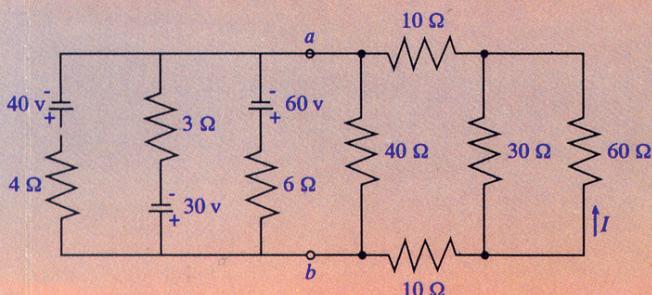
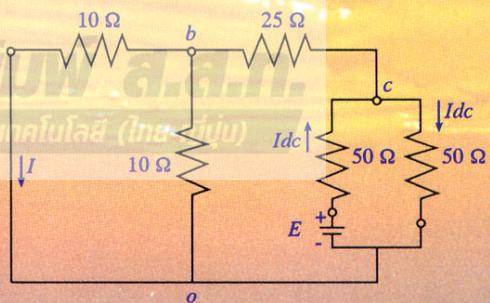
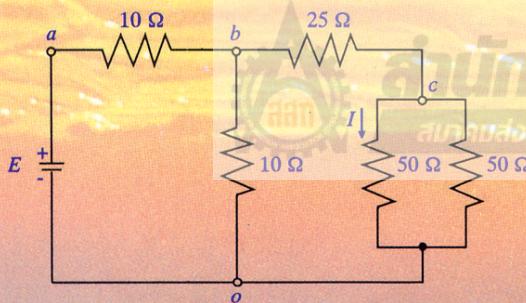
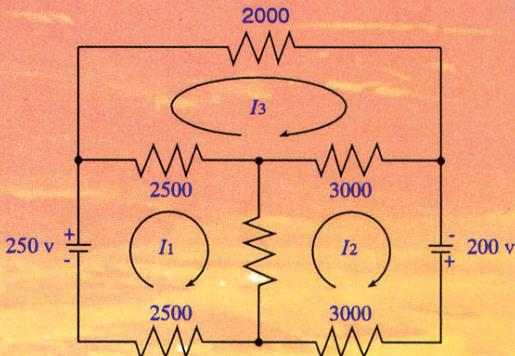


# กฤษฎีวิจัยไฟฟ้ากระแสตรง

สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

บรรจง จันกมาศ



หนังสือที่ได้รับรางวัลยอดนิยมของ



กสิกร

โครงการความร่วมมือจัดพิมพ์ตำราตามหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา  
ระหว่าง

กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

และ

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

# ກຸມເປົ້າງຈາກໄຟຟ້າ

## ກະແວດອງ

ບຣຈ ຈັນທມາສ

ສໍາຫັນນັກສຶກຂາ :

ແພນກຊ່າງໄຟຟ້າກຳລັງ

ແພນກຊ່າງອີເລິກທຣອນິກສ



ສ.ສ.ທ.

ຈັດທຳໂດຍ



ໂຄງການຄວາມຮ່ວມມືອຈັດພິມພົວພະນັກງານທີ່ດໍາລັດການສູງຂອງການມາຊື່ວິທີ

ຮະຫວ່າງ

ການມາຊື່ວິທີ ກະທຽວສຶກຂາວິກາර

ແລະ

ສາມານສ່ວນເສີມເຕົກໂນໂລຢີ (ໄທ-ຢູ່ປຸນ)

110.-

ISBN : 974-7970-08-2

## ทฤษฎีจราจรไฟฟ้ากระแสตรง

โดย บรรจง จันทมาศ

ราคา 110 บาท

พิมพ์ครั้งที่ 8	พฤษภาคม	2540	จำนวนพิมพ์	4,000	เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 9	ธันวาคม	2540	จำนวนพิมพ์	4,000	เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 10	มิถุนายน	2541	จำนวนพิมพ์	4,000	เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 11	มิถุนายน	2542	จำนวนพิมพ์	4,000	เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 12	ตุลาคม	2543	จำนวนพิมพ์	4,000	เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 13	มิถุนายน	2545	จำนวนพิมพ์	3,000	เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดย สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ห้ามลอกเลียนไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ

นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

**สำนักพิมพ์ ส.ส.น.**  
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

จัดพิมพ์โดย

**สำนักพิมพ์ ส.ส.น.**  
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

5-7 ซอยสุขุมวิท 29 ถนนสุขุมวิท แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

โทร. 0-2258-0320 (6 เลขหมายอัตโนมัติ), 0-2259-9160 (10 เลขหมายอัตโนมัติ)

<http://www.tpa.or.th>

ออกแบบและรูปเล่มโดย : ชานอออกแบบสิ่งพิมพ์ สวนตำราฯ

จัดจำหน่ายโดย

**บริษัท ดวงกมลสมัย จำกัด**

90/21-25 ถนนราชปรารภ แขวงมัจฉะสัน เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทร. 0-2245-5586, 0-2247-1030, 0-2245-5571 โทรสาร 0-2247-1033, 0-2642-4242

E-mail : DKTODAY@mozart.inet.co.th

พิมพ์ที่ : บริษัท ส.เอเชียเพรส จำกัด โทร. 0-2732-3101-5 โทรสาร : 0-2375-1654

“ถ้ามีข้อผิดพลาดเนื่องจากการพิมพ์ ให้นำมาแลกเปลี่ยนได้ที่สมาคมฯ”

โทร. 0-2259-9160-9, 0-2258-0320-5 ต่อ 1550, 1560



# คำนำของอธิบดีกรมอาชีวศึกษา

กรมอาชีวศึกษาตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของตำราเรียนสาขาวิชาชีพ ตามหลักสูตรอาชีวศึกษาเป็นอย่างยิ่ง เพราะตำราเรียนเป็นสื่อการเรียนการสอนขั้นพื้นฐานที่ใช้ร่วมกันทั้งครูและนักเรียน แต่ในปัจจุบันนี้ อาจกล่าวได้ว่าตำราเรียนภาษาไทยที่มีคุณภาพและมาตรฐานยังขาดแคลน จำเป็นต้องส่งเสริมสนับสนุนครูอาจารย์และนักวิชาการของกรมอาชีวศึกษา ให้สนใจเขียนตำราเรียนเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยเร่งด่วน กรมอาชีวศึกษาและสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) จึงร่วมมือกันจัดทำโครงการตำราทางด้านเทคนิคอุดสาหกรรมสำหรับหลักสูตรอาชีวศึกษาและช่างอุตสาหกรรมขึ้น

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อส่งเสริมการเรียนตำราด้านช่างอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรอาชีวศึกษา ที่มีคุณภาพและมาตรฐาน สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนในสถานศึกษา สำหรับช่างโรงงาน และผู้สนใจทั่วไป

กรมอาชีวศึกษามีความมั่นใจว่า ตำราที่ผลิตขึ้นภายใต้โครงการความร่วมมือนี้ เป็นตำราที่มีมาตรฐานเชื่อถือได้มีคุณภาพเหมาะสมสมที่จะใช้เป็นตำราประกอบการเรียนการสอนและการปฏิบัติงานโดยทั่วไป

ขอขอบคุณสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) เป็นอย่างยิ่งที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดีจนบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และขอขอบคุณผู้เขียน ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่ทุ่มเทกำลังกายกำลังใจ และกำลังความคิด จนทำให้ตำราชุดนี้สำเร็จขึ้นมาเป็นประโยชน์ต่อการอาชีวศึกษาและประเทศไทย

(นายจรุณ ชูลาก)

อธิบดีกรมอาชีวศึกษา

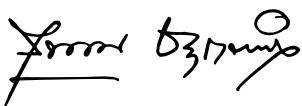
# คำนำนายกสมาคม

โครงการจัดทำตราทางด้านเทคนิคคุณภาพสำหรับหลักสูตรอาชีวศึกษาและช่างอุตสาหกรรมด้วยความร่วมมือระหว่างกรมอาชีวศึกษาและสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) เป็นโครงการที่ตั้งขึ้นเพื่อ เป็นการส่งเสริมให้มีการเขียนตราทางด้านเทคโนโลยีสาขาต่าง ๆ เป็นภาษาไทย สำหรับให้นักศึกษาระดับอาชีวศึกษา ช่างโรงงาน และผู้ที่สนใจทั่วไป ได้มีการทำประ胭กอบการเรียนและการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งเพื่อให้นักวิชาการและนักปฏิบัติการ ได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานของตนเองให้แพร่หลายออกไปในวงกว้าง ซึ่งจะยังผลให้เกิดการส่งเสริมและการเผยแพร่เทคโนโลยีออกไปสู่ระดับอาชีวศึกษา ช่างอุตสาหกรรม และผู้ที่สนใจทั่วไป

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) โดยส่วนต้ารานับสนุนเทคนิคคุณภาพสำหรับของ ก็มีนโยบายพื้นฐานในการที่จะจัดทำและจัดพิมพ์หนังสือหรือตราทางเทคนิคและงานวิจัยทางวิชาการอื่น ๆ เพื่อส่งเสริมเทคโนโลยีในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยด้วย

สมาคมฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือหรือตราที่ผลิตขึ้นภายใต้โครงการความร่วมมือนี้ จะเป็นประโยชน์และมีส่วนช่วยยกระดับมาตรฐานการศึกษาทางเทคโนโลยีของประเทศไทยให้สูงขึ้น อีกทั้งช่วยสร้างสรรค์ให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้อง อันจะเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทย

อนึ่ง สมาคมฯ คร่ำขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างยิ่งต่อผู้เขียน คณะกรรมการจัดทำ และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของ กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งจนทำให้ดำเนินการสำเร็จขึ้นมาได้ไว ณ ที่นี้ด้วย



(นายสุพงศ์ ชัยฤทธิ์)

นายกสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

# คำนำ

หนังสือตำราวิชาชีพ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาทางด้านวิชาการ ในการเรียนรู้เรื่องของไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิชาของจรไฟฟ้ากระแสตรง มีความสำคัญมาก เพราะเป็นความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับทุกวิชา เป็นวิชาความรู้ขั้นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้ศึกษาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

หนังสือตำราเล่มนี้ เป็นตำราประกอบการเรียน วิชาของจรไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเป็นหลักสูตรปวช. สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีเนื้อหาประกอบด้วย 4 บท แต่ละบทมีเนื้อหาสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง มีหลักการคำนวน การวิเคราะห์ แก้ปัญหาง่ายๆ โดยหลักและทฤษฎีในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเป็นเนื้อหารายละเอียดในหลักสูตร แต่ละบทจะมีแบบฝึกหัดและเฉลยคำตอบ เพื่อวัดความรู้และความเข้าใจ และประเมินผลการเรียน อนึ่ง ตำราเล่มนี้เขียนขึ้นและเรียบเรียงจากประสบการณ์การสอนวิชานี้เป็นเวลาหลายปีของผู้เขียนเองและได้รับความคิดเห็นจากอาจารย์ประจำต่าง ๆ ซึ่งบางตอนได้มีการปรับปรุงให้สมบูรณ์ขึ้น เน茫ะสำหรับผู้สนใจในวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จะได้ศึกษาด้วยตนเองอีกด้วย

จึงหวังว่าหนังสือเล่มนี้คงเป็นประโยชน์ต่อครู-อาจารย์ผู้สอน และนักเรียนนักศึกษา ใช้เป็นตำราประกอบการเรียนในวิชาของจรไฟฟ้ากระแสตรงได้อย่างดี เนื่องจากเป็นการจัดพิมพ์ครั้งแรกจึงอาจมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง ผู้เขียนยินดีรับคำเสนอแนะข้อบกพร่องและพร้อมที่จะนำไปปรับปรุงต่อไป



สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

มนต์ จันทมาศ.

(นายบรรจง จันทมาศ)

มกราคม 2536

# คำนำ

(ในการจัดพิมพ์ครั้งที่ 5)

ตัวเราเรียนวิชาชีพประมงอุดสาหกรรมเป็นสิ่งสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาทางด้านวิชาการวิชาชีพ ใน การที่จะเรียนรู้เรื่องของไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์นั้น วิชาทฤษฎีวิจัยไฟฟ้ากระแสตรงนับว่ามีความสำคัญมาก เพราะเป็นความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันทุกวิชา เป็นความรู้ที่นักศึกษาต้องมี จำเป็นสำหรับผู้ศึกษาสาขาวิชาซึ่งไฟฟ้ากำลัง และสาขาวิชาซึ่งอิเล็กทรอนิกส์

ตัวเราเรียนเล่มนี้จึงเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวประกอบการสอนและการปฏิบัติ เช่น วิชาวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 1, วิชาคณิตศาสตร์ไฟฟ้า สำหรับผู้ศึกษาในสาขาวิชาซึ่งไฟฟ้ากำลัง และวิชาทฤษฎีไฟฟ้ากระแสตรง สำหรับผู้ศึกษาในสาขาวิชาซึ่งอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 เนื้อหาในตัวรวม 4 บท แต่ละบทจะมีเนื้อหาสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง มีหลักการคำนวณ การวิเคราะห์และแก้ปัญหาง่ายๆ โดยหลักและทฤษฎีในรูปแบบต่างๆ กัน ซึ่งเป็นเนื้อหารายละเอียดในหลักสูตร แต่ละบทจะมีแบบฝึกหัดและเฉลยคำตอบ เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจและประเมินผลการเรียน

จึงหวังว่าตัวเราเรียนเล่มนี้คงเป็นประโยชน์ต่อครู-อาจารย์ผู้สอน และนักเรียนนักศึกษา สาขาวิชาซึ่งไฟฟ้ากำลัง และสาขาวิชาซึ่งอิเล็กทรอนิกส์ และผู้สนใจทั่วไป



สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

มนต์ ษัห์มาล.

(นายบรรจง จันทมาศ)

มิถุนายน 2538

# สารบัญ

	หน้า
<b>บทที่ 1 ความรู้เรื่องไฟฟ้าทั่วไป .....</b>	<b>1</b>
1.1 ทฤษฎีอิเล็กตรอน .....	1
1.2 วงคิลล์ .....	2
1.3 เวลนซ์อิเล็กตรอน .....	3
1.4 อิเล็กตรอนอิสระ .....	4
1.5 แรงดัน ความต่างศักย์ไฟฟ้า .....	4
1.6 วิธีการเบ่งต้นในการทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า .....	5
1.7 หน่วยของแรงเคลื่อนไฟฟ้า .....	5
1.8 กระแสไฟฟ้า .....	5
<b>บทที่ 2 ความต้านทานไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้า และฉนวนไฟฟ้า .....</b>	<b>7</b>
2.1 ความต้านทานไฟฟ้า .....	7
2.2 ตัวนำไฟฟ้า .....	8
2.3 ฉนวนไฟฟ้า .....	8
2.4 หน่วยของความต้านทาน <i>ohm เออม</i> .....	8
2.5 ความต้านทานของสารตัวนำ .....	9
2.6 ความต้านทานจำเพาะ .....	9
2.7 ผลของอุณหภูมิต่อค่าความต้านทาน .....	14
2.8 ค่าอุณหภูมิสมบูรณ์ .....	14
2.9 ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ .....	14
2.10 ความนำ .....	16
แบบฝึกหัดที่ 1 .....	17
<b>บทที่ 3 กฎและจริงไฟฟ้ากระแสตรง .....</b>	<b>19</b>
3.1 กฎของโอล์ม .....	19
3.2 กำลังไฟฟ้า .....	23
3.3 พลังงานไฟฟ้า .....	23
3.4 ประสิทธิภาพ และการสูญเสียกำลังงาน .....	25
แบบฝึกหัดที่ 2 .....	28
3.5 การต่อความต้านทาน .....	30
3.6 วิธีการแปลงค่าความต้านทานเทียบเท่า .....	38

## หน้า

แบบฝึกหัดที่ 3 .....	44
3.7 วงศ์ร้าไฟฟ้า .....	49
3.8 โหลดไฟฟ้า .....	49
3.9 วงศ์อนุกรรม .....	49
3.10 วงศ์ชนาน .....	53
3.11 วงศ์แบบผสม .....	57
แบบฝึกหัดที่ 4 .....	63
3.12 เชลล์ไฟฟ้า .....	71
3.13 การต่อเชลล์ไฟฟ้า .....	72
3.14 การต่อเชลล์ไฟฟ้าที่ไม่เหมือนกัน .....	86
3.15 การต่อเชลล์ไฟฟ้าให้ได้กระแสมากที่สุด .....	88
3.16 การต่อเชลล์ผิด .....	93
แบบฝึกหัดที่ 5 .....	97
3.17 วงศ์แบ่งแรงดันและแบ่งกระแส .....	103
แบบฝึกหัดที่ 6 .....	111

## บทที่ 4 ทฤษฎีไฟฟ้ากระแสตรง .ความรู้เพื่อการเรียนรู้ในโลกไซเบอร์ 115

4.1 กฎของเคอร์ชอฟ .....	115
4.2 ดีเทอร์มิเนนท์ .....	126
แบบฝึกหัดที่ 7 .....	131
4.3 ทฤษฎีกระแสเมฆของแมกซ์เวลล์ .....	135
แบบฝึกหัดที่ 8 .....	142
4.4 ทฤษฎีแรงดันโนด .....	144
4.5 วงศ์บริดจ์ .....	148
แบบฝึกหัดที่ 9 .....	151
4.6 ทฤษฎีการวางแผนช้อน .....	155
4.7 ทฤษฎีเชวินน .....	159
4.8 ทฤษฎีของนอร์ตัน .....	164
4.9 ทฤษฎีการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุด .....	169
แบบฝึกหัดที่ 10 .....	173

## เฉลยคำตอบแบบฝึกหัด ..... 180 |

## บรรณานุกรม ..... 186 |

# 1

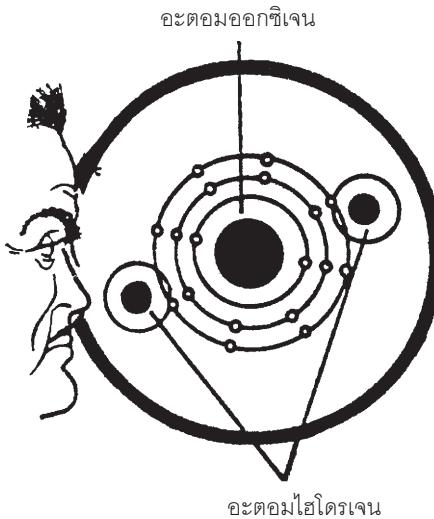
## ความรู้เรื่องไฟฟ้าทั่วไป

### 1.1 ทฤษฎีอะลีกตรอน (Electron Theory)

สารต่าง ๆ มีอยู่ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ ซึ่งสารทั้ง 3 สถานะนี้อาจจะอยู่ในรูปของธาตุ สารประกอบ และของผสม อย่างโดยย่างหนึ่ง ของแข็งของเหลวและก๊าซนี้ต่างก็ประกอบขึ้นจากส่วนที่เล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่า โมเลกุล (Molecule) และ 1 โมเลกุln เมื่อแบ่งลงมาเรื่อย ๆ จะจนกระทั่งเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดเท่าที่จะทำได้ เรียกว่า อะตอม (Atom)

สารที่ไม่มีลักษณะของมันประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกัน เรียกว่า ธาตุ (Element)

สารที่ไม่มีลักษณะของมันประกอบด้วยอะตอมต่างชนิดกัน เรียกว่า สารประกอบ (Compound) เช่น โมเลกุลของน้ำ จะประกอบด้วย ไฮโดรเจน 2 อะตอม และออกซิเจน 1 อะตอม

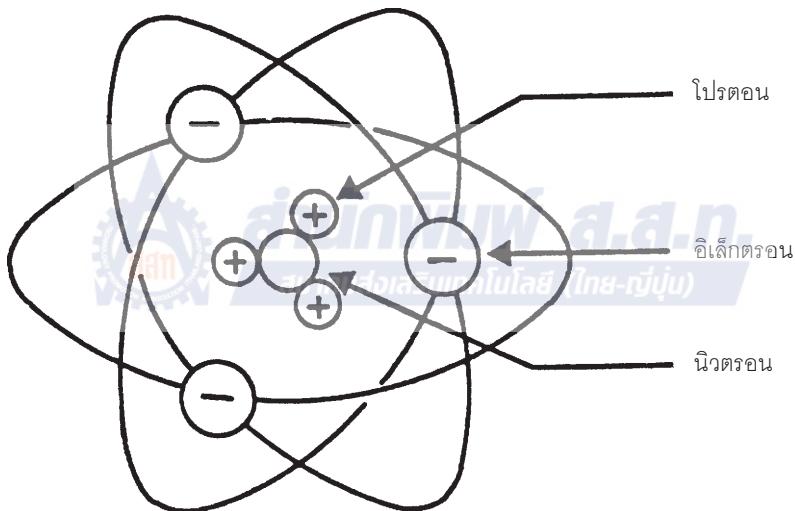


รูปที่ 1.1 โมเลกุลของน้ำ

ในอะตอมหนึ่ง ๆ แต่ละชนิด ประกอบด้วยอนุภาคมูลฐานสามัญ 3 ส่วน คือ โปรตอน (Proton) นิวตรอน (Neutron) และอิเล็กตรอน (Electron)

โปรตอน	มีอำนาจไฟฟ้า	บวก
นิวตรอน	มีอำนาจไฟฟ้า	กลาง
อิเล็กตรอน	มีอำนาจไฟฟ้า	ลบ

โปรตอนและนิวตรอนอยู่ภายในนิวเคลียส (Nucleus) อิเล็กตรอนที่มีอำนาจเป็นลบจะวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสด้วยความเร็วสูง อิเล็กตรอนเบากว่าโปรตอนประมาณ 1850 เท่า เพราะอิเล็กตรอนbeamากนี้เอง จึงถูกแรงไฟฟ้าทำให้เคลื่อนที่ไปได้ โดยสภาพปกติทั่ว ๆ ไปแล้ว อะตอมของธาตุที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่เป็นกลาง ในอะตอมหนึ่ง ๆ จะมีจำนวนโปรตอนที่เท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนเสมอ เช่น อะตอมของไฮโดรเจน ที่นิวเคลียสมีโปรตอน 1 ตัว และอิเล็กตรอนรอบ ๆ 1 ตัว อะตอมของยีเลียม ที่นิวเคลียสจะมีโปรตอน 2 ตัว นิวตรอน 2 ตัว และอิเล็กตรอนโคลจรรอบ ๆ 2 ตัว



รูปที่ 1.2 โครงสร้างทั่วไปของอะตอม

## 1.2 วงอิเล็กตรอน (Electron Shell)

ในอะตอมของสารที่มีอิเล็กตรอนโคลจรเป็นวงรอบ ๆ นิวเคลียสนั้น ๆ แต่ละวงจะมีอิเล็กตรอนแตกต่างกันออกไป อิเล็กตรอนแต่ละตัวจะมีพลังงานที่ขึ้นอยู่กับค่า  $N$  โดยกำหนดให้ระดับพลังงานต่ำสุดคือ  $n = 1$  ระดับสูงขึ้นไปคือ  $n = 2, 3, 4, \dots$  ขึ้นไปตามลำดับ ระดับพลังงานนี้จะถูกแบ่งเป็นวง (Shell) ซึ่งแทนด้วยอักษร K,L,M,N,O,P,Q จำนวนอิเล็กตรอนที่มีได้มากที่สุดในระดับพลังงานระดับใดระดับหนึ่ง มีค่าเท่ากับ  $2n^2$  เช่น ในชั้น K จะมีอิเล็กตรอนได้อย่างมากที่สุดเท่ากับ  $2(1)^2 = 2$  ตัว เป็นต้น นอกจากนี้ อิเล็กตรอนในวงนอกสุดจะต้องมีได้ไม่เกิน 8 ตัว เช่น อะตอมของทองแดงมีอิเล็กตรอน 29 ตัว แบ่งตาม

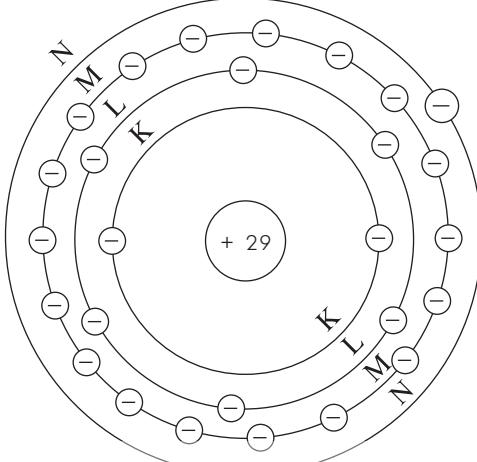
วงได้ดังนี้

$$\text{วง K} \quad \text{มีอิเล็กตรอนได้ } 2(1)^2 = 2 \text{ ตัว } (n = 1)$$

$$\text{วง L} \quad \text{มีอิเล็กตรอนได้ } 2(2)^2 = 8 \text{ ตัว } (n = 2)$$

$$\text{วง M} \quad \text{มีอิเล็กตรอนได้ } 2(3)^2 = 18 \text{ ตัว } (n = 3)$$

$$\text{วง N} \quad \text{มีอิเล็กตรอนได้ } 1 \text{ ตัว}$$



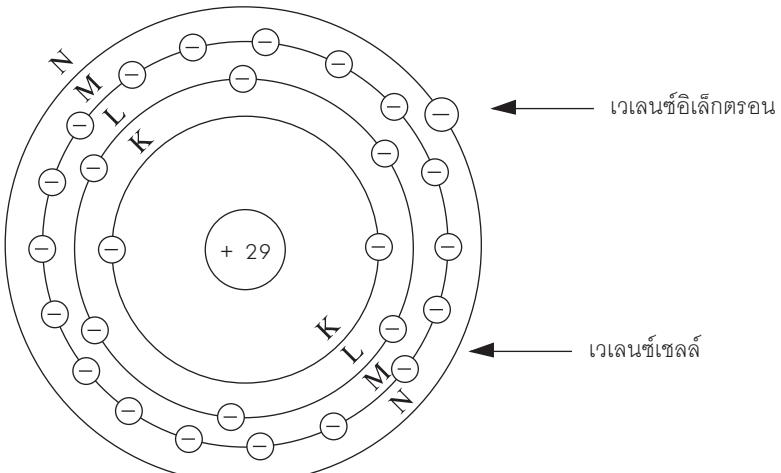
รูปที่ 1.3 โครงสร้างอะตอมของทองแดง

### 1.3 เวเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence Electron) โดย (ไทย-ญี่ปุ่น)

วงของอิเล็กตรอนที่มีบทบาทในการรวมตัวกับอะตอมของธาตุคือ คือวงที่อยู่ชั้นนอกสุด และจำนวนอิเล็กตรอนในวงชั้นนอกสุดนี้จะมีอิเล็กตรอนได้ไม่เกิน 8 ตัว

วงที่อยู่ชั้นนอกสุดเรียกว่า เวเลนซ์เชลล์ (Valence Shell)

อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงชั้นนอกสุดเรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence Electron)

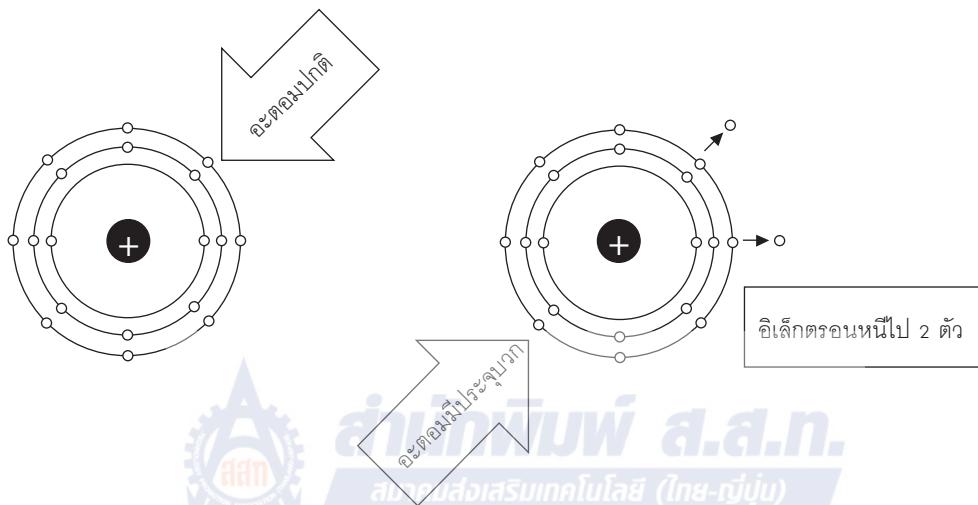


รูปที่ 1.4 เวเลนซ์อิเล็กตรอน

## 1.4 อิเล็กตรอนอิสระ (Free Electron)

เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับตัวนำไฟฟ้า หรือเมื่อให้พลังงานแก่อิเล็กตรอน เช่น ความร้อน แสง รังสี หรือพลังงานรูปอื่น ๆ จะทำให้อิเล็กตรอนที่อยู่ในนอกสุดของอะตอม หรือที่เรียกว่า Valence Electron ถูกปลดให้หลุดออกจากวงโคจร กลายเป็นอิเล็กตรอนอิสระ (Free Electron) ซึ่งอิเล็กตรอนอิสระนี้เอง ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในตัวนำ

รูปที่ 1.5 แสดงการเกิด Free Electron และ Atom จะมีประจุเป็นบวก



รูปที่ 1.5 การเกิดอิเล็กตรอนอิสระ และอะตอมจะมีประจุเป็นบวก

## 1.5 แรงดัน ความต่างศักย์ไฟฟ้า

แรงดันที่ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปในตัวนำ แล้วทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นนั่นอาจจะเรียกว่า

- 1) แรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electromotive Force)
  - 2) แรงดันไฟฟ้า (Voltage)
  - 3) ความต่างศักย์ไฟฟ้า (Difference in Potential)

เมื่อมีความต่างศักย์ไฟฟ้าเกิดขึ้นระหว่างตัวประจุไฟฟ้าทั้งสองที่มีตัวนำให้ถังกันจะทำให้อิเล็กตรอนในไบปัตานตัวนำ โดยจะไหลออกจากการตัวประจุไฟฟ้าลบไปสู่ตัวประจุไฟฟ้าบวก การไหลของอิเล็กตรอนจะมีต่อเนื่องกัน แรงที่ผลักดันให้อิเล็กตรอนไหลได้มากหรือน้อย คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากความต่างศักย์ของประจุไฟฟ้า แต่เนื่องจากศักย์ของประจุไฟฟ้าเต็ลตัววัดเป็น โวลต์ ด้วย และแรงดันไฟฟ้าก็ต้องวัดเป็นโวลต์ตามความต่างศักย์ระหว่างประจุไฟฟ้าสองตัว ซึ่งจะทำให้เกิดมิเรงดันไฟฟ้าขึ้นได้นี้ เรียกว่า อุปทาน (Voltage)

## 1.6 วิธีการเบื้องต้นในการทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Primary Methods of Producing a Voltage)

การที่จะทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้นได้นั้น สามารถทำได้ 6 วิธีด้วยกันคือ

- 1) การขัดสี (Friction) แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะเกิดขึ้นได้โดยการนำวัตถุสองชนิดมาตูบกัน
- 2) แรงกดดัน (Pressure) แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะเกิดขึ้นได้โดยการบีบตัวของผลึก (Crystal) ของสารชนิดหนึ่ง
- 3) ความร้อน (Heat) แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะเกิดขึ้นได้โดยการให้ความร้อนที่จุดต่อของโลหะที่ต่างชนิดกัน
- 4) แสงสว่าง (Light) แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะเกิดขึ้นได้เมื่อแสงสว่างกระทบกับสารที่มีความไวต่อแสง
- 5) กิริยาเคมี (Chemical Action) แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะเกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reaction) เช่น แบตเตอรี่
- 6) อำนาจแม่เหล็ก (Magnetism) แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะเกิดขึ้นในตัวนำไฟฟ้าได้เมื่อตัวนำเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก หรือสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านตัวนำ ซึ่งลักษณะเช่นนี้ ตัวนำจะตัดเส้นแรงของสนามแม่เหล็ก

## 1.7 หน่วยของแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Unit of Electromotive Force)

แรงเคลื่อนไฟฟ้าเขียนแทนด้วย E มีหน่วยเป็น โวลต์ ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิด 1 โวลต์ ระหว่างสองจุด เกิดขึ้นจากการที่ใช้ไป 1 จูล (Joule) เพื่อทำให้ปริมาณไฟฟ้าเคลื่อนที่ไประหว่างจุดทั้งสองได้ 1 คูลอมบ์ หรือแรงเคลื่อน 1 โวลต์ หมายถึงแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ทำให้กระแสไฟฟ้า 1 แอมป์ ไหลผ่านความต้านทาน 1 โอห์ม

การแปลงหน่วยของโวลต์ เป็นหน่วยที่เล็กกว่าและใหญ่กว่าโวลต์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} 1 \text{ milli-Volt (mV)} &= 10^{-3} = \frac{1}{1,000} \text{ Volts} \\ 1 \text{ kilo-Volt (kV)} &= 10^3 = 1,000 \text{ Volts} \\ 1 \text{ Mega-Volt (MV)} &= 10^6 = 1,000,000 \text{ Volts} \end{aligned}$$

## 1.8 กระแสไฟฟ้า (Electric Current)

กระแสไฟฟ้า เขียนแทนด้วย I มีหน่วยเป็น แอมป์ (Ampere) กระแส 1 แอมป์ หมายถึง ปริมาณอิเล็กตรอนจำนวน  $6.28 \times 10^{18}$  ตัว หรือ 1 คูลอมบ์ ในลูกบาศก์หนึ่งในเวลา 1 วินาทีเดียว