุรกิจเฉพาะเรื่อง ได้แก่ ระบบการสื่อสาร ซึ่งบริษัท ห้างร้าน นิติบุคคล จัดตั้งขึ้นเพื่อใช้ในการติดต่อธุรกิจของตนเอง เช่น บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย ธนาคารกิจการก่อสร้าง การประมง เป็นต้น

**ระบบการสื่อสาร สามารถจำแนกได้ดังนี้**

1. ระบบสาย เช่น โทรศัพท์ เทเล็กซ์ เป็นต้น
2. ระบบวิทยุ เช่น วิทยุติดตามตัวแบบ เพเจอร์ (pager) และแพคลิงค์ (pack link)
3. ระบบไมโครเวฟ ได้แก่ ระบบที่ใช้พื้นที่ว่างเหนือพื้นโลก เป็นสื่อส่งทอดคลื่น

ไมโครเวฟโดยมีจุดเริ่มต้นส่งที่พื้นดิน เช่น การส่งสัญญาณทางโทรศัพท์จะถูกส่งจากพื้นดิน คลื่นไมโครเวฟจะเดินทางเป็นเส้นตรง จึงมีการตั้งสถานีไว้บนเขาสูงห่างกันประมาณ 30-40 กิโลเมตร เพื่อรับสัญญาณและทำการส่งทอดสัญญาณต่อไป

4. ระบบสื่อสารดาวเทียม เป็นการสื่อสารที่ใช้เทคนิคแบบไมโครเวฟ แต่ระบบสื่อสารนี้ใช้สถานีในการส่งทอดสัญญาณสูงกว่าพื้นโลก 34,000 กิโลเมตร

5. ระบบเคเบิล ระบบนี้มีหลายชนิดด้วยกัน แต่ในปัจจุบันเคเบิลไฟเบอร์ออฟติก (Optical Fiber) เป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง โดยการใช้แสงเคลื่อนที่ไปตามสายเคเบิลเล็กเท่าเส้นด้ายที่ทำจากไฟเบอร์ซิลิคอนบริสุทธิ์ ที่สามารถถ่ายทอดเสียง ภาพ และข่าวสาร รูปอื่น ๆ ได้วินาทีละหลายล้านคำ

## แบบฝึกหัด

- 10.1 ท่านมีวิธีการทดลองการเกิดไฟฟ้าสถิตได้อย่างไร
- 10.2 ทาลีส (Thales) กิลเบิร์ต (Gilbert) ดูเฟย์ (Du Fay) และเบนจามิน แฟรงคลิน (Benjamin Franklin) ค้นพบอะไรทางไฟฟ้าสถิต
- 10.3 ประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด แต่ละชนิดมีคุณสมบัติอย่างไร
- 10.4 ตัวนำไฟฟ้า (conductor) และฉนวนไฟฟ้า (insulator) มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่างสสารที่เป็นตัวนำ และฉนวนไฟฟ้ามาย่างละ 6 อย่าง
- 10.5 กระแสไฟฟ้ามีกี่ชนิด อะไรบ้าง และใครคือผู้สร้างหลอดไฟฟ้าได้สำเร็จเป็นคนแรก
- 10.6 ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้ามีอะไรบ้าง และจงเขียนวงจรไฟฟ้าง่าย ๆ มา 1 วงจร
- 10.7 แอมมิเตอร์ (Ammeter) โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) และโอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter) เป็นเครื่องมือสำหรับใช้วัดค่าอะไรทางไฟฟ้า
- 10.8 สมมติว่าเราใช้กระแสไฟฟ้า เมื่อคิดเป็นกำลังไฟฟ้าได้ 10 กิโลวัตต์ ถ้าคิดค่าไฟฟ้ายูนิต หรือหน่วยละ 5 บาท จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเท่าใด
- 10.9 วงจรทางไฟฟ้าของโทรเลข มีลักษณะและการทำงานอย่างไร
- 10.10 จงอธิบายการทำงานของโทรศัพท์และวิทยุและกล่าวถึงนักวิทยาศาสตร์ที่มีส่วนในการพัฒนา
- 10.11 ท่านเข้าใจว่าความรู้ทางไฟฟ้าช่วยในการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้อย่างไร
- 10.12 สภาพการสื่อสารในปัจจุบัน สามารถจำแนกได้กี่ประเภท และจงอธิบายแต่ละประเภท