SKY SKYBOOK
ชื่อหนังสือ คณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์
บาร์โค้ด 9789743891922
ISBN 974-389-192-7

ศูนย์หนังสือ
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ (สจพ.)
โทร. 0-2913-2285-7 โทรสาร. 0-2913-2287

ตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

คณิตศาสตร์ อิเล็กทรอนิกส์

รหัส 2104-6208

หลักสูตรใหม่

วิชาชีพเฉพาะ:
สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

โดย...ปฐมพงศ์ คีรีพิทักษ์
ฝ่ายวิชาการ บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด

คณิตศาสตร์
อิเล็กทรอนิกส์

โดย...ฝ่ายวิชาการ บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด
ปฐมพงศ์ คีรีพิทักษ์

บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด
SKYBOOK COMPANY LIMITED
515/276-8 ถ.รังสิต-ปทุมธานี ต.ประชาธิปัตย์ 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

ISBN 978-974-389-192-2

หนังสือ คณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์

พิมพ์ครั้งที่ 9 มิถุนายน 2557

ราคา 80 บาท

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด

28, 30, 32 ซอยรังสิต-ปทุมธานี 16 ซอย 7

ต.ประชาธิปัตย์ อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130

โทรศัพท์ 0-2958-1125-7, 0-2567-5119

โทรสาร 0-2567-5105

e-mail : sales@skybook.co.th

www.skybook.co.th

© **สงวนลิขสิทธิ์โดย บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด**

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

คณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ -- พิมพ์ครั้งที่ 9 -- ปทุมธานี : สกายบุ๊กส์, 2557.
440 หน้า
1. คณิตศาสตร์
I. ชื่อเรื่อง.
510.246213
ISBN 978-974-389-192-2
S7909-30-06-14

หากท่านผู้อ่านพบว่าหนังสือสลับหน้า พิมพ์ไม่ชัดเจน หน้าขาดหายไม่ครบ
หรือความบกพร่องอื่นใด อันเนื่องมาจากกระบวนการพิมพ์และการเข้าเล่ม
กรุณาส่งหนังสือมาที่บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด เพื่อรับหนังสือเล่มใหม่

คำนำ

หนังสือ **คณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์** รหัส 2104-6208 เล่มนี้ ผู้เรียบเรียงได้เรียบเรียงให้ครอบคลุมและตรงตามเนื้อหาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2545 ซึ่งเป็นหลักสูตรใหม่ มุ่งเน้นการวิเคราะห์ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้งาน ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์นี้ นักศึกษามักจะมีปัญหาพื้นฐานเกี่ยวกับหลักทางคณิตศาสตร์ต้องค้นคว้าจากหนังสือหลายเล่มทำให้ไม่สะดวกและยากแก่การเข้าใจ

เพื่อแก้ปัญหาของผู้เรียนดังกล่าว ผู้เรียบเรียงจึงได้แปล เรียบเรียง และเขียนขึ้นจากประสบการณ์ในการสอนมาเป็นเวลานานจนเนื้อหาสมบูรณ์ ประกอบด้วยเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การประยุกต์ใช้งานกับวงจร รวม 18 บท มีแบบฝึกหัดท้ายบทให้นักศึกษาฝึกทักษะจำนวนมาก และยังสามารถใช้เป็นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ได้เป็นอย่างดี จึงเหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้เป็นตำราประกอบในการเรียนของนักศึกษาในสถานศึกษาของรัฐบาลและเอกชน ตลอดจนผู้สนใจโดยทั่วไป

คุณงามความดีทั้งหมดของหนังสือเล่มนี้ ผู้เรียบเรียงขอมอบแด่พระคุณบิดามารดาและครูอาจารย์

อนึ่ง หากผู้ใช้หนังสือพบสิ่งใดที่เป็นประโยชน์ในการเพิ่มความรู้ทางคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ ผู้เรียบเรียงรู้สึกว่าเป็นรางวัลที่มีคุณค่ามากอย่างหนึ่ง

(นายปฐมพงศ์ คีรีพิทักษ์)
ผู้เรียบเรียง

สารบัญ

บทที่ 1 พื้นฐานทางไฟฟ้า 11

1.1 โครงสร้างของอะตอม 12

1.2 กระแสไฟฟ้า 14

1.3 ศักย์ไฟฟ้า 15

1.4 ความต้านทาน 16

1.5 การวัดค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้า 17

คำถามท้ายบทที่ 1 19

บทที่ 2 หน่วยและการวัด 24

2.1 มาตรฐานเครื่องหมาย 24

2.2 ระบบ หน่วย และค่าที่ใช้เติมหน้าหน่วย 27

2.3 การเปลี่ยนหน่วย 32

2.4 หน่วยวัดทางไฟฟ้ากับการเปลี่ยนหน่วย 33

2.5 สมการและการเท่ากันของหน่วย 36

คำถามท้ายบทที่ 2 38

บทที่ 3 องค์ประกอบของพีชคณิต 44

3.1 เครื่องหมายตัวเลข 44

3.2 ปริมาณตามแบบตัวอักษร 47

3.3 รูปแบบพื้นฐาน 49
3.4 กฎของเลขชี้กำลัง 52
3.5 ผลคูณทางพีชคณิต 54
3.6 การหาร 56
คำถามท้ายบทที่ 3 58

บทที่ 4 ตัวประกอบและเศษส่วน 63

4.1 ตัวประกอบ 63
4.2 การบวกและลบเศษส่วน 64
4.3 การคูณและการหารเศษส่วน 66
4.4 เศษส่วนซ้อน 67
คำถามท้ายบทที่ 4 69

บทที่ 5 สมการพีชคณิตเบื้องต้น 73

5.1 นิยามเกี่ยวกับสมการพีชคณิตอย่างง่าย 73
5.2 สมการเศษส่วน 76
5.3 สมการตัวอักษรและสูตร 77
คำถามท้ายบทที่ 5 79

บทที่ 6 กราฟและฟังก์ชัน 83

6.1 นิยาม 83
6.2 คาร์ทีเซียน โคออร์ดิเนต 85
6.3 กราฟอย่างง่ายของฟังก์ชันพีชคณิต 86
6.4 การวิเคราะห์เส้นกราฟ 90
6.5 กฎของโอห์ม 92
6.6 กฎของกำลัง 95
6.7 แผนภาพกราฟ 98
คำถามท้ายบทที่ 6 100

บทที่ 7 วงจรไฟฟ้ากระแสตรง 108

7.1 วงจรอนุกรม 108
7.2 วงจรขนาน 112
7.3 วงจรอนุกรม - ขนาน 115
7.4 กฎของเคอร์ชอฟฟ์ 119
คำถามท้ายบทที่ 7 125

บทที่ 8 สมการเชิงเส้น 131

8.1 รูปแบบความชันส่วนตัด 131
8.2 รูปแบบจุดความชันและรูปแบบสองจุด 135
8.3 สมการเชิงเส้นที่กำหนดให้ไว้พร้อมกันสองสมการหรือมากกว่า 137
8.4 วิธีบวกจากการแก้สมการ 141
8.5 สมการสามสมการกับตัวไม่ทราบค่าสามตัว 143
8.6 การใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ 144
8.7 หลักการเขียนกราฟโดยทั่วไป 146
คำถามท้ายบทที่ 8 147

บทที่ 9 เลขชี้กำลังและกรณฑ์ 156

9.1 นิยามและกฎของเลขชี้กำลัง 156
9.2 กรณฑ์และเลขชี้กำลังเศษส่วน 160
9.3 การคูณและการหารกรณฑ์ 164
9.4 การบวกและการลบกรณฑ์ 166
9.5 เทคนิคการถอดกรณฑ์ 167
คำถามท้ายบทที่ 9 170

บทที่ 10 สมการกำลังสอง 182

10.1 นิยามและกำลังสองไม่บริบูรณ์ 182
10.2 ผลเฉลยของรูปแบบทั่วไปของสมการกำลังสองโดยการแยกตัวประกอบ 185

10.3 ผลเฉลยของสมการกำลังสองบริบูรณ์ 186
10.4 สูตรสมการกำลังสอง 187
คำถามท้ายบทที่ 10 192

บทที่ 11 เลยชี้กำลังและลอการิทึม 196

11.1 การเปรียบเทียบฟังก์ชันของกำลังและชี้กำลัง 196
11.2 กราฟของฟังก์ชันชี้กำลัง 199
11.3 ฐาน e และ 10 203
11.4 การหาค่าเชิงตัวเลขของเลขชี้กำลัง 204
11.5 เลขชี้กำลังลบ 204
11.6 การเปลี่ยนระหว่างฐาน e และฐาน 10 205
11.7 ลอกาลิทึม 206
11.8 การนำลอการิทึมไปใช้งาน 209
11.9 การเปลี่ยนฐานของลอกาลิทึม 212
10.10 สมการลอกาลิทึมและสมการชี้กำลัง 213
คำถามท้ายบทที่ 11 217

บทที่ 12 การนำลอกาลิทึมและรูปแบบชี้กำลังไปใช้งาน 228

12.1 วงจร R - L 228
12.2 วงจร R - C 234
12.3 เดซิเบล 238
12.4 สมการสายส่งสัญญาณ 244
คำถามท้ายบทที่ 12 248

บทที่ 13 ตรีโกณมิติกับมุมฉาก 262

13.1 การวัดมุม 262
13.2 การเปลี่ยนองศาเป็นเรเดียน 265
13.3 ตรีโกณมิติกับสามเหลี่ยมมุมฉาก 266

13.4 สามเหลี่ยมมุมฉากในตำแหน่งมาตรฐาน 268
13.5 ฟังก์ชันของ 0, 30, 45, 60 และ 90 องศา 270
13.6 ฟังก์ชันตรีโกณมิติผกผัน 273
13.7 ผลเฉลยของสามเหลี่ยมมุมฉาก 275
13.8 มุมที่มีค่ามากกว่า 90° 277
13.9 มุมแบบต่างๆ 281
คำถามท้ายบทที่ 13 283

บทที่ 14 การประยุกต์ใช้งานของตรีโกณมิติ 296

14.1 ค่าความต้านทานในวงจร A.C. 296
14.2 ความเหนี่ยวนำในวงจร A.C. 300
14.3 ค่าความจุไฟฟ้าในวงจร A.C. 303
14.4 กำลังไฟฟ้าในวงจร A.C. 305
คำถามท้ายบทที่ 14 309

บทที่ 15 เวกเตอร์และระนาบเชิงซ้อน 316

15.1 จำนวนเชิงซ้อนที่เหมือนกับเวกเตอร์ 316
15.2 การเปลี่ยนโพลาร์และเรคแทงคิวลาร์ 320
15.3 การบวกและลบจำนวนเชิงซ้อน 323
15.4 การคูณและการหาร 325
15.5 การเปลี่ยนค่าเป็นพิเศษ 327
15.6 อิมพีแดนซ์แบบขนาน 330
คำถามท้ายบทที่ 15 332

บทที่ 16 วงจรกระแสสลับ 352

16.1 วงจรอนุกรม R - L 353
16.2 วงจรอนุกรม R - C 362
16.3 วงจรอนุกรม R - L - C 367

16.4 วงจรขนาน R - L - C 373
16.5 วงจรเรโซแนนซ์ 381
คำถามท้ายบทที่ 16 389

บทที่ 17 ดีเทอร์มิแนนต์และเมตริกซ์ 402

17.1 ดีเทอร์มิแนนต์ 402
17.2 การกระจายหาค่าของดีเทอร์มิแนนต์ 403
17.3 เมตริกซ์ 406
17.4 ทรานส์โพสของเมตริกซ์ 407
17.5 การบวกและการลบเมตริกซ์ 408
17.6 การคูณเมตริกซ์ด้วยสเกลาร์ 409
17.7 การคูณเมตริกซ์ด้วยเมตริกซ์ 409
17.8 การประยุกต์ใช้งานดีเทอร์มิแนนต์และเมตริกซ์ 410
คำถามท้ายบทที่ 17 418

บทที่ 18 หม้อแปลงไฟฟ้า 423

18.1 หม้อแปลงไฟฟ้า 423
18.2 อัตราส่วนจำนวนรอบ 424
18.3 อัตราส่วนแรงดัน 424
18.4 กระแสทุติยภูมิ 425
18.5 กำลังในขดทุติยภูมิ 426
18.6 อัตราส่วนกระแส 426
18.7 ผลรวมกำลังทุติยภูมิเท่ากับกำลังปฐมภูมิ 427
18.8 ประสิทธิภาพของหม้อแปลง 430
คำถามท้ายบทที่ 18 431

ภาคผนวก 433

ภาคผนวก ก 433

ภาคผนวก ข 435
ภาคผนวก ค 437
ภาคผนวก ง 438

บรรณานุกรม 440

1 พื้นฐานทางไฟฟ้า

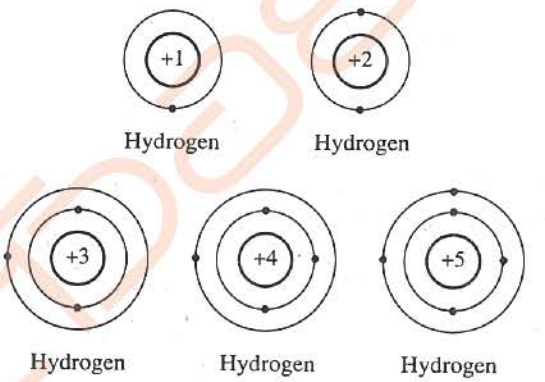
วัตถุประสงค์ของบทนี้คือต้องการให้ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดเบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้าในส่วนที่เกี่ยวข้องทางด้านคณิตศาสตร์ รวมทั้งพื้นฐานทางไฟฟ้า เพื่อใช้แก้ปัญหาเมื่อต้องการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ทั้งนี้ผู้เรียนควรศึกษาและเข้าใจในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไปนี้

1. กระแสไฟฟ้า คือการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำในทิศทางเดียวกัน
2. คูลอมบ์ (Coulomb) คือหน่วยที่ใช้วัดค่าประจุไฟฟ้า
3. วงจรไฟฟ้า คือทางผ่าน ซึ่งกระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้
4. แอมแปร์ คือหน่วยที่ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้า ซึ่งกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ คือปริมาณการเคลื่อนที่ของประจุ 1 คูลอมบ์ผ่านจุด ๆ หนึ่งภายในเวลา 1 วินาที
5. ความต้านทาน จะทำหน้าที่ต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร มีหน่วยวัดเป็นโอห์ม (Ohm)
6. ความต่างศักย์ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้หรืออิเล็กตรอนเกิดการเคลื่อนที่ มีหน่วยวัดเป็นโวลต์ (Volt)
7. แรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electromotive Force) หรือ EMF คือการกำหนดความต่างศักย์ระหว่างจุดสองจุด เมื่อใดก็ตามกระแสก็จะไหลระหว่างจุดสองจุดเช่นกัน
8. แรงดันไฟฟ้า (Voltage) คือแรงที่ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในวงจรไฟฟ้าได้ ซึ่งเป็นตัวชี้บอกค่าของความต่างศักย์หรือ EMF
9. ความต้านทานค่าต่ำ แอมมิเตอร์จะถูกต่อเข้าไปในวงจรเพื่อใช้วัดค่าของกระแส
10. ความต้านทานค่าสูง ให้โวลต์มิเตอร์ต่อคร่อมในวงจรเพื่อใช้วัดค่าของแรงดันไฟฟ้า

1.1 โครงสร้างของอะตอม

เพราะว่าสสารที่มีอยู่ในโลกนี้ ต่างก็มีส่วนเกี่ยวข้องที่สำคัญทางไฟฟ้า จากนิยามของสสารใด ๆ ที่เหมือนกันคือมีน้ำหนักและต้องการที่อยู่ มีสถานภาพ 3 สถานะคือ ของแข็ง ของเหลวและก๊าซ สสารที่มีอยู่ในโลกมีมากมายหลายชนิด อยู่ในรูปของธาตุ สารประกอบและของผสม ซึ่งธาตุในโลกที่มีอยู่จะมีมากกว่าร้อยธาตุ

อะตอมคือส่วนที่เล็กที่สุดของธาตุ ที่สามารถแตกตัวออกมาได้และยังรักษาคุณสมบัติของธาตุนั้น ๆ โครงสร้างของอะตอมจะมีลักษณะคล้ายกับวงโคจรของระบบสุริยะจักรวาลเล็ก ๆ โดยแกนกลางของอะตอมก็คือดวงอาทิตย์ในระบบสุริยะจักรวาล เรียกว่า นิวเคลียส (Nucleus) ภายในนิวเคลียสจะประกอบด้วยโปรตอน (Protons) และนิวตรอน (Neutrons) ส่วนอิเล็กตรอนจะโคจรอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสเป็นชั้น ๆ คล้ายกับดาวพระเคราะห์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ทั้งนี้โปรตอนและอิเล็กตรอนจะมีแรงดึงดูดต่อกัน โดยโปรตอนจะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก อิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ค่าของประจุไฟฟ้าคือ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์



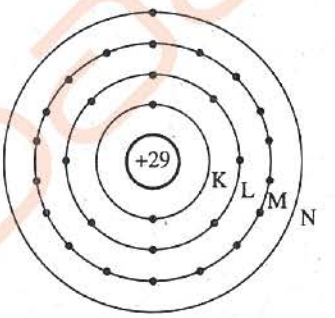
รูปที่ 1.1 *แสดงโครงสร้างอะตอมมิคของธาตุต่าง ๆ*

จากรูปที่ 1.1 วงกลมที่ส่วนกลางใช้แทนนิวเคลียสมีประจุเป็นบวก ส่วนวงกลมนอกนิวเคลียสแทนชั้น (Shells) ต่าง ๆ ของอะตอม และใช้จุดใหญ่แทนอิเล็กตรอน โดยวงโคจรชั้นในสุดเรียกว่า ชั้น K จะมีอิเล็กตรอนได้สูงสุดไม่เกิน 2 ตัว วงถัดมาเรียกว่าชั้น L มีอิเล็กตรอนสูงสุดได้ไม่เกิน 8 ตัว ต่อมาก็จะเป็นชั้น M, N, O, P ตามลำดับ

ตารางที่ 1.1 *แสดงโครงสร้างชั้นของอะตอมทองแดง*

ชั้น (Shell)	จำนวนอิเล็กตรอน
K	2
L	8
M	18
N	1

ทองแดงมีเลขอะตอม (Atomic Number) เท่ากับ 29 ประกอบด้วยโปรตอน 29 ตัว ในนิวเคลียส แต่จำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนมีค่าเท่ากัน ดังนั้นอิเล็กตรอน 29 ตัวก็จะวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสตามที่กำหนดในชั้นต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 1.2 อิเล็กตรอนในชั้นเอ็น (N) ของอะตอมทองแดง จะอยู่ไกลจากบวกในนิวเคลียสมาก ๆ แรงดึงดูดจากนิวเคลียสน้อยจึงมีความอิสระในการเคลื่อนที่ จึงเรียกอิเล็กตรอนที่อยู่ห่างไกลนิวเคลียสนี้ว่า อิเล็กตรอนวงนอกสุดของอะตอม

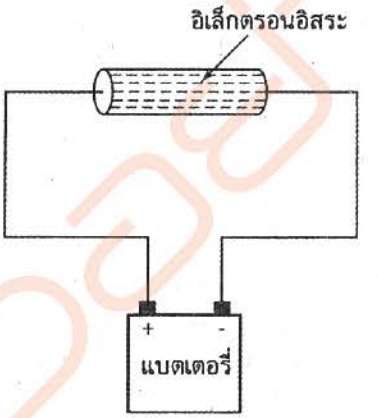


รูปที่ 1.2 *แสดงโครงสร้างอะตอมของทองแดง*

หากแรงภายนอกที่พอเหมาะมากระทำกับอิเล็กตรอนวงนอกสุดจนอิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมได้ อิเล็กตรอนนี้ก็จะกลายเป็นอิเล็กตรอนอิสระไป วัสดุใดที่ประกอบด้วยอิเล็กตรอนอิสระจำนวนมาก ๆ เรียกวัสดุนั้นว่าตัวนำ เช่น เงิน ในทางตรงกันข้ามหากวัสดุใดที่มีจำนวนอิเล็กตรอนอิสระเล็กน้อย ก็เรียกวัสดุนั้นว่าฉนวน เช่น ไมก้า มีจำนวนอิเล็กตรอนอิสระน้อยที่สุดจึงเป็นฉนวนดีที่สุด ถ้าหากคุณสมบัติอยู่กึ่งกลางระหว่างตัวนำและฉนวนเรียกว่าสารกึ่งตัวนำ และจากการทดลองพบว่าในหนึ่งลูกบาศก์นิ้วของทองแดงบรรจุอิเล็กตรอนอิสระไว้ถึง 1.4×10^{24} ตัว

1.2 กระแสไฟฟ้า

จากอะตอมของทองแดง อิเล็กตรอนวงนอกสุดซึ่งอยู่ห่างจากนิวเคลียสมาก แรงดึงดูดจากนิวเคลียสก็จะน้อยแต่มีระดับพลังงานสูงสุด เมื่อมีแรงจากภายนอกมีค่าสูงพอ อิเล็กตรอนก็จะหลุดเป็นอิสระได้ง่ายขึ้น ซึ่งอิเล็กตรอนอิสระของแต่ละอะตอมอาจจะเคลื่อนที่ไปรวมกับอิเล็กตรอนวงนอกสุดของอะตอมที่อยู่ใกล้ชิดกัน โดยปราศจากทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน แต่ถ้าหากตัวนำต่ออยู่กับแบตเตอรี่ ดังแสดงในรูปที่ 1.3 การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจะไม่ไร้จุดหมาย เนื่องจากประจุไฟฟ้าที่เหมือนกันจะผลักกัน ประจุไฟฟ้าที่แตกต่างกันจะดูดกัน อิเล็กตรอนอิสระในตัวนำจะถอยห่างออกจากขั้วลบของแบตเตอรี่ หรือถูกขั้วบวกของแบตเตอรี่ดึงดูดอิเล็กตรอนเข้าไปหา เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในตัวนำที่มีทิศทางเดียวกันจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น หน่วยของกระแสไฟฟ้าคือแอมแปร์ ใช้สัญลักษณ์ A



รูปที่ 1.3 *แสดงตัวนำขณะต่ออยู่กับแบตเตอรี่*

ทั้งนี้เมื่ออิเล็กตรอนมีประจุเท่ากับ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ จะเป็นตัวกำหนดจำนวนอิเล็กตรอน 6.242×10^{18} ต่อวินาที ก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์

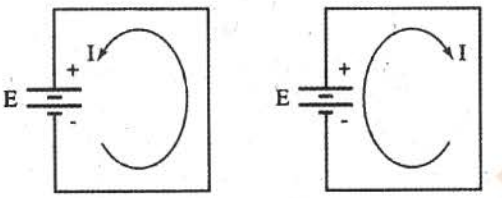
ดังนั้น 1 แอมแปร์ = $(1.602)(6.242)10^{-1}$ คูลอมบ์/วินาที

หรือ 1 แอมแปร์จะมีค่าเท่ากับประจุ 1 คูลอมบ์เคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในเวลา 1 วินาที

สูตรคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าคือ

$$I = \frac{Q \text{ (คูลอมบ์)}}{t \text{ (วินาที)}} \quad \text{แอมแปร์}$$

สิ่งที่ปรากฏเกี่ยวกับการไหลของกระแสนั้นมีอยู่สองทิศทาง กล่าวคือ หากกระแสไหลจากขั้วที่เป็นประจุบวกไปยังขั้วที่เป็นประจุลบเรียกว่า การไหลของกระแสนิยม (Conventional Current) ถ้าหากไหลในทิศทางตรงกันข้ามจากขั้วที่เป็นประจุลบไปยังขั้วที่เป็นประจุบวก เรียกว่า กระแสอิเล็กตรอน (Electron Current) ซึ่งหมายถึงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนนั่นเอง

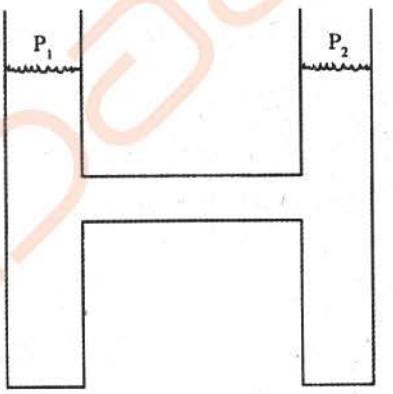


(ก) กระแสอิเล็กตรอน (ข) การไหลของกระแสนิยม

รูปที่ 1.4 *แสดงทิศทางการไหลของกระแส*

1.3 ศักย์ไฟฟ้า

การไหลของกระแสไฟฟ้าสามารถเปรียบเทียบได้เหมือนกับการไหลของน้ำดังในรูปที่ 1.5



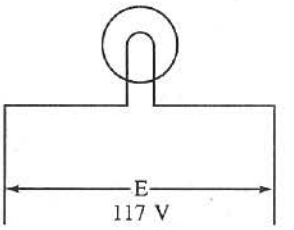
รูปที่ 1.5 *แสดงระดับน้ำในถังสองถัง*

ถ้าพิจารณาการไหลของน้ำในท่อที่ต่ออยู่ระหว่างถังน้ำสองถัง จะเห็นได้ว่าต้องมีความแตกต่างระหว่างความดัน P_1 และ P_2 หากระดับน้ำเท่ากันทั้งสองถัง การไหลของน้ำผ่านท่อจะไม่ปรากฏเหมือนกันกับกระแสไฟฟ้าในวงจร จะต้องมีความแตกต่างของความดันทางไฟฟ้า หรือเรียกว่าความต่างศักย์ ค่าที่วัดได้เป็นโวลต์ จากรูปที่ 1.6 จะต้องจ่ายความต่างศักย์ 117 โวลต์ คร่อมหลอดไฟ ส่วนการวัดค่าแรงดันของงานต่อหนึ่งหน่วยประจุ หมายถึงการวัดค่าการเคลื่อนที่ของประจุระหว่างจุดสองจุดในวงจรที่มีความต่างศักย์ต่อกัน

ดังนั้นจะได้

$$\text{ความต่างศักย์ (โวลต์)} = \frac{\text{งาน}}{\text{ประจุ}} \text{ (จูล/คูลอมบ์)}$$

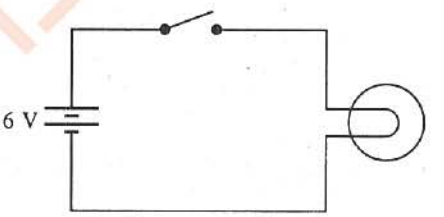
1 จูล หมายถึง งานที่กระทำเมื่อแรง 1 นิวตัน ถูกจ่ายบนระยะทาง 1 เมตร



รูปที่ 1.6 *แสดงความต่างศักย์ 117 โวลต์คร่อมหลอดไฟฟ้า*

เมื่อประจุไฟฟ้า 2 ตัวมีศักย์ไฟฟ้าที่แตกต่างกันจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electromotive Force) หรือ EMF ขึ้น ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ควรจะเป็นแบตเตอรี่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และเทอร์โมคัปเปิล เป็นต้น หน่วยที่ใช้วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าคือ โวลต์ การแบ่งแยกระหว่าง EMF และความต่างศักย์พิจารณาได้จากวงจรในรูปที่ 1.7 ขณะที่ปิดสวิตช์จะมีค่าความต่างศักย์ 6 โวลต์ตกคร่อมหลอดไฟ ตรงกันข้ามขณะที่สวิตช์เปิด ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมหลอดไฟจะมีค่าเป็นศูนย์ แต่แบตเตอรี่ยังคงรักษาค่า EMF ที่ 6 โวลต์ตกคร่อมขั้วบวกและลบอยู่เช่นเดิม

แรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์ คือความต่างศักย์ไฟฟ้าเมื่อพลังงาน 1 จูล ก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ประจุ 1 คูลอมบ์ จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง



รูปที่ 1.7 *แสดงการจ่ายแรงดัน 6 โวลต์ตกคร่อมหลอดไฟผ่านสวิตช์*

1.4 ความต้านทาน

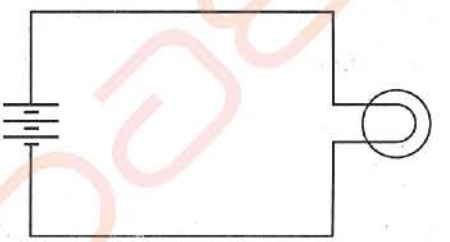
ความต้านทานอาจจะให้นิยามเหมือนกับการต่อต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า หน่วยที่ใช้วัดความต้านทานคือโอห์ม (Ohm) จากที่กล่าวในตอนต้น จะเห็นว่าวัสดุใดที่มีอิเล็กตรอนอิสระจำนวนมาก จะเป็นตัวนำที่ดี มีค่าความต้านทานต่ำ เป็นผลให้ต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า

น้อย เช่นเดียวกัน วัสดุใดที่มีอิเล็กตรอนอิสระจำนวนเล็กน้อย วัสดุนั้นจะมีค่าความต้านทานสูง เรียกว่า ฉนวน ทำหน้าที่ต้านการไหลของกระแสไฟฟ้ามาก ในทางปฏิบัติพบว่าความต้านทานของตัวนำจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวและเป็นสัดส่วนกลับกับพื้นที่หน้าตัด โดยเฉพาะโลหะต่างชนิดกันมีความนำไม่เท่ากัน ดังนั้นคุณสมบัติของความต้านทานจึงไม่เท่ากันด้วย หากสังเกตโลหะที่บริสุทธิ์มาก ๆ ความต้านทานจะเพิ่มขึ้นในสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิของโลหะนั้น

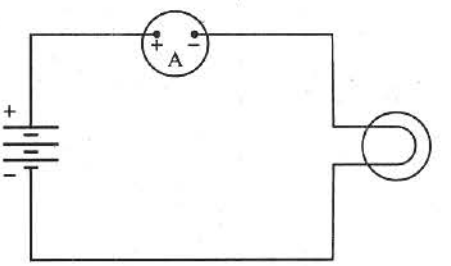
สรุป กระแสจะไหลในวัสดุใดต้องจ่ายแรงดันตกคร่อมวัสดุนั้น ส่วนกระแสจะไหลมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานของวัสดุด้วย ซึ่งความสัมพันธ์เหล่านี้จะกล่าวต่อไปในหัวข้อเรื่อง กฎของโอห์ม

1.5 การวัดค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้า

ถ้าหากต้องการวัดค่ากระแสในวงจร ดังรูปที่ 1.8 จะต้องเปิดวงจรออกแล้วนำเอาแอมมิเตอร์มาต่ออนุกรม ดังรูปที่ 1.9



รูปที่ 1.8 *แสดงวงจรไฟฟ้าทั่วไป*

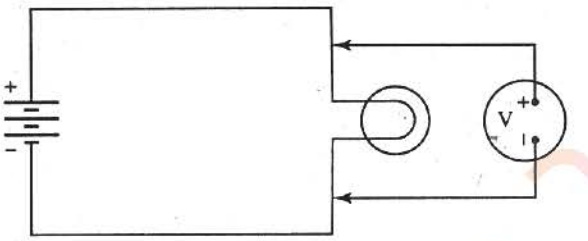


รูปที่ 1.9 *แสดงการต่อแอมมิเตอร์วัดค่ากระแสในวงจร*

แอมมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าจำนวนจริงของคูลอมบ์ต่อวินาที หรือแอมแปร์ที่ไหลในวงจร ซึ่งแอมมิเตอร์จะต้องมีค่าความต้านทานต่ำมาก ดังนั้นการวัดค่ากระแสในวงจร

จำเป็นจะต้องระวังการต่อแอมมิเตอร์ โดยเฉพาะขั้วบวกและลบต้องต่อให้ถูกต้อง มิฉะนั้นจะส่งผลเสียหายกับตัวมิเตอร์ได้

ส่วนค่าความต่างศักย์ที่ตกตร่อมหลอดไฟ วัดค่าโดยใช้โวลต์มิเตอร์ต่อคร่อมหลอดไฟ ดังแสดงในรูปที่ 1.10



รูปที่ 1.10 *แสดงการวัดค่าแรงดันตกคร่อมหลอดไฟ*

ข้อควรระวัง ในการใช้โวลต์มิเตอร์จะไม่เหมือนแอมมิเตอร์ คือไม่ได้ต่อเข้าไปในวงจร แต่ใช้วัดคร่อมจุดของแรงดัน ดังนั้นโวลต์มิเตอร์ควรจะมีค่าความต้านทานสูงมาก การต่อขั้วก็จะต้องต่อให้ถูกต้องเช่นกัน หากไม่แน่ใจก็ควรตั้งย่านวัดที่สูงกว่าค่าที่ต้องการวัด

รายชื่อหนังสือตามหลักสูตรใหม่ ปวช. 2545

วิชาสามัญ	รหัสวิชา	ราคา/เล่ม
วิทยาศาสตร์พื้นฐาน	2000-1401	65 .-
วิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม	2000-1402	65 .-
คณิตศาสตร์ประยุกต์ 1	2000-1501	65 .-

วิชาชีพพื้นฐาน	รหัสวิชา	ราคา/เล่ม
คอมพิวเตอร์เพื่องานอาชีพ	2001-0001	50 .-
การจัดการธุรกิจเบื้องต้น	2001-0002	65 .-
วัสดุช่างอุตสาหกรรม	2100-1002	60 .-
งานฝึกฝีมือ	2100-1004	60 .-

วิชาชีพเฉพาะ:	รหัสวิชา	ราคา/เล่ม
สาขาวิชาช่างยนต์		
งานเครื่องยนต์	2101-1001	80 .-
คณิตศาสตร์ช่างยนต์	2101-2113	80 .-
สาขาวิชาเครื่องกล		
การวัดละเอียด	2102-2103	75 .-
คณิตศาสตร์เครื่องกล	2102-2105	80 .-
สาขาวิชาโลหะการ		
งานเชื่อมโลหะ 1	2103-2104	80 .-
คณิตศาสตร์ช่างเชื่อม	2103-2112	80 .-
สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์		
เครื่องวัดไฟฟ้า (ภาคปฏิบัติ)	2104-2104	80 .-
ดิจิตอลเบื้องต้น (ภาคทฤษฎี)	2104-2116	100 .-
ดิจิตอลเบื้องต้น (ภาคปฏิบัติ)	2104-2116	98 .-
วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (ภาคทฤษฎี)	2104-2202	95 .-
วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (ภาคปฏิบัติ)	2104-2202	80 .-
วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (ภาคทฤษฎี)	2104-2203	120 .-
เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (ภาคทฤษฎี)	2104-2204	85 .-
เครื่องเสียง (ภาคทฤษฎี)	2104-2208	80 .-
เครื่องรับโทรทัศน์	2104-2211	80 .-
คณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์	2104-6208	80 .-
สาขาวิชาการก่อสร้าง		
เขียนแบบเบื้องต้น	2100-1301	85 .-
ฝึกฝีมืองานไม้	2100-1303	55 .-

สจพ.

ผลิตโดย ศูนย์หนังสือพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
โทร. 0-2913-2285-7 โทรสาร. 0-2913-2287

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

SKY SKYBOOK

บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด
SKYBOOK COMPANY LIMITED
โทร. 0-2868-1420-7, 0-2367-5118 โทรสาร. 0-2367-5106
E-mail: skybook1992@hotmail.com

คณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์
ISBN 974-389-192-7
9 789743 891922
ราคา 80 บาท