

ระดับ ปวช.

2100-1006 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

inspiration starts here

งานไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

เชื้อ บูบ่า

งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

โดย เชื้อ ชูขำ

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย โดย เชื้อ ชูขำ © พ.ศ. 2557

ห้ามคัดลอก ลอกเลียน ดัดแปลง ทำซ้ำ จัดพิมพ์ หรือกระทำการอื่นใด โดยวิธีการใดๆ ในรูปแบบใดๆ ไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ เพื่อเผยแพร่ในสื่อทุกประเภท หรือเพื่อวัตถุประสงค์ใดๆ นอกจากจะได้รับอนุญาต

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

เชื้อ ชูขำ.

งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. --กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2557.

368 หน้า.

1. ไฟฟ้า.

I. ชื่อเรื่อง.

621.3

Barcode (e-book) : 9786160842285

ผลิตและจัดจำหน่ายโดย



บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED

เลขที่ 1858/87-90 ถนนเทพรัตน แขวงบางนาใต้ เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260

โทรศัพท์ 0-2826-8000

หากมีคำแนะนำหรือติชม สามารถติดต่อได้ที่ comment@se-ed.com

SE-ED
inspiration starts here

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. รู้ เข้าใจ และนำไปใช้เกี่ยวกับหลักการทำงาน ระบบความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
2. มีทักษะเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัดทดสอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ การเตรียมอุปกรณ์ ประกอบ ทดสอบวงจรไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
3. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการทำงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ รับผิดชอบ และรักษาสภาพแวดล้อม

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงหลักการวัด ทดสอบ ประกอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และความปลอดภัย
2. ประกอบและตรวจสอบวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
3. ต่อวงจรและอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น
4. ต่อวงจรและตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับหลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า กฎของโอห์ม พลังงานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง การควบคุมมอเตอร์เบื้องต้น อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า และการต่อสายดิน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ RLC หม้อแปลงไฟฟ้า รีเลย์ ไมโครโพน ลำโพง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ การบัดกรี การใช้มัลติมิเตอร์ เครื่องกำเนิดสัญญาณ ออสซิลโลสโคป การประกอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

คำนำ

หนังสือ **งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (รหัสวิชา 2100-1006)** เล่มนี้ ได้รวม
ทฤษฎีและปฏิบัติไว้ในเล่มเดียวกัน เนื้อหาตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) 2556
ซึ่งเป็นวิชาชีพพื้นฐานประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า นักศึกษาและท่านผู้อ่านที่สนใจในวิชานี้จะได้รับความรู้มากพอ
เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพในโอกาสต่อไป

ผู้เขียนขอขอบคุณ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) และทีมงาน ที่กรุณาแนะนำและ
ได้จัดทำหนังสือเล่มนี้ด้วยความตั้งใจยิ่ง

สุดท้ายนี้ หากหนังสือเล่มนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนยินดีน้อมรับคำติชม เพื่อนำ
ไปแก้ไขในโอกาสต่อไป

เชื้อ ชูขำ

อดีตอาจารย์ 3 ระดับ 9

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ

สารบัญ

บทที่ 1 ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์.....	11
1.1 วงเวเลนซ์และเวเลนซ์อิเล็กตรอน	15
1.2 กระแสไฟฟ้า	17
แบบฝึกหัดท้ายบท	20
บทที่ 2 ไฟฟ้าสถิตและแรงดันไฟฟ้ากระแส.....	21
2.1 ไฟฟ้าสถิต	22
2.2 ไฟฟ้ากระแส	26
2.3 วงจรปิดและวงจรเปิด	28
2.4 กระแสเหนี่ยวนำและกระแสไอเล็กตรอน	29
แบบฝึกหัดท้ายบท	30
บทที่ 3 ตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้า.....	33
3.1 การทำปฏิกิริยาทางเคมี	34
3.2 ความร้อนทำให้เกิดไฟฟ้า	39
3.3 การกำเนิดไฟฟ้าจากแสงสว่าง	39
3.4 ไฟฟ้าเกิดจากสนามแม่เหล็กและขดลวด	41
3.5 ไฟฟ้าเกิดจากแรงกด	42
แบบฝึกหัดท้ายบท	44
บทที่ 4 สายไฟฟ้า.....	47
4.1 สายไฟฟ้า	48
4.2 การหาความต้านทานของลวดทองแดงในระบบเมตริก	52
แบบฝึกหัดท้ายบท	55

SE-ED
inspiration starts here

6 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

บทที่ 5 กฎของโอห์ม.....	57
5.1 กฎของโอห์ม	58
5.2 กำลังไฟฟ้า	61
แบบฝึกหัดท้ายบท	69
บทที่ 6 วงจรอนุกรม.....	71
6.1 วงจรอนุกรม (Series Circuit)	72
6.2 การต่อแบตเตอรี่อนุกรม	75
แบบฝึกหัดท้ายบท	76
บทที่ 7 วงจรขนาน	79
7.1 วงจรขนาน (Parallel Circuit)	80
7.2 การต่อแบตเตอรี่แบบขนานจะได้กระแสเพิ่มขึ้น	83
แบบฝึกหัดท้ายบท	85
บทที่ 8 วงจรผสม	87
8.1 การคำนวณหากระแสและแรงดันไฟฟ้าของวงจรแบบผสม	88
แบบฝึกหัดท้ายบท	94
บทที่ 9 แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า.....	97
9.1 เส้นแรงแม่เหล็ก	98
9.2 การเกิดแม่เหล็ก	98
9.3 แม่เหล็กไฟฟ้า	102
แบบฝึกหัดท้ายบท	105
บทที่ 10 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า.....	107
10.1 ลักษณะเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	108
10.2 คอมมิวเตเตอร์	111
10.3 หลักการเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง	112
10.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง	112
แบบฝึกหัดท้ายบท	114

บทที่ 11 มอเตอร์ไฟฟ้า.....	115
11.1 กฎมือซ้ายใช้สำหรับมอเตอร์	116
แบบฝึกหัดท้ายบท	121
บทที่ 12 ตัวต้านทานและค่าความต้านทาน	123
12.1 ตัวต้านทานที่ใช้โค้ดสี	126
12.2 วงจรตัวต้านทานเกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสสลับ	129
แบบฝึกหัดท้ายบท	131
บทที่ 13 ตัวเหนี่ยวนำและค่าความเหนี่ยวนำ	133
13.1 ตัวเหนี่ยวนำ	13.1
13.2 การทดลองเกี่ยวกับขดลวด	140
13.3 อินดักเตอร์กับวงจรกระแสสลับ	144
แบบฝึกหัดท้ายบท	148
บทที่ 14 หม้อแปลง	149
14.1 หลักการของหม้อแปลง	151
14.2 จำนวนรอบสัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้าได้อย่างไร	153
14.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	159
แบบฝึกหัดท้ายบท	160
บทที่ 15 คาปาซิเตอร์และคาปาซิแตนซ์	161
15.1 คาปาซิแตนซ์กับไฟฟ้ากระแสสลับ	163
15.2 การทดลองเกี่ยวกับคาปาซิเตอร์	165
15.3 ความสัมพันธ์ของคาปาซิเตอร์กับไฟฟ้ากระแสสลับ	176
15.4 รีโซแนนซ์ในวงจรอนุกรม	177
แบบฝึกหัดท้ายบท	181
บทที่ 16 แม่เหล็กไฟฟ้าและการใช้งาน.....	183
16.1 กระดิ่งไฟฟ้า	184
16.2 โซลินอยด์	185

8 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

16.3 รีเลย์และแมกเนติกคอนแทกเตอร์	186
แบบฝึกหัดท้ายบท	190

บทที่ 17 ทรานซิสเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.....191

17.1 ไดโอด	192
17.2 ทรานซิสเตอร์	198
17.3 เทอร์มิสเตอร์	203
17.4 LDR	203
17.5 SCR	204
17.6 ไตรแอก	206

บทที่ 18 วงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์.....209

18.1 วงจรรูปคลื่นแบบเต็มคลื่น (Full-bridge Rectifier)	210
18.2 วงจรรูปคลื่นแบบครึ่งคลื่น (Half-wave Rectifier)	211
18.3 วงจรขดลวดและความต้านทานเมื่อป้อนไฟ AC	212
18.4 วงจรมิพีแดนซ์ (Impedance) แบบอนุกรม	213
18.5 วงจรคอนเดนเซอร์ต่อกับหลอด 110 โวลต์ แต่ใช้ไฟ 220 โวลต์	214
18.6 วงจรคอนเดนเซอร์และไฟฟ้ากระแสสลับ	217
18.7 แนวคิดวงจรตั้งเวลา	218
18.8 วงจรเตือนความร้อน 3 จุด	219
18.9 แนวคิดวงจรเตือนเมื่อน้ำเต็ม	221
18.10 ปฏิบัติงานทดลองวงจรแทนนาฬิกาปลุก	221
18.11 วงจรทดสอบไดโอด	222
18.12 วงจรเครื่องมือไฟทดสอบ	223
18.13 วงจรใช้ไฟฟ้าแทนแบตเตอรี่ของเครื่องรับวิทยุ	223
18.14 วงจรเครื่องขยายเสียง	224
18.15 วงจรลำโพง	226
18.16 วงจรวิทยุ	227
18.17 อุปกรณ์วิทยุ	237
18.18 ปฏิบัติงานวัดไฟฟ้าของทรานซิสเตอร์ของวงจร	238
18.19 ปฏิบัติงานต่ออุปกรณ์วิทยุให้ถูกต้องตามวงจร	239

บทที่ 19 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น245

19.1 ไฟฟ้าสถิต	248
19.2 การตรวจสอบสนามแม่เหล็กกรอบๆ สายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน	249
19.3 ทำแม่เหล็กด้วยวิธีเหนี่ยวนำ	249
19.4 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการควบคุมวงจร	251
19.5 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวด	252
19.6 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการใช้ความต้านทานที่ปรับค่าได้	253
19.7 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับวงจรที่มีสายดิน	256
19.8 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการสร้างเซลล์ไฟฟ้า	260
19.9 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟเอซีและไฟดีซี	261
19.10 ปฏิบัติงานเปรียบเทียบแรงดันและกระแสของฟูลล์เวฟเรกติไฟเออร์ และฮาล์ฟเวฟเรกติไฟเออร์	264
19.11 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอินดักแตนซ์ (ความต้านทานของขดลวด) กับไฟเอซี	265
19.12 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับวงจรกรองกระแส	267
19.13 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับวงจร R และวงจร RC	269
19.14 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟทดสอบ	272
19.15 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการต่อสายไฟ	274
19.16 การทดสอบเบื้องต้น	276
19.17 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอุปกรณ์แสงสว่าง	279
19.18 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์	283
19.19 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับขั้วลงดินและขั้วไม่ลงดิน	286
19.20 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับเตารีด	287
19.21 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับหม้อหุงข้าวไฟฟ้า	291
19.22 ปฏิบัติงานตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ลดความร้อน	294
19.23 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับหัวแร้งปืน	295
19.24 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับขดลวดที่ใช้พันหม้อแปลง	296
19.25 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับหลักการของฟิโชนา	299
19.26 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับสว่านไฟฟ้า	300
19.27 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับพัดลม	302
19.28 การอ่านค่าซีและการตรวจซีว่าดีหรือเสีย	304

10 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

19.29	แผ่นวงจรพิมพ์	307
19.30	การบัดกรีและวิธีดูตะกั่ว	309
19.31	ปฏิบัติงานเกี่ยวกับทรานซิสเตอร์ชนิด NPN	310
19.32	ปฏิบัติงานเกี่ยวกับทรานซิสเตอร์ชนิด PNP	312
19.33	ปฏิบัติงานดัดแปลงเรกูเลเตอร์รถยนต์ให้เป็นออโต้ไฟฟ้า	313
19.34	ปฏิบัติงานปั้มน้ำเข้าถัง	315
19.35	ปฏิบัติงานเกี่ยวกับสวิตช์แสง	316
19.36	ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟววกไฟลบ	317
19.37	ปฏิบัติงานหาไฟววกและไฟลบของสายมิเตอร์	319
19.38	ปฏิบัติงานเกี่ยวกับหลักการของวงจรตั้งเวลา	320
19.39	ปฏิบัติงานเกี่ยวกับคอยล์อากาศ	321
19.40	ปฏิบัติงานเกี่ยวกับตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้	322
19.41	ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอินพุตทรานส์ฟอร์มเมอร์ (Input Transformer)	323
19.42	ปฏิบัติงานเกี่ยวกับแวลวเเบิลคอนเดนเซอร์ (Variable Condenser)	324
19.43	ปฏิบัติงานเกี่ยวกับลำโพง	326
19.44	ปฏิบัติงานเกี่ยวกับหม้อแปลง IFT	327
19.45	ปฏิบัติงานต่อวงจรซิกแนลอินเจ็กเตอร์	329
19.46	ปฏิบัติงานทดสอบภาคขยายของวิทยุด้วยการส่งเสียงเข้าลำโพง	330
19.47	วิธีตรวจซ่อมภาคขยายด้วยซิกแนลอินเจ็กเตอร์	331
19.48	วิธีการทดสอบภาคขยายด้วยมัลติมิเตอร์	332

บทที่ 20 ปฏิบัติงานเกี่ยวกับมอเตอร์333

20.1	หลักการพันมอเตอร์ 2 สาย แบบที่ใช้กับสวิตช์แรงเหวี่ยง	334
	แบบฝึกหัดท้ายบท	357

บรรณานุกรม367

1

กฏขงอเลกตรอน

สารสำคัญ

สสารทุกชนิดประกอบขึ้นด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุดเรียกว่า อะตอม จุดศูนย์กลางของแต่ละอะตอมเรียกว่า นิวเคลียส ภายในนิวเคลียสจะประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอนรอบๆ นิวเคลียส มีอิเล็กตรอนวิ่งวนอยู่ โปรตอนมีอำนาจไฟฟ้าบวก อิเล็กตรอนมีอำนาจไฟฟ้าลบ สำหรับนิวตรอนมีอนุภาคที่เป็นกลาง

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจวงเวเลนซ์และวงเวเลนซ์อิเล็กตรอน
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการเกิดอิเล็กตรอนอิสระ
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจกระแสไฟฟ้า
4. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจปริมาณและหน่วยของกระแส

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

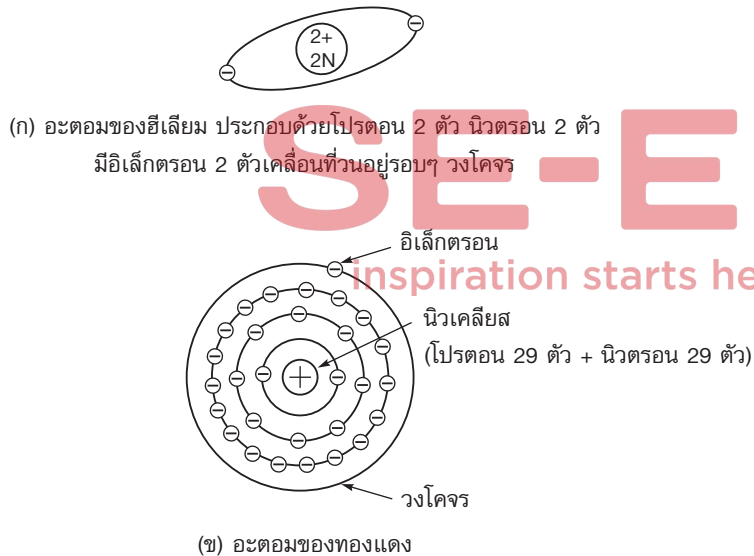
1. สามารถอธิบายหลักการของวงเวเลนซ์และวงเวเลนซ์อิเล็กตรอนได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถอธิบายการเกิดอิเล็กตรอนอิสระได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถอธิบายการเกิดกระแสไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถอธิบายปริมาณและหน่วยของกระแสได้อย่างถูกต้อง

เนื้อหาสาระ

ศึกษาหลักการของวงเวเลนซ์และวงเวเลนซ์อิเล็กตรอนและอิเล็กตรอนอิสระ และการเกิดกระแสไฟฟ้า ปริมาณ และหน่วยของกระแส

สสารทุกชนิดประกอบขึ้นด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุดเรียกว่า อะตอม จุดศูนย์กลางของแต่ละอะตอมเรียกว่า นิวเคลียส ภายในนิวเคลียสจะประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน รอบๆ นิวเคลียสมีอิเล็กตรอนวิ่งวนอยู่ โปรตอนมีอำนาจไฟฟ้าบวก อิเล็กตรอนมีอำนาจไฟฟ้าลบ สำหรับนิวตรอนมีอนุภาคที่เป็นกลาง จึงไม่มีความสำคัญที่จะกล่าวถึงต่อไป

นิวเคลียสครอบครองเนื้อที่ในอะตอมเพียงส่วนน้อย เนื้อที่ที่เหลือมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่หมุนรอบตัวเองและโคจรไปรอบนิวเคลียส ตามธรรมชาติแล้วจะเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางซึ่งอิเล็กตรอนน่าจะหลุดออกจากวงโคจร แต่ที่ไม่หลุดออกไปเป็นเพราะมีโปรตอนดึงดูดไว้ แต่เมื่อใดที่มีพลังงานภายนอกที่มากกว่ามากระทำก็จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากวงโคจรได้



รูปที่ 1.1 โครงสร้างอะตอมของซิลิคัมและทองแดง

ในตารางธาตุจะเป็นตัวบอกจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนในแต่ละอะตอมของธาตุนั้นๆ เช่น ธาตุที่ 2 คือ ซิลิคัม จะมีโปรตอน 2 ตัวและอิเล็กตรอน 2 ตัว ธาตุที่ 29 คือทองแดง จะมีโปรตอน 29 ตัวและอิเล็กตรอน 29 ตัว เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตารางธาตุและชั้นว่างของวงจรโคจรของอะตอม

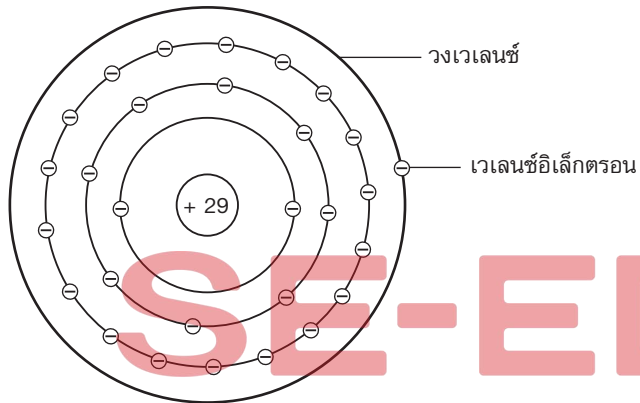
เลข อะตอม	ธาตุ	จำนวนอิเล็กตรอนต่อชั้น					เลข อะตอม	ธาตุ	จำนวนอิเล็กตรอนต่อชั้น						
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	6	7
1	Hydrogen, H	1	0	0	0	0	31	Gallium, Ga	2	8	18	3			
2	Helium, He	2					32	Germanium, Ge	2	8	18	4			
3	Lithium, Li	2	1				33	Arsenic, As	2	8	18	5			
4	Beryllium, Be	2	2				34	Selenium, Se	2	8	18	6			
5	Boron, B	2	3				35	Bromine, Br	2	8	18	7			
6	Carbon, C	2	4				36	Krypton, Kr	2	8	18	8			
7	Nitrogen, N	2	5				37	Rubidium, Rb	2	8	18	8	1		
8	Oxygen, O	2	6				38	Strontium, Sr	2	8	18	8	2		
9	Fluorine, F	2	7				39	Yttrium, Y	2	8	18	8	2		
10	Neon, Ne	2	8				40	Zirconium, Zr	2	8	18	10	2		
11	Sodium, Na	2	8	1			41	Niobium, Nb	2	8	18	12	1		
12	Magnesium, Mg	2	8	2			42	Molybdenum, Mo	2	8	18	13	1		
13	Aluminium, Al	2	8	3			43	Technetium, Tc	2	8	18	14	1		
14	Silicon, Si	2	8	4			44	Ruthenium, Ru	2	8	18	15	1		
15	Phosphorus, P	2	8	5			45	Rhodium, Rh	2	8	18	16	1		
16	Sulphur, S	2	8	6			46	Palladium, Pd	2	8	18	18	0		
17	Chlorine, Cl	2	8	7			47	Silver, Ag	2	8	18	18	1		
18	Argon, Ar	2	8	8			48	Cadmium, Cd	2	8	18	18	2		
19	Potassium, K	2	8	8	1		49	Indium, In	2	8	18	18	3		
20	Calcium, Ca	2	8	8	2		50	Tin, Sn	2	8	18	18	4		
21	Scandium, Sc	2	8	9	2		51	Antimony, Sb	2	8	18	18	5		
22	Titanium, Ti	2	8	10	2		52	Tellurium, Te	2	8	18	18	6		
23	Vanadium, V	2	8	11	2		53	Iodine, I	2	8	18	18	7		
24	Chromium, Cr	2	8	13	1		54	Xenon, Xe	2	8	18	18	8		
25	Manganese, Mn	2	8	13	2		55	Cesium, Cs	2	8	18	18	8	1	
26	Iron, Fe	2	8	14	2		56	Barium, Ba	2	8	18	18	8	2	
27	Cobalt, Co	2	8	15	2		57	Lanthanum, La	2	8	18	18	9	2	
28	Nickel, Ni	2	8	16	2		58	Cerium, Ce	2	8	18	19	9	2	
29	Copper, Cu	2	8	18	1		59	Praseodymium, Pr	2	8	18	20	9	2	
30	Zinc, Zn	2	8	18	2		60	Neodymium, Nd	2	8	18	21	9	2	

ตารางที่ 1.1 (ต่อ) ตารางธาตุและชั้นวางของวงจรโคจรของอะตอม

เลข อะตอม	ธาตุ	จำนวนอิเล็กตรอนต่อชั้น						เลข อะตอม	ธาตุ	จำนวนอิเล็กตรอนต่อชั้น						
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6	7
61	Promethium, Pm	2	8	18	22	9	2	84	Polonium, Po	2	8	18	32	18	6	
62	Samarium, Sm	2	8	18	23	9	2	85	Astatine, At	2	8	18	32	18	7	
63	Europoum,Eu	2	8	18	24	9	2	86	Rodon, Rn	2	8	18	32	18	8	
64	Gadolinium, Gd	2	8	18	25	9	2	87	Francium, Fr	2	8	18	32	18	8	1
65	Terbium, Tb	2	8	18	26	9	2	88	Radium, Ra	2	8	18	32	18	8	2
66	Dysprosium, Dy	2	8	18	27	9	2	89	Actinium, Ac	2	8	18	32	18	9	2
67	Holmium, Ho	2	8	18	28	9	2	90	Thorium, Th	2	8	18	32	19	9	2
68	Erbium, Er	2	8	18	29	9	2	91	Protactinium, Pa	2	8	18	32	20	9	2
69	Thulium, Tm	2	8	18	30	9	2	92	Uranium, U	2	8	18	32	21	9	2
70	Ytterbium, Yb	2	8	18	31	9	2	93	Neptunium, Np	2	8	18	32	22	9	2
71	Lutetium, Lu	2	8	18	32	9	2	94	Plutonium, Pu	2	8	18	32	23	9	2
72	Hafnium, Hf	2	8	18	32	10	2	95	Americium, Am	2	8	18	32	24	9	2
73	Tantalum, Ta	2	8	18	32	11	2	96	Curium, Cm	2	8	18	32	25	9	2
74	Tungsten, W	2	8	18	32	12	2	97	Berkelium, Bk	2	8	18	32	26	9	2
75	Rhenium, Re	2	8	18	32	13	2	98	Californium, Cf	2	8	18	32	27	9	2
76	Osmium, Os	2	8	18	32	14	2	99	einsteinium, E	2	8	18	32	28	9	2
77	Iridium, Ir	2	8	18	32	15	2	100	Fermium, Fm	2	8	18	32	29	9	2
78	Platinum, Pt	2	8	18	32	16	2	101	Mendelevuim, Mv	2	8	18	32	30	9	2
79	Gold, Au	2	8	18	32	18	1	102	Nobelium, Nc	2	8	18	32	31	9	2
80	Mercury, Hg	2	8	18	32	18	2	103	Lawrencium, Lw	2	8	18	32	32	9	2
81	Thallium, Ti	2	8	18	32	18	3									
82	Lead, Pb	2	8	18	32	18	4									
83	Bismuth, Bi	2	8	18	32	18	5									

1.1 วงเวเลนซ์และเวเลนซ์อิเล็กตรอน

ถ้าพิจารณาจากการบรรจุจำนวนอิเล็กตรอนของธาตุต่างๆ จะพบว่าชั้นนอกสุดไม่ว่าธาตุใดๆ จะมีอิเล็กตรอนได้ไม่เกิน 8 ตัว วงที่อยู่นอกสุดนี้เรียกว่า วงเวเลนซ์ และอิเล็กตรอนที่อยู่ในชั้นนี้เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน ดังแสดงในรูปที่ 1.2 ซึ่งแสดงเวเลนซ์อิเล็กตรอนในอะตอมของทองแดง



รูปที่ 1.2 แสดงวงเวเลนซ์และเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมทองแดง

โลหะมีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี กล่าวคือ เมื่อให้พลังงานกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนเพียงเล็กน้อย ก็สามารถทำให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนหลุดออกจากวงโคจรได้ เป็นผลทำให้โลหะสามารถนำไฟฟ้าได้ ในกรณีที่เวเลนซ์อิเล็กตรอนได้รับพลังงานเป็นจำนวนมากแล้วยังไม่สามารถหลุดออกจากวงโคจรได้ คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสารชนิดนั้นจะแสดงออกในรูปของฉนวนคือ ไม่นำไฟฟ้า สำหรับสารกึ่งตัวนำนั้นโดยความหมายในตัวมันก็คือ จะนำไฟฟ้าได้ในบางโอกาส และอาจจะเป็นฉนวนได้ในบางโอกาส

ฉนวน ธาตุใดที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 5 ถึง 8 ตัว จะเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี เพราะพลังงานภายนอกยากที่จะดึงให้อิเล็กตรอนวงนอกหลุดออกไปได้ ถ้าจะให้อิเล็กตรอนหลุดออกไปจริงๆ ก็ต้องเฉลี่ยพลังงานให้อิเล็กตรอนเท่ากัน จึงจะดึงให้หลุดออกไปได้ ดังนั้นจึงต้องใช้แรงดันไฟฟ้ามากๆ จึงจะทำให้ไฟฟ้าไหลผ่านได้ วัตถุนั้นก็จะถูกเรียกว่าฉนวน

1.1.1 อิเล็กตรอนอิสระ

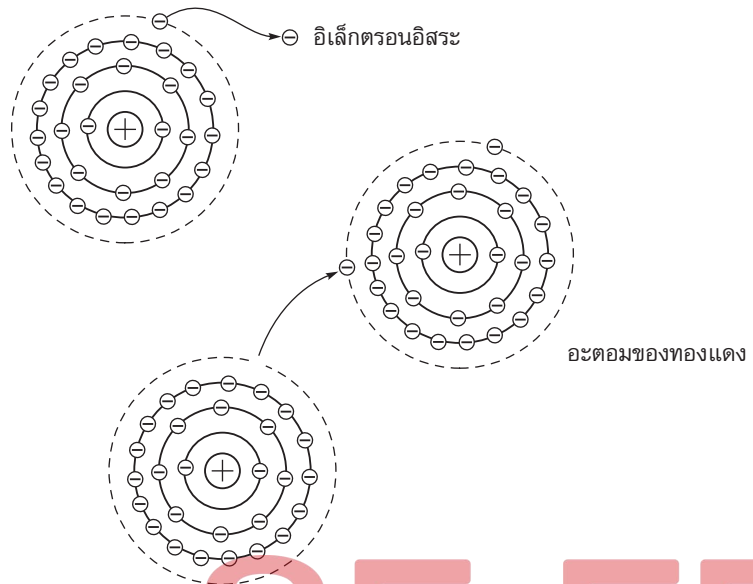
อิเล็กตรอนส่วนที่วิ่งอยู่ในวงโคจรรอบนอกสุดเรียกได้ว่า เป็นส่วนประกอบของจำนวนอิเล็กตรอนที่มีอยู่ในอะตอมนั้นๆ แต่อิเล็กตรอนรอบนอกเหล่านี้จะถูกดูดโดยแรงจากนิวเคลียสแค่เพียงเล็กน้อย มันจึงพยายามที่จะหนีออกจากวงโคจรอยู่ตลอดเวลา โดยผลักดันตัวมันเองไปยังอะตอมอีกตัวหนึ่งที่อยู่ข้างเคียง เช่น ในทองแดง เงิน หรือโลหะอื่นๆ จะมีอิเล็กตรอนซึ่งสามารถเคลื่อนที่ออกจากอะตอมได้อย่างอิสระ เราจึงเรียกอิเล็กตรอนเหล่านี้ว่า **อิเล็กตรอนอิสระ**

ไฟฟ้ามีคุณสมบัติหลายประการ เช่น ประกายไฟฟ้าซึ่งเกิดจากไฟฟ้า ปฏิกริยาทางความร้อน ปฏิกริยาทางเคมี หรือปฏิกริยาทางแม่เหล็ก ซึ่งเกิดขึ้นจากการไหลของกระแสไฟฟ้า สาเหตุเหล่านี้เกิดขึ้นโดยอิเล็กตรอนอิสระทั้งสิ้น

เมื่ออิเล็กตรอนหลุดออกไปจากวงโคจรก็จะมีที่ว่างเกิดขึ้น เราเรียกที่ว่างที่เกิดขึ้นนี้ว่า โฮล (Hole) ซึ่งแปลว่าหลุมหรือบ่อ บางคนเปรียบเทียบโฮลเหมือนรอยเท้า และอิเล็กตรอนคือเท้า ขณะที่เท้าวิ่งไปข้างหน้า รอยเท้าก็วิ่งไปข้างหลัง คล้ายกับเรานั่งบนรถไฟ

ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนวิ่งก็ดูเหมือนว่าโฮลเคลื่อนที่ด้วยเหมือนกัน ทั้งๆ ที่โฮลนั้นอยู่กับที่ การที่อิเล็กตรอนวิ่งเราจึงกำหนดว่า เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากซ้ายไปขวา และการที่กระแสไฟไหลจากซ้ายไปขวา ก็สมมติว่าโฮลเป็นตัวเคลื่อนที่ด้วยเหมือนกัน

โฮล 1 ตัวที่เกิดจากอิเล็กตรอนอิสระหลุดจากวงโคจร 1 ตัว มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1.3



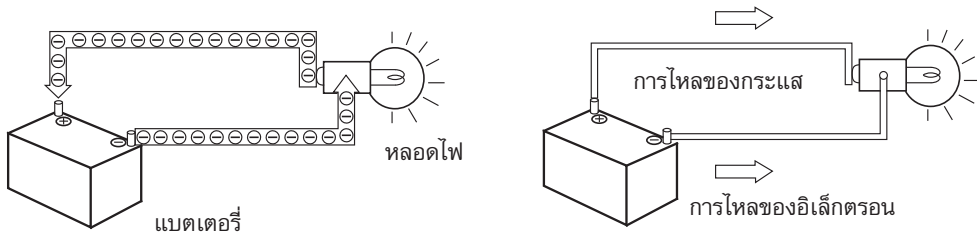
รูปที่ 1.3 อิเล็กตรอนอิสระจากอะตอมหนึ่งเคลื่อนที่ไปยังอีกอะตอมหนึ่ง
ทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า

inspiration starts here

1.2 กระแสไฟฟ้า

1.2.1 กระแสไฟฟ้าคืออะไร

เมื่อต่อแบตเตอรี่และหลอดไฟเข้าด้วยกันโดยใช้ลวดทองแดง ดังแสดงในรูปที่ 1.4 หลอดไฟจะส่องแสงออกมา สาเหตุนี้เป็นเพราะเมื่อทำการต่อวงจร อิเล็กตรอนอิสระ (ประจุไฟฟ้าลบ) ภายในลวดทองแดงถูกดึงดูดให้เคลื่อนตัวไปทางด้านขั้วบวกของแบตเตอรี่ เมื่ออิเล็กตรอนอิสระถูกจ่ายออกจากขั้วลบของแบตเตอรี่แล้วตัวเล่านั้นจะทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอนติดต่อกันภายในเส้นลวดทองแดง การไหลของอิเล็กตรอนนี้เรียกว่า *กระแสไฟฟ้า* หรือเรียกง่ายๆ ว่า *กระแส*



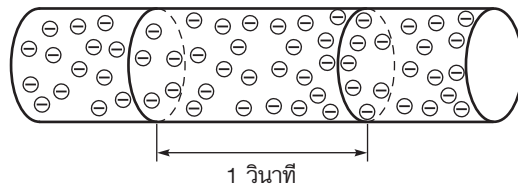
รูปที่ 1.4 การไหลของอิเล็กตรอนในลวดทองแดง

1.2.2 ปริมาณและหน่วยของกระแส

ปริมาณการไหลผ่านของกระแสภายในตัวนำนั้น เท่ากับจำนวนของอิเล็กตรอนอิสระไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวนำต่อวินาที

ขนาดหรือปริมาณของกระแสนี้วัดในรูปของแอมแปร์ มีสัญลักษณ์คือ A ในขณะที่การแสดงถึงตัวกระแสเองใช้สัญลักษณ์ I

1 แอมแปร์มีค่าเท่ากับอิเล็กตรอนอิสระจำนวน 6.25×10^{18} ตัว เคลื่อนที่ผ่านตัวนำต่อวินาที ดังแสดงในรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 กระแส 1 แอมแปร์คือการไหลของอิเล็กตรอนอิสระจำนวน 6.25×10^{18} ตัวต่อวินาที

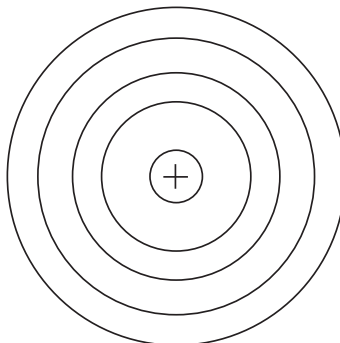
หมายเหตุ :

1. 10^{18} เป็นวิธีการง่าย ๆ ที่เขียนแทน 1 ตามด้วยศูนย์อีก 18 ตัว หรือ 1,000,000,000,000,000,000 ซึ่งคล้ายกับ 6.25×10^{18} เท่ากับ 6,250,000,000,000,000,000
2. อิเล็กตรอน 6.25×10^{18} ตัว ถูกเรียกว่า 1 คูลอมบ์ของประจุไฟฟ้า ดังนั้น 1 แอมแปร์ จึงหมายถึง 1 คูลอมบ์ต่อวินาที
3. ชาติใดมีจำนวนอิเล็กตรอนมาก และชั้นนอกสุดมีจำนวนอิเล็กตรอน 1 ถึง 2 ตัว ส่วนมากจะเป็นตัวนำไฟฟ้า

SE-ED
inspiration starts here



1. ส่วนที่เล็กที่สุดของธาตุคือ
2. ทองแดงมีจำนวนอิเล็กตรอน.....ตัว
3. แกนกลางของอะตอมประกอบด้วย
4. เจอร์เมเนียมมีอิเล็กตรอน.....ตัว
5. เงินมีอิเล็กตรอน.....ตัว
6. ระหว่างเงินและทองแดง เวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุใดจะอยู่ไกลนิวเคลียสมากกว่ากัน
7. พลังงานที่ใช้ในการดึงอิเล็กตรอนวงนอกสุดของเงินจะมากกว่าหรือน้อยกว่าทองแดง
8. ในรูป จงเขียนอะตอมของทองแดงแสดงชั้นต่างๆ ของอิเล็กตรอน พร้อมกับบรรจุอิเล็กตรอน 29 ตัวให้ครบ



อะตอมของทองแดง

2

ไฟฟ้าสถิตและ แรงดันไฟฟ้ากระแส

สาระสำคัญ

เมื่อไฟฟ้าอยู่กับที่ (ไม่มีการเคลื่อนไหล) เรียกว่า ไฟฟ้าสถิต (Static Electricity) และจากทฤษฎีอิเล็กตรอนเราจะพบว่า การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระจะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า ตัวที่ทำให้อิเล็กตรอนไหลอย่างต่อเนื่องก็คือ ตัวดันอิเล็กตรอนหรือตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้า

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการเกิดไฟฟ้าสถิต
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการเกิดฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจไฟฟ้ากระแสและแรงดันไฟฟ้า
4. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจวงจรปิดและวงจรเปิด
5. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจกระแสเหนี่ยวนำและกระแสไอเล็กตรอน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบายหลักการเกิดไฟฟ้าสถิตได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถอธิบายหลักการเกิดฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่าได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถอธิบายหลักการไฟฟ้ากระแสและแรงดันไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถอธิบายวงจรปิดและวงจรเปิดได้อย่างถูกต้อง
5. สามารถอธิบายกระแสเหนี่ยวนำและกระแสไอเล็กตรอนได้อย่างถูกต้อง

เนื้อหาสาระ

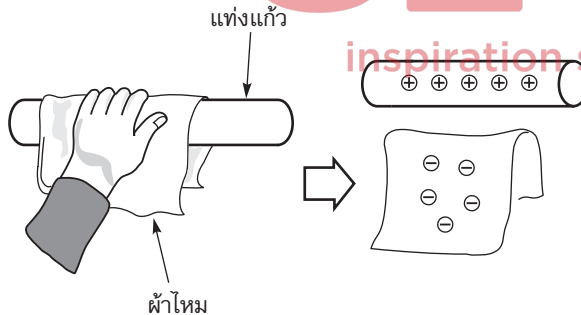
ศึกษาหลักการเกิดไฟฟ้าสถิต หลักการเกิดฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า ไฟฟ้ากระแส และแรงดันไฟฟ้า วงจรปิดและวงจรเปิด กระแสเหนี่ยวนำ และกระแสไอเล็กตรอน

2.1 ไฟฟ้าสถิต

เมื่อไฟฟ้าอยู่กับที่ (ไม่มีการเคลื่อนไหล) เรียกว่า ไฟฟ้าสถิต (Static Electricity)

ในสมัยโบราณได้นำเอาแท่งอำพันมาถูกับผ้าขนสัตว์ ปรากฏว่าแท่งอำพันสามารถดึงดูดวัตถุเบาๆ ได้ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยใช้ทฤษฎีอิเล็กตรอนคือ สารหรือวัตถุใดๆ สามารถแสดงประจุไฟฟ้าออกมาได้ กล่าวคือ ถ้าวัตถุนั้นมีอิเล็กตรอนมากกว่าโปรตอน มันก็แสดงประจุไฟฟ้าลบ และถ้ามีอิเล็กตรอนน้อยกว่าโปรตอน ก็จะแสดงประจุไฟฟ้าบวก

เมื่อนำเอาแท่งแก้วไปถูกับผ้าไหม พื้นผิวของทั้งแท่งแก้วและผ้าไหมจะกลายเป็นประจุของไฟฟ้าทั้งคู่ ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การประจุ ประจุไฟฟ้าในแท่งแก้วและผ้าไหมนี้ไม่มีการเคลื่อนที่ถึงแม้จะเคลื่อนแท่งแก้วและผ้าไหมเข้ามาใกล้กันหรือเชื่อมต่อกับสารตัวนำ แต่จะมีการถ่ายเทประจุกันได้ ไฟฟ้าสถิตที่ถูกทำให้เกิดขึ้นโดยวิธีนี้เรียกว่า ไฟฟ้าจากการขัดสี และปริมาณของไฟฟ้าที่สารนั้นได้รับการประจุเรียกว่า ประจุไฟฟ้า ใช้แทนโดยสัญลักษณ์รูปตัว Q และวัดได้ในหน่วยคูลอมบ์ ซึ่งใช้แทนโดยสัญลักษณ์รูปตัว C ดังแสดงในรูปที่ 2.1

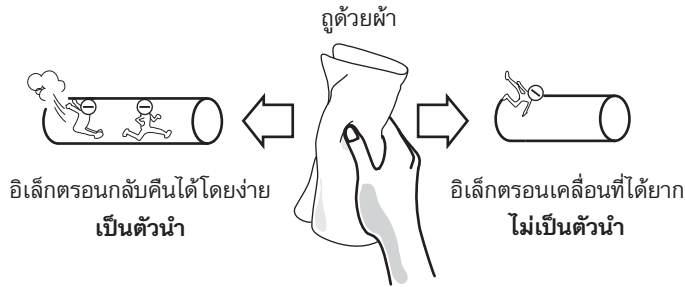


รูปที่ 2.1 ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเมื่อนำแท่งแก้วและผ้าไหมมาถูกัน

ไฟฟ้าที่เกิดจากการขัดสีเกิดขึ้นได้ง่ายมากในแก้ว ผ้า และสารที่ไม่เป็นสารตัวนำอื่นๆ ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

เมื่อนำเอาสารที่ไม่เป็นตัวนำชนิดหนึ่งไปขัดถูกับสารที่ไม่เป็นตัวนำอีกชนิดหนึ่ง จากการขัดถูนี้จะทำให้อิเล็กตรอนบางส่วนจากอะตอมของมันแยกตัวออกมา ทำให้ประจุลบ (อิเล็กตรอน) มีมากในพื้นที่ผิวของสารอีกชนิดหนึ่ง เมื่อประจุเหล่านี้ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระภายในสาร

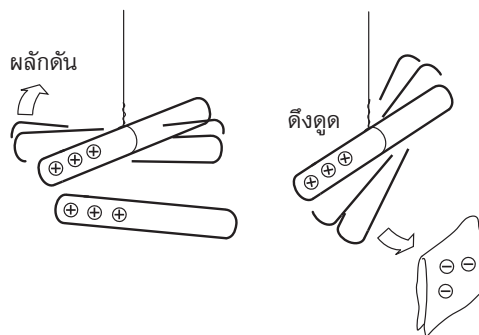
น้ำมันจึงยังคงอยู่ที่จุดนั้นๆ ในพื้นผิวสาร เป็นผลให้สารนั้นๆ รักษาสภาพความเป็นประจุของมันได้เป็นเวลานาน ในกรณีของสารที่เป็นตัวนำจะเป็นตรงกันข้าม ตัวอย่างเช่น ถ้าพยายามที่จะทำให้สารตัวนำที่ดีเป็นประจุไฟฟ้าด้วยการขัดถูมันด้วยผ้า อิเล็กตรอนจะกลับคืนไปยังตัวนำนั้นในทันทีที่หยุดการขัดถู เนื่องจากอิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนไหวย้ายได้ง่ายกว่าสารที่เป็นฉนวน ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นเมื่อนำสารตัวนำและสารที่ไม่เป็นตัวนำมาขัดถูกัน

ถ้านำแท่งแก้ว 2 แท่งมาแขวนไว้ด้วยเส้นด้ายและขัดถูแท่งแก้วทั้งสองด้วยผ้าไหม จากนั้นเคลื่อนมันเข้ามาใกล้กัน มันจะผลักระยะกันและกัน ในทางตรงกันข้าม ถ้านำเอาแท่งแก้วอันหนึ่งให้เคลื่อนเข้าใกล้กับผ้าไหม แท่งแก้วและผ้าไหมจะดึงดูดซึ่งกันและกัน

ปรากฏการณ์เหล่านี้พิสูจน์ได้ว่า จะมีแรงผลักดันระหว่างไฟฟ้าที่เหมือนกัน (เป็นประจุชนิดเดียวกัน) และมีแรงการดึงดูดระหว่างประจุไฟฟ้าที่ไม่เหมือนกัน (ประจุตรงกันข้าม) แรงซึ่งกระทำระหว่างประจุไฟฟ้านี้เรียกว่า **แรงไฟฟ้าสถิต** ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การเกิดปรากฏการณ์ไฟฟ้าสถิต

จากการทดลองพบว่า ถ้านำวัตถุที่มีลำดับต้นๆ ชัดคู่กับวัตถุลำดับถัดไป วัตถุลำดับต้นจะแสดงประจุไฟฟ้าบวก และวัตถุอันดับถัดไปจะแสดงประจุไฟฟ้าลบ

- | | |
|---------------|-------------|
| 1. ผ้าขนสัตว์ | 8. ผิวหนัง |
| 2. ผ้าสักหลาด | 9. โลหะ |
| 3. ไม้ | 10. แพงยาง |
| 4. หินควอตซ์ | 11. ครั่ง |
| 5. แพงแก้ว | 12. ยางสน |
| 6. ผ้าฝ้าย | 13. กำมะถัน |
| 7. ผ้าไหม | 14. ยางไม้ |

เช่น นำผ้าขนสัตว์มาถูกับแท่งแก้ว ผ้าขนสัตว์จะแสดงประจุไฟฟ้าบวก แท่งแก้วจะแสดงประจุไฟฟ้าลบ

และถ้านำผ้าไหมมาถูกับแท่งแก้ว แท่งแก้วจะแสดงประจุไฟฟ้าบวก ผ้าไหมจะแสดงประจุไฟฟ้าลบ



2.1.1 การเกิดฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า

การเสียดสีกันระหว่างก้อนเมฆกับอากาศทำให้เกิดประจุไฟฟ้าขึ้น ถ้าประจุเกิดขึ้นมากๆ ก็จะมีการถ่ายเทประจุเข้าหากันโดยการผ่านอากาศ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เราเรียกว่า ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า ดังแสดงในรูปที่ 2.4

เบนจามิน แฟรงกลิน (Benjamin Franklin) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตโดยชักวาล์วขึ้นไปในขณะที่เมฆครึ้มและฝนตก การทดลองครั้งนี้เพื่อต้องการให้ทราบว่าในก้อนเมฆมีประจุไฟฟ้าที่มีประจุต่างจากประจุไฟฟ้าในดิน ซึ่งประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆส่วนมากจะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ และประจุไฟฟ้าในดินส่วนมากจะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ดังนั้นถ้าประจุไฟฟ้าลบในก้อนเมฆมีมาก ประจุไฟฟ้างดกลาวก็จะถ่ายเทมายังพื้นดินที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ซึ่งจะเกิดปรากฏการณ์ฟ้าผ่า มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณหนึ่งร้อยล้านโวลต์



(ก) ฟ้ายแลบ ฟ้ายร้อง



(ข) ฟ้ายผ่า

รูปที่ 2.4 การเกิดปรากฏการณ์ฟ้ายแลบ ฟ้ายร้อง และฟ้ายผ่า



รูปที่ 2.5 การทดลองเรื่องไฟฟ้าสถิตของเบนจามิน แฟรงกลิน

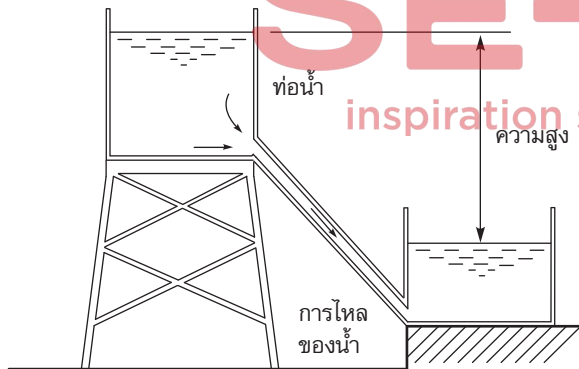
2.2 ไฟฟ้ากระแส

จากทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์เราจะพบว่า การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระจะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า

ตัวที่ทำให้อิเล็กตรอนไหลอย่างต่อเนื่องก็คือ ตัวต้นอิเล็กตรอนหรือตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้า ตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้าใดสามารถต้นอิเล็กตรอนจำนวน 6.25×10^{18} ตัว/วินาที ผ่านความต้านทาน 1 โอห์ม เรียกว่า ตัวกำเนิดไฟฟ้า 1 โวลต์

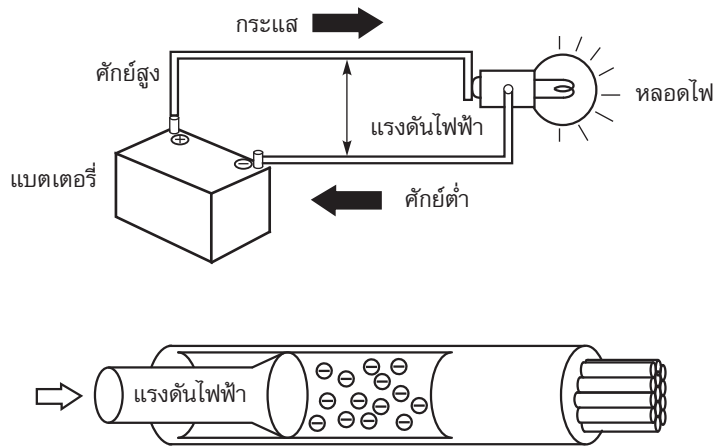
2.2.1 แรงดันไฟฟ้า

เมื่อถังน้ำ 2 ถังซึ่งมีความสูงต่างระดับกันถูกต่อเข้าด้วยกันด้วยท่อน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2.6 น้ำจะไหลจากถังที่มีความสูงกว่าผ่านท่อไปสู่ถังที่มีระดับต่ำกว่า สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างความสูงของพื้นผิวแต่ละปริมาตรของน้ำ ความแตกต่างนี้เราเรียกว่า แรงดันของน้ำ



รูปที่ 2.6 การเกิดแรงดันน้ำ

แรงดันเป็นสาเหตุให้น้ำไหลจากถังที่สูงกว่าไปสู่ถังที่ต่ำกว่า ในลักษณะที่คล้ายกัน เมื่อต่อหลอดไฟเข้ากับแบตเตอรี่ด้วยสายไฟ ดังแสดงในรูปที่ 2.7 จะมีกระแสไหลจากแบตเตอรี่ไปยังหลอดไฟฟ้า และทำให้หลอดไฟส่องสว่างขึ้น



รูปที่ 2.7 ลักษณะของแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการส่องสว่างของหลอดไฟ

สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่ามีประจุบางส่วนเกิน (คืออิเล็กตรอนอิสระ) อยู่โดยรอบขั้วลบของแบตเตอรี่ และมีประจุบางส่วนเกิน (คือขาดอิเล็กตรอนอิสระ) อยู่โดยรอบขั้วบวก ความแตกต่างนี้ทำให้เกิด “แรงดัน” ขึ้น แรงดันนี้เปรียบเหมือนกับการเกิดแรงดันของน้ำในตัวอย่างถึงน้ำ และแรงดันไฟฟ้านี้เป็นเหตุให้เกิดการไหลของกระแสผ่านสายไฟไปทำให้หลอดไฟส่องสว่างขึ้น

แรงดันไฟฟ้านี้เรียกว่า ความต่างศักย์ มีหน่วยเป็นโวลต์

โวลต์ถูกใช้เป็นหน่วยวัดแรงดันไฟฟ้า แทนด้วยสัญลักษณ์ V

แรงดันไฟฟ้าหรือความต่างศักย์ 1 โวลต์นั้น สามารถทำให้กระแส 1 แอมแปร์ไหลผ่านตัวนำซึ่งมีความต้านทาน 1 โอห์มได้

มีหน่วยอื่นๆ อีกหลายหน่วยที่ใช้ในการวัดแรงดันไฟฟ้า ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ซึ่งเป็นการแสดงขนาดของแรงดันว่ามากหรือน้อย

ตัวอย่าง การแปรหน่วยวัด

$$12,000 \text{ mV} = 12 \text{ V}$$

$$24,000 \text{ V} = 24 \text{ kV}$$

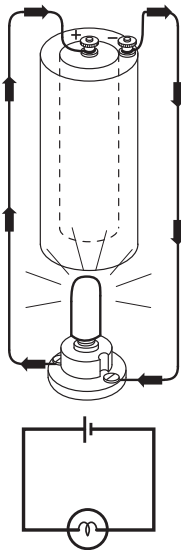
ตารางที่ 2.1 หน่วยต่างๆ ที่ใช้วัดแรงดันไฟฟ้า

	หน่วยพื้นฐาน	หน่วยสำหรับขนาดที่น้อยมาก		หน่วยสำหรับขนาดที่มาก	
สัญลักษณ์	V	μV	mV	kV	MV
การออกเสียง	โวลต์	ไมโครโวลต์	มิลลิโวลต์	กิโลโวลต์	เมกะโวลต์
ตัวคูณ	1	1×10^{-6}	1×10^{-3}	1×10^3	1×10^6

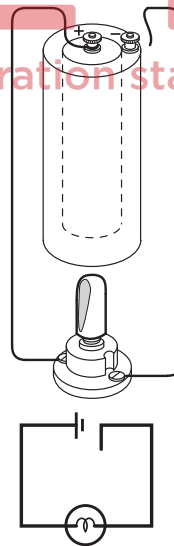
2.3 วงจรปิดและวงจรเปิด

ในรูปที่ 2.8 จะเห็นว่ากระแสไหลได้ในวงจรที่ปิดอยู่ สำหรับวงจรเปิด อิเล็กตรอนจะไหลผ่านไม่ได้ การไหลของวงจรไฟฟ้าจะเริ่มจากขั้วลบผ่านสายไฟเข้าหลอดไฟผ่านสายไฟเข้าขั้วบวกจนครบวงจร

จากนั้นจะเริ่มตันจากขั้วลบใหม่ และซ้ำทิศทางอยู่ตลอด



(ก) วงจรปิดมีกระแสไหล (Closed Circuit)



(ข) วงจรเปิดไม่มีกระแสไหล (Open Circuit)

รูปที่ 2.8 ลักษณะการไหลของกระแสระหว่างวงจรปิดและวงจรเปิด

การไหลแบบนี้เป็นการไหลแบบทิศทางเดียวหรือเรียกว่า *กระแสตรง* ถ้าเราดูในรูปที่ 2.8 จะพบว่าเป็นการไหลตามเข็มนาฬิกาอยู่ตลอดเวลา และจากรูปนั้นเราเรียกว่า *วงจรไฟฟ้า* ซึ่งถ้าพิจารณาวงจรไฟฟ้าจะพบว่า ประกอบด้วย

1. ตัวกำเนิดแรงดัน
2. สายไฟ (ตัวนำไฟฟ้า)
3. หลอดไฟ ซึ่งบางครั้งเรียกว่าโหลด (Load)
4. สวิตช์ (ในที่นี้ตัดต่อด้วยมือ)

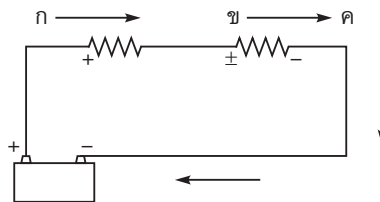
หมายเหตุ : ในหนังสือเล่มนี้ส่วนมากจะการใช้การไหลของกระแสจากบวกไปลบ เพื่อสะดวกในการทำควมเข้าใจ

2.4 กระแสนิยมและกระแสอิเล็กทรอนิกส์

ได้มีการถกเถียงกันมาตลอดว่า กระแสไหลจากขั้วบวกไปหาขั้วลบหรือจากขั้วลบไปหาขั้วบวก แม้แต่ชาวต่างชาติเองก็หาข้อยุติไม่ได้ จึงยังคงใช้กันอยู่ทั้ง 2 ทฤษฎีคือ

ถ้ากำหนดว่ากระแสไหลจากขั้วบวกไปหาขั้วลบเรียกว่า *ทฤษฎีกระแสนิยม*

ถ้ากำหนดว่ากระแสไหลจากขั้วลบไปหาขั้วบวกเรียกว่า *ทฤษฎีอิเล็กตรอน*



ข จะเป็นลบเมื่อเทียบกับ ก และ ข จะเป็นบวกเมื่อเทียบกับ ค

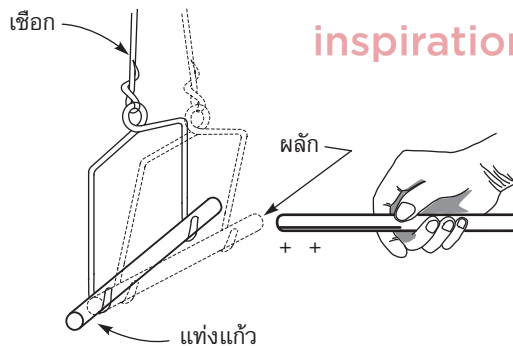
ทฤษฎีกระแสนิยม

รูปที่ 2.9 ลักษณะการไหลของกระแสจากบวกไปลบ

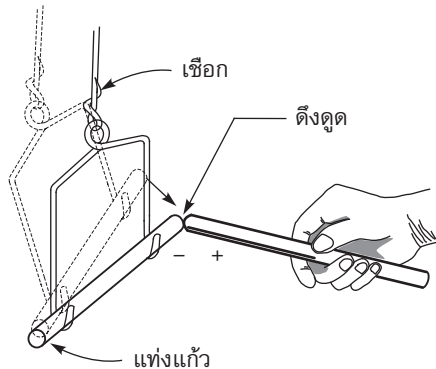


แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ถ้านำแท่งแก้วถูกับผ้าไหม แท่งแก้วจะมีประจุไฟฟ้า.....ผ้าไหมจะมีประจุไฟฟ้า.....
2. แท่งแก้วถูกับผ้าขนสัตว์ แท่งแก้วจะมีประจุไฟฟ้า.....ผ้าขนสัตว์จะมีประจุไฟฟ้า.....
3. ในรูปต่อไปนี้ แท่งแก้วทั้งสองได้ถูกับผ้าไหมมาแล้ว แท่งแก้วทั้งสองมีประจุทั้งคู่จึง



4. ในรูปต่อไปนี แ่งแก้วที่แขวนอยู่กับเชือกได้ถูกกับผ้าขนสัตว์มาแล้ว และแ่งแก้วที่อยู่ในมือก็ถูกกับผ้าไหมมาแล้ว แ่งแก้วทั้งสองจะ

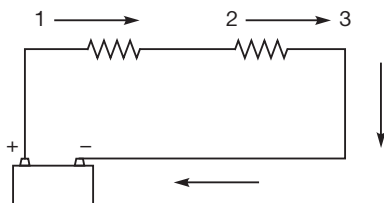


5. ในรูปต่อไปนี้เป็นรูปปรากฏการณ์ของฟ้าผ่า แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่าประมาณ โวลต์
ฟ้าบ้านมีแรงเคลื่อนประมาณ.....โวลต์



6. อิเล็กตรอนที่ไหลอยู่วงโคจรนอกสุดเรียกว่า.....
7. คำว่าวงจรปิด จะมีกระแสไหลหรือไม่.....
8. กระแสนิยมไหลอย่างไร.....
9. ทองแดง เงิน ทองคำ อะไรเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีที่สุด.....

10. ในรูป เป็นทฤษฎีกระแสขั้ว



10.1 หมายเลข 2 คือ..... (บวก หรือลบ) เมื่อเทียบกับหมายเลข 1

10.2 หมายเลข 2 คือ.....(หัว หรือหาง) ของลูกศรเมื่อเทียบกับหมายเลข 1

10.3 หมายเลข 1 คือ..... (หัว หรือหาง) ของลูกศร

SE-ED
inspiration starts here

3

ตัวกำเนิด แรงดันไฟฟ้า

สาระสำคัญ

ตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้ามีหลายชนิด ได้แก่ ปฏิกริยาทางเคมี ความร้อน แสงสว่าง สนามแม่เหล็ก และขดลวด แรงกด และการขัดถูของวัตถุ (ไฟฟ้าสถิต)

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการทำปฏิกริยาทางเคมี
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจความร้อนทำให้เกิดไฟฟ้า
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการกำเนิดไฟฟ้าจากแสงสว่าง
4. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจไฟฟ้าเกิดจากสนามแม่เหล็กและขดลวด
5. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจไฟฟ้าเกิดจากแรงกด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบายหลักการทำปฏิกริยาทางเคมีได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถอธิบายหลักการความร้อนทำให้เกิดไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถอธิบายหลักการกำเนิดไฟฟ้าจากแสงสว่างได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถอธิบายหลักการไฟฟ้าเกิดจากสนามแม่เหล็กและขดลวดได้อย่างถูกต้อง
5. สามารถอธิบายหลักการไฟฟ้าเกิดจากแรงกดได้อย่างถูกต้อง

เนื้อหาสาระ

ศึกษาตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้า ได้แก่ ปฏิกริยาทางเคมี ความร้อนทำให้เกิดไฟฟ้า หลักการกำเนิดไฟฟ้าจากแสงสว่าง ไฟฟ้าเกิดจากสนามแม่เหล็กและขดลวด และไฟฟ้าเกิดจากแรงกด

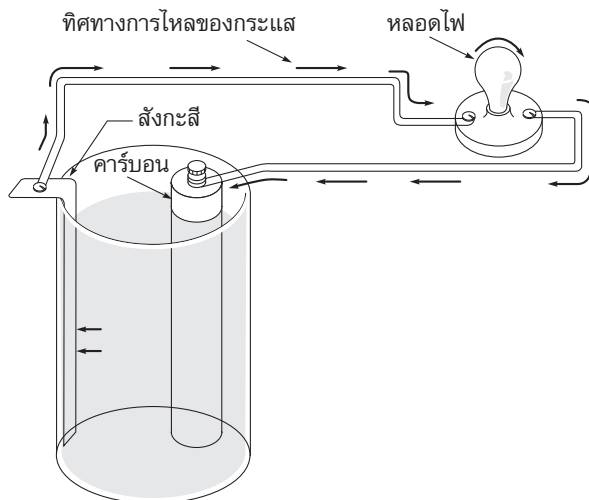
ตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้าที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็น

1. ปฏิกริยาทางเคมี
2. ความร้อน
3. แสงสว่าง
4. สนามแม่เหล็กและขดลวด
5. แรงกด
6. การขัดถูของวัตถุ (หัวข้อนี้คือไฟฟ้าสถิตนั่นเอง)

3.1 การทำปฏิกริยาทางเคมี

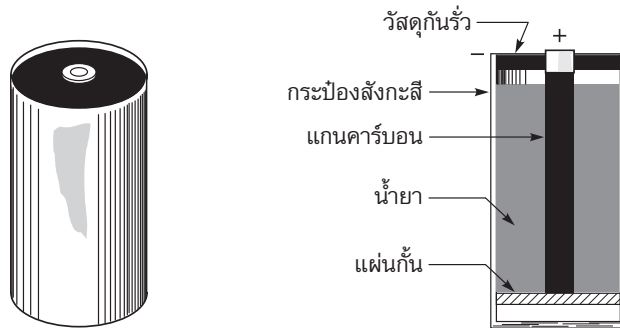
การทำปฏิกริยาทางเคมี ได้แก่ เซลล์ไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งเป็นเซลล์ไฟฟ้าแบบเปียกและเซลล์ไฟฟ้าแบบแห้ง

เซลล์ไฟฟ้าแบบเปียก มีหลักการทำงานเบื้องต้นดังแสดงในรูปที่ 3.1 คือ ใช้สังกะสีเป็นขั้วลบหรือแคโทด คาร์บอนเป็นขั้วบวกหรือแอโนดแช่ในน้ำยา (กรดกำมะถันเจือจาง) จะทำให้เกิดปฏิกริยาทางเคมี เกิดอิเล็กตรอนไหลจากขั้วลบผ่านหลอดกลับเข้าขั้วบวกจนครบวงจร



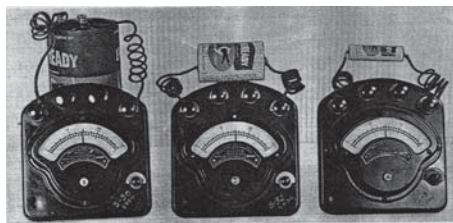
รูปที่ 3.1 หลักการเบื้องต้นของเซลล์ไฟฟ้าแบบเปียก

เซลล์ไฟฟ้าแบบแห้ง ถ่านไฟฉายเป็นเซลล์ไฟฟ้าแบบแห้ง ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีภายในถ่านไฟฉาย เมื่อนำไปใช้จนหมดแล้วไม่สามารถนำมาประจุใหม่เพื่อให้อีก มีลักษณะและส่วนประกอบดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ลักษณะและส่วนประกอบของถ่านไฟฉาย

ถ่านไฟฉายที่แสดงในรูปที่ 3.3 มี 3 ขนาดคือ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ทั้ง 3 ขนาดมีแรงเคลื่อนเท่ากันคือ 1.5 โวลต์ แต่กำลังไฟฟ้าไม่เท่ากัน ขนาดใหญ่จะมีกำลังมากกว่าขนาดกลางและขนาดเล็ก



รูปที่ 3.3 ถ่านไฟฉายขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก จะมีแรงเคลื่อน 1.5 โวลต์

ส่วนแบตเตอรี่ตะกั่วและกรดกำมะถันเป็นแบตเตอรี่แบบเปียก ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยปฏิกิริยาเคมีของตะกั่วและกรดกำมะถัน มีแรงเคลื่อนเซลล์ละ 2 โวลต์ ซึ่งเป็นหลักการของแบตเตอรี่รถยนต์ มีหลักการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3.4

งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

หนังสือ **งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (รหัสวิชา 2100-1006)** เล่มนี้ ได้รวม ทฤษฎีและปฏิบัติไว้ในเล่มเดียวกัน โดยมีเนื้อหาที่ตรงและครบถ้วนตามหลักสูตรของสำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2556 ระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ (ปวช.) ซึ่งเป็นวิชาชีพพื้นฐานประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม เนื้อหาประกอบด้วย ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ ไฟฟ้าสถิตและแรงดันไฟฟ้ากระแส ตัวกำเนิดแรงดันไฟฟ้า สายไฟฟ้า กฎของโอห์ม วงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า ตัวต้านทานและค่าความต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำและค่าความเหนี่ยวนำ หม้อแปลงคาปาซิเตอร์และคาปาซิแตนซ์ แม่เหล็กไฟฟ้าและการใช้งานทรานซิสเตอร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และปฏิบัติงานเกี่ยวกับมอเตอร์

SE-ED

ประวัติผู้เขียน

เชื้อ บูชา

inspiration starts here



สำเร็จการศึกษาศาสตรบัณฑิตอุตสาหกรรม สาขาศาสตรเครื่องกล (ค.อ.บ. เครื่องกล) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (ไทย-เยอรมัน) และ การศึกษามัธยมศึกษา (กค.บ. พิสิกส์-คณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตบางเขน เคยได้รับการศึกษาดูงานเกี่ยวกับโลหะวิศวกรรม ณ ประเทศญี่ปุ่นเป็นเวลา ๑ เดือน อดีตเคยเป็นอาจารย์ ประจำแผนกวิชาช่างยนต์ และหัวหน้าคณะวิชาเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ)



www.se-ed.com



sbc.fans

ISBN 978-616-08-4228-5



189 บาท

คู่มือเรียน-สอบ/อาชีวศึกษา-ไฟฟ้า