

งานไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

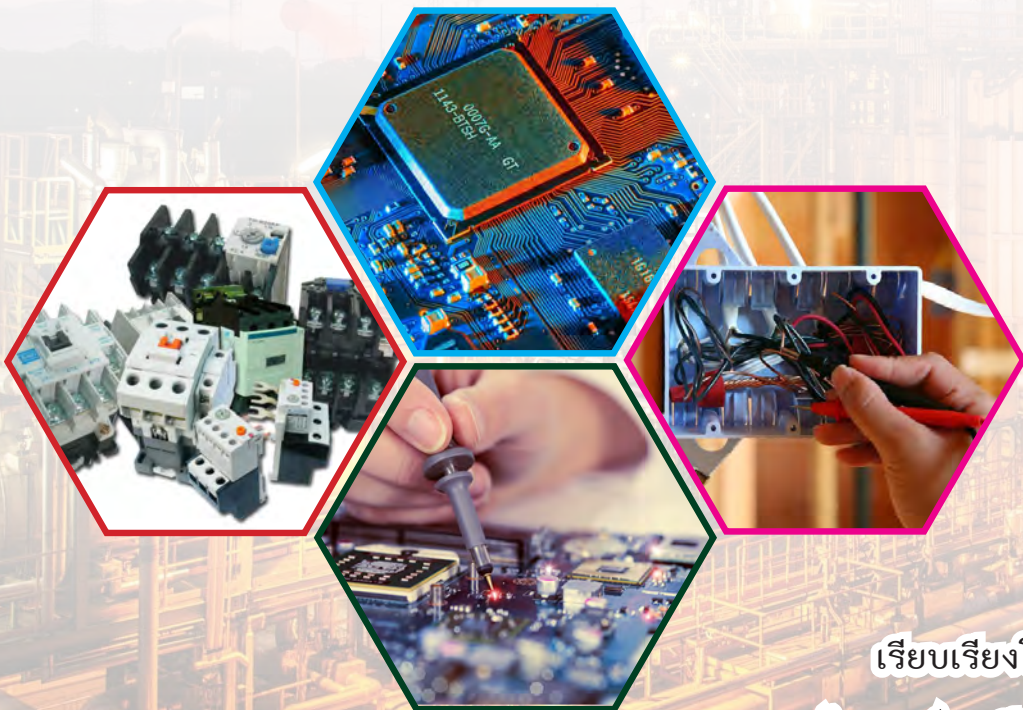
(Basic Electrical and Electronic Work)

รหัสวิชา 20100-1005

หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐาน
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ



เรียบเรียงโดย

ไวพจน์ ศรีธัญ
วีรธรรม ไชยวงศ์

งานไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

(Basic Electrical and Electronic Work)

ISBN 978-616-495-030-6

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย...



บริษัทวังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

Tel. 0-2472-3293-5 Fax 0-2891-0742 Mobile 08-8585-1521

e-Mail : wangaksorn9@gmail.com Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

<http://www.wangaksorn.com>

ID Line : @wangaksorn



พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2562 จำนวนที่พิมพ์ 5,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ
ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ นอกจากได้รับอนุญาต
เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทฯ เท่านั้น
ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้
เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย
โดยบริษัทวังอักษร จำกัด มิได้อ้างอิงความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (Basic Electrical and Electronic Work)

รหัสวิชา 20100-1005



จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. รู้ เข้าใจ และนำไปใช้งานเกี่ยวกับหลักการทํางาน ระบบความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
2. มีทักษะเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัดทดสอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ การเตรียมอุปกรณ์ประกอบ ทดสอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการคิดในการทํางานด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ รับผิดชอบและรักษาสภาพแวดล้อม



สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงหลักการวัด ทดสอบ ประกอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นและความปลอดภัย
2. ประกอบและตรวจสอบวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
3. ต่อวงจรและอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น
4. ต่อวงจรและตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น



คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับหลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า กฎของโอห์ม พลังงานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง การควบคุมมอเตอร์เบื้องต้น อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและการต่อสายดิน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ R L C หม้อแปลงไฟฟ้า รีเลย์ ไมโครโฟน ลำโพง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ การบัดกรี การใช้มัลติมิเตอร์ เครื่องกำเนิดสัญญาณ ออสซิลโลสโคป การประกอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา

วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น รหัสวิชา 20100-1005

ท-ป-น 1-3-2 จำนวน 4 คาบ/สัปดาห์ รวม 72 คาบ

หน่วยที่ สมรรถนะรายวิชา	แสดงหลักการวัด ทดสอบ ประกอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นและความปลอดภัย	ประกอบและตรวจสอบวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	ต่อวงจรและอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น	ต่อวงจรและตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
1. ความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	✓			
2. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ชนิดของไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง	✓			
3. ตัวต้านทานและกฎของโอห์ม	✓	✓		
4. วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	✓	✓		
5. การควบคุมมอเตอร์เบื้องต้น	✓		✓	
6. อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและการต่อสายดิน	✓	✓		
7. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	✓			✓
8. การทำแผ่นปริ้นต์และการบัดกรี	✓			
9. การใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์	✓			✓
10. การสร้างสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์	✓			✓

คำนำ

วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น รหัสวิชา 20100 - 1005 จัดอยู่ในหมวดวิชา
สมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐาน ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ ผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้
แบ่งเป็น 10 บทเรียน ได้จัดแผนการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่เน้นฐานสมรรถนะ (Competency
Based) และการบูรณาการ (Integrated) ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบาย
รายวิชา ในแต่ละบทเรียน มุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ ตัวอย่าง
ใบงานเพื่อฝึกปฏิบัติ และคำถามเพื่อการทบทวน เพื่อฝึกทักษะประสบการณ์ เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียน
เป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer) เป็นผู้สอนตนเองได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ และบทบาทของผู้สอน
เปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้เป็นผู้ชี้แนะ (Teacher Role) จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้และ
เป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-investigator) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning Context) จัดกลุ่ม
เรียนรู้ ให้รู้จักทำงานร่วมกัน (Grouping) ฝึกความใจกว้าง มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความสามารถที่
นำไปใช้งานได้ (Competency) สอนความรัก ความเมตตา (Compassion) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์
(Trust) เป้าหมายอาชีพอันยังเป็นประโยชน์ (Productive Career) และชีวิตที่มีศักดิ์ศรี (Noble Life)
เหนือสิ่งอื่นใด เป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณทางธุรกิจและวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification
System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกัน เพิ่มขีดความสามารถ
ในการแข่งขันของประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National
Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาค
ธุรกิจ อุตสาหกรรม ทุกสาขาอาชีพ เพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่สนามการแข่งขันในประชาคม
อาเซียน

ไวพจน์ ศรีธัญ
วีรธรรม ไชยรงค์

สารบัญ

บทที่ 1 ความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	1
บทนำ	2
ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความรุนแรงของการประสบอันตรายจากไฟฟ้า	3
ผลของกระแสไฟฟ้าที่มีต่อร่างกาย	6
การป้องกันอันตรายที่เกิดจากงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	6
การช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากกระแสไฟฟ้า	8
การปฐมพยาบาลผู้บาดเจ็บจากกระแสไฟฟ้า	8
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1	11
บทที่ 2 แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ชนิดของไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง	49
แหล่งกำเนิดไฟฟ้าและชนิดของไฟฟ้า	15
ชนิดของไฟฟ้า	20
การผลิตและการส่งพลังงานไฟฟ้า	21
ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำของประเทศไทย	23
กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า	24
วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง	31
การต่อวงจรหลอดไฟฟ้า	38
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2	40
ใบงานการทดลองที่ 2.1 วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง	43
ใบงานการทดลองที่ 2.2 วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์	48
บทที่ 3 ตัวต้านทานและกฎของโอห์ม	52
บทนำ	53
ชนิดของตัวต้านทาน	53
หน่วยของตัวต้านทาน	56
วิธีการอ่านค่าตัวต้านทาน	57
การต่อตัวต้านทาน	62
ทฤษฎีกฎของโอห์ม	67
การใช้กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้า	35
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3	72
ใบงานทดลองที่ 3.1 การต่อตัวต้านทาน	75
ใบงานทดลองที่ 3.2 กฎของโอห์ม	79
บทที่ 4 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	84
ลักษณะวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	85
วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	85

วงจรไฟฟ้าแบบขนาน	90
วงจรไฟฟ้าแบบผสม	95
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4	98
ใบงานทดลองที่ 4.1 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน	102
ใบงานทดลองที่ 4.2 วงจรไฟฟ้าแบบผสม	108

บทที่ 5 การควบคุมมอเตอร์เบื้องต้น 113

บทนำ	114
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	115
ชนิดของการควบคุมมอเตอร์	118
อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการควบคุมมอเตอร์	118
สัญลักษณ์การเขียนแบบควบคุมมอเตอร์	124
วิธีการเริ่มหมุนโดยใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์	126
วิธีการกลับทางหมุนของอินดักชันมอเตอร์ 3 เฟส	128
วิธีการกลับทางหมุนของมอเตอร์ 1 เฟส	132
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5	133
ใบงานทดลองที่ 5.1 การตรวจเช็คอุปกรณ์ควบคุมการเริ่มหมุนของมอเตอร์	137
ใบงานทดลองที่ 5.2 การเริ่มหมุนอินดักชันมอเตอร์ 3 เฟส	141
ใบงานทดลองที่ 5.3 การกลับทางหมุนอินดักชันมอเตอร์ 3 เฟส	145
ใบงานทดลองที่ 5.4 การกลับทางหมุนอินดักชันมอเตอร์ 1 เฟส (มอเตอร์สปลิตเฟส)	149

บทที่ 6 อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและการต่อสายดิน 153

หลักการและเหตุผลของการใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและการต่อสายดิน	154
ฟิวส์	155
เซอร์กิตเบรกเกอร์	160
สวิตช์ซีซีโน	162
โหลดเซ็นเตอร์	165
เซฟตี้สวิตช์	166
การต่อสายดิน	167
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6	169
ใบงานทดลองที่ 6.1 การตรวจเช็คอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า	172

บทที่ 7 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 178

ตัวเหนี่ยวนำไฟฟ้า	179
หม้อแปลงไฟฟ้า	181
ตัวเก็บประจุไฟฟ้า	184
ไดโอด	188
กราฟคุณสมบัติของไดโอด	190
ซีเนอร์ไดโอด	191
ไดโอดเปล่งแสง	193

โพลีไดโอด	194
การตรวจสอบไดโอด	194
รีเลย์	195
ทรานซิสเตอร์	196
การให้ไบแอสทรานซิสเตอร์	200
ไมโครโฟน	201
ลำโพง	204
วงจรรวม	208
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7	210
ใบงานทดลองที่ 7.1 คุณสมบัติของไดโอด ซีเนอร์ไดโอด และแอลอีดี	213
ใบงานทดลองที่ 7.2 คุณสมบัติของทรานซิสเตอร์	221
ใบงานทดลองที่ 7.3 หม้อแปลงไฟฟ้าและรีเลย์	229

บทที่ 8 การทำแผ่นปริ้นต์และการบัดกรี **235**

การทำแผ่นปริ้นต์	236
การบัดกรี	238
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 8	240
ใบงานทดลองที่ 8.1 การทำแผ่นปริ้นต์	243

บทที่ 9 การใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ **248**

มัลติมิเตอร์	249
ออสซิลโลสโคป	256
การใช้งานออสซิลโลสโคป	261
เครื่องกำเนิดสัญญาณ	263
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 9	265
ใบงานทดลองที่ 9.1 การใช้มัลติมิเตอร์	268
ใบงานทดลองที่ 9.2 การใช้ออสซิลโลสโคปและฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์	274

บทที่ 10 การสร้างสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ **279**

วงจรไฟกะพริบ	280
วงจรสวิตช์ ปิด - เปิด ด้วยแสง	283
วงจรเครื่องควบคุมความเร็วพัดลม	285
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 10	287
ใบงานทดลองที่ 10.1 การสร้างเครื่องหรี่ไฟ 1,000 วัตต์	288

สรุปคำศัพท์ **294**

คำถามทบทวน **299**

บรรณานุกรม **303**

ความปลอดภัย ในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์



แนวคิด

ไฟฟ้ามีคุณประโยชน์มากมาย แต่ก็มีอันตรายไม่น้อยหากใช้ไม่ถูกต้อง ไม่ระมัดระวัง อาจทำให้กล้ามเนื้อ กระดูกหรือหัตถ์ ระบบประสาทชงกัน เกิดแผลไหม้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย หัวใจเกิดอาการเต้นเร็ว ถี่เร็ว หรือเต้นกระตุกไปจนถึงหยุดทำงานได้ทันที จึงต้องรู้จักวิธีการป้องกันอันตรายที่เกิดจากงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมด และต้องมีความรู้ในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากกระแสไฟฟ้า และการปฐมพยาบาลผู้บาดเจ็บจากกระแสไฟฟ้าอย่างถูกต้อง เพื่อความปลอดภัยของทั้งผู้ได้รับอันตรายและผู้ที่เกี่ยวข้องช่วยเหลือ



สาระการเรียนรู้

1. ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความรุนแรงของการประสบอันตรายจากไฟฟ้า
2. ผลของกระแสไฟฟ้าที่มีต่อร่างกาย
3. การป้องกันอันตรายที่เกิดจากงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
4. การช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากกระแสไฟฟ้า
5. การปฐมพยาบาลผู้บาดเจ็บจากกระแสไฟฟ้า



สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงหลักการวัด ทดสอบ ประกอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นและความปลอดภัย



จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดความรุนแรงของการประสบอันตรายจากกระแสไฟฟ้าได้
2. อธิบายเกี่ยวกับผลของกระแสไฟฟ้าที่มีต่อร่างกายได้
3. อธิบายการป้องกันอันตรายที่เกิดจากงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้
4. อธิบายการปฐมพยาบาลและการช่วยเหลือผู้บาดเจ็บจากกระแสไฟฟ้าได้
5. อธิบายถึงอันตรายจากกระแสไฟฟ้าที่มีต่อชีวิตและร่างกายได้



บทที่

1

ความปลอดภัย ในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์



บทนำ

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า ไฟฟ้าเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำเนินชีวิต เนื่องจากในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ต้องมีการเกี่ยวข้องกับกระแสไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา และเป็นที่ทราบกันดีว่า ไฟฟ้ามีคุณอนันต์ แต่ก็มิใช่ขมหวานแต่เพียงอย่างเดียว อันตรายที่เกิดขึ้นจากไฟฟ้าเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งจากการปฏิบัติงานกับอุปกรณ์หรือวงจรไฟฟ้าโดยตรง หรือจากการใช้อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าอื่น ๆ ดังนั้น การมีความรู้ความเข้าใจถึงสาเหตุและผลของอันตรายที่เกิดขึ้นจะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระแสไฟฟ้ามีความระมัดระวังมากขึ้น อุบัติภัยที่จะเกิดจากกระแสไฟฟ้าก็จะลดลง ความเสียหายในชีวิตและทรัพย์สินก็จะลดลงเช่นกัน

อันตรายจากกระแสไฟฟ้าที่มีต่อชีวิตและร่างกายมีดังนี้

1. ไฟฟ้าดูด (Electrical Shock) เป็นลักษณะของกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายลงสู่ดิน และเป็นอันตรายที่มนุษย์ได้รับจากไฟฟ้ามากที่สุด ประมาณ 85% ของผู้ประสบอันตรายจากไฟฟ้าทั้งหมด
2. ร่างกายเป็นส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้า เป็นลักษณะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายแต่ไม่ผ่านลงดิน ทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้
3. อันตรายจากแสงจ้า เสียงดัง หรือประกายไฟ จากการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short Circuit)



ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความรุนแรงของการประสบอันตรายจากไฟฟ้า

เมื่อมนุษย์ถูกไฟฟ้าดูด อันตรายหรืออาการบาดเจ็บที่ได้รับขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ 6 ประการดังต่อไปนี้

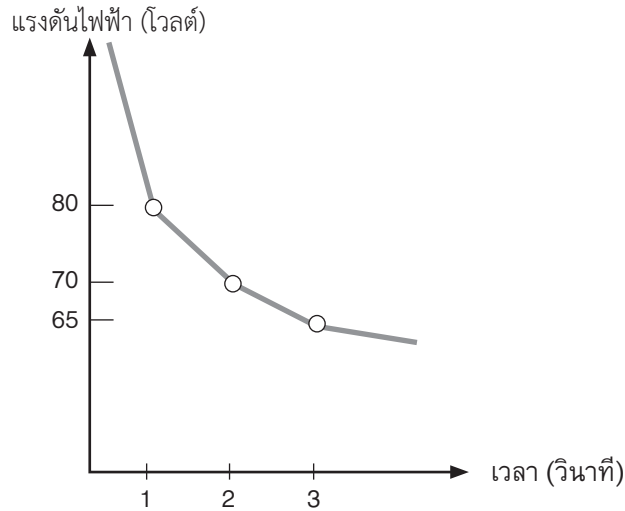
1. ความต้านทานของร่างกายต่อกระแสไฟฟ้า ค่าความต้านทานภายในร่างกายมนุษย์คิดเป็นร้อยละของค่าความต้านทานระหว่างมือถึงมือ กล่าวคือ ผิวหนังแห้งจะมีความต้านทานประมาณ 100,000 - 600,000 Ω แต่ถ้าผิวหนังเปียก ความต้านทานจะลดลงเหลือเพียง 1,000 Ω ดังนั้น เมื่อถูกกระแสไฟฟ้าดูด เนื้อเยื่อ กระดูก และระบบประสาท ทั้งหมดจะเกิดการนำไฟฟ้า ทำให้ความต้านทานของผิวหนังลดลง และกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านร่างกายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการบาดเจ็บอย่างรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้

2. แรงดันไฟฟ้า อันตรายจากกระแสไฟฟ้าจะรุนแรงขึ้นเมื่อแรงดันไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 อันตรายจากกระแสไฟฟ้า จากการเพิ่มขึ้นของแรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้า (V)	อาการ
20 - 60	ช็อค ไม่สามารถสะบัดมือให้หลุดได้
40 - 100	หยุดหายใจ
80 - 100	กล้ามเนื้อหัวใจกระตุก หรือเต้นถี่เร็ว
> 240	ผิวหนังฉีกขาด
> 600	ผิวหนังไหม้

จากตารางที่ 1.1 แสดงมาตรฐานของประเทศสวิตเซอร์แลนด์ กำหนดให้แรงดันไฟฟ้าสัมผัสที่ไม่เป็นอันตรายไม่เกิน 50 V แต่มาตรฐาน VDE 041 กำหนดขนาดแรงดันไฟฟ้าสัมผัสที่ยอมรับได้ ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่สัมผัส ที่แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 65 V ร่างกายมนุษย์จะสามารถต้านทานได้ชั่วคราว ดังกราฟ รูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 กราฟแสดงแรงดันไฟฟ้าที่ยอมรับได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่กระแสไหลผ่านร่างกาย (มาตรฐาน VDE)

3. ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านร่างกาย รายละเอียดดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 แสดงอาการที่ได้รับจากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านร่างกาย

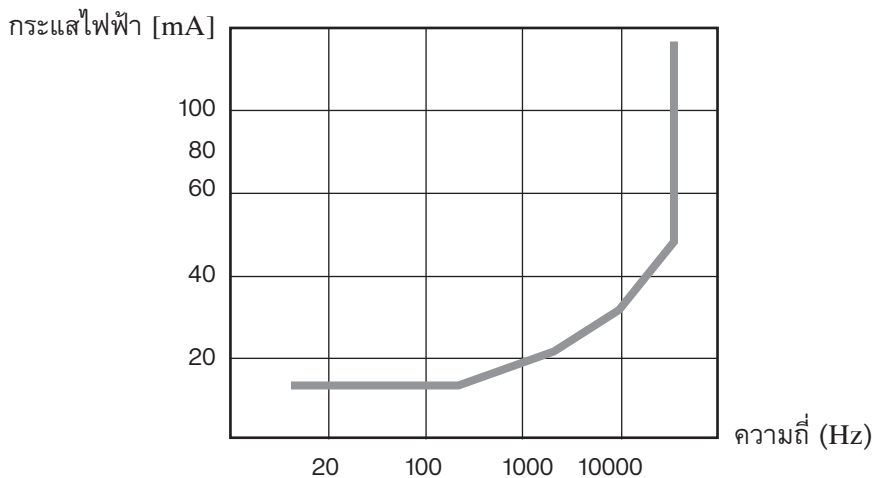
ปริมาณกระแสไฟฟ้า (mA)	อาการ
ต่ำกว่า 0.5	ยังไม่มีผลหรือยังไม่รู้สึก
0.5 - 2	รู้สึกว่ามีไฟฟ้าช็อต
2 - 8	กระทบกระเทือนต่อระบบประสาท กล้ามเนื้อหดตัว เกิดอาการกระตุก
8 - 20	กระทบกระเทือนต่อระบบประสาท กล้ามเนื้อเกร็ง หดตัวอย่างรุนแรง บางคนไม่สามารถปล่อยมือให้หลุดได้
20 - 25	กระทบกระเทือนต่อระบบประสาท กล้ามเนื้อหดตัวอย่างรุนแรง ไม่สามารถปล่อยมือให้หลุดออกได้ ปวดทำงานผิดปกติ มีโอกาสเสียชีวิตในเวลา 2-3 นาที
สูงกว่า 100	หัวใจหยุดเต้น ผิวน้ำไหม้ กล้ามเนื้อไม่ทำงาน

4. ระยะเวลาที่สัมผัสหรือระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน หากร่างกายสัมผัสกับวงจรไฟฟ้าเป็นเวลานาน อันตรายที่ได้รับก็จะมากขึ้นและรุนแรง ดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสไฟฟ้า ระยะเวลา และอาการที่ได้รับ

ปริมาณกระแสไฟฟ้า (mA)	ระยะเวลาที่ไหลผ่าน	อาการ
100	นานกว่า 3 วินาที	เสียชีวิต
500	นานกว่า 0.1 วินาที	เสียชีวิต
1,000	นานกว่า 0.03 วินาที	เสียชีวิต

5. ความถี่ของระบบไฟฟ้า เมื่อความถี่เพิ่มขึ้น ความต้านทานของร่างกายจะลดลงโดยความต้านทานของร่างกายจะมีค่าสูงสุดที่ความถี่ 50/60 Hz ทั้งนี้ระดับกระแสไฟฟ้าที่ทำให้กล้ามเนื้อควบคุมไม่ได้ จะแปรผันตรงกับความถี่ไฟฟ้า เช่น ที่ความถี่ 60 Hz กระแสไฟฟ้าที่มากกว่า 10 mA จะทำให้กล้ามเนื้อควบคุมไม่ได้ ดังกราฟ รูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับกระแสไฟฟ้าที่ทำให้กล้ามเนื้อควบคุมไม่ได้กับความถี่ของระบบไฟฟ้า

6. ส่วนของร่างกายที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน หากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านศีรษะ หัวใจและทรวงอก จะก่อให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้มากกว่าไหลผ่านส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย



ผลของกระแสไฟฟ้าที่มีต่อร่างกาย

เมื่อร่างกายมนุษย์ได้รับกระแสไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า จะเกิดผลดังนี้

1. **กล้ามเนื้อกระตุกหรือหดตัว (Muscular Freezing)** ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านมือและไหลออกลงสู่ดินทางมืออีกข้างหรือทางเท้า กล้ามเนื้อทรงอกจะหดตัวมากที่สุด ปอดทำงานไม่ปกติ ทำให้หายใจติดขัด และขาดอากาศในการหายใจ
2. **ระบบประสาทชะงักงัน (Nerve Block)** ถ้ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านร่างกาย มีปริมาณตั้งแต่ 10 - 50 mA จะทำให้ระบบประสาทชะงักงันไปชั่วขณะ มีการกระตุกอย่างแรง การทำงานของหัวใจเป็นอัมพาตชั่วคราว
3. **หัวใจเกิดการเต้นเร็ว ถีรัว หรือเต้นกระตุก (Ventricular Fibrillation)** เกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านร่างกายมีปริมาณมากกว่า 50 mA ขึ้นไป การเต้นของหัวใจผิดปกติการสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงสมองไม่เพียงพอ ต่อมาหัวใจก็จะหยุดเต้นและเสียชีวิต
4. **หัวใจหยุดทำงานทันที (Cardiac Arrest)** เกิดจากกระแสไฟฟ้าปริมาณมากไหลผ่านหัวใจ เช่น กระแสไฟฟ้าปริมาณ 250 mA ทำให้กล้ามเนื้อหัวใจหดตัวอย่างรุนแรง และหัวใจหยุดเต้นทันที
5. **ทำให้เกิดแผลไหม้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย** กระแสไฟฟ้าที่วิ่งผ่านเข้าไปในร่างกายทำให้เกิดแผลไหม้บริเวณกระแสไฟฟ้าเข้าและกระแสไฟฟ้าออก ถ้าเป็นไฟฟ้ากระแสตรงจะมีอันตรายน้อยกว่าไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current) ถึง 3 เท่า ทั้งที่ความเข้มของไฟฟ้าเท่ากัน
6. **เนื้อเยื่อและเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายถูกทำลาย** เช่น เยื่อบุหลอดเลือดถูกทำลาย ก้อนเลือดจับตัวกัน เลนส์ตาขุ่นมัวทำให้เป็นต้อกระจก เป็นต้น



การป้องกันอันตรายที่เกิดจากงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

การดำเนินชีวิตของคนเราจะต้องเกี่ยวข้องกับไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา ทั้งในอาคารและนอกอาคาร เพื่อความปลอดภัยต่อตนเองและผู้อื่น จึงควรเอาใจใส่ดูแลอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีอยู่เสมอ สิ่งที่ต้องดูแลและมัดระวังมีดังนี้

1. อย่าเข้าใกล้หรือแตะสายไฟฟ้าที่ห้อยลงมาหรือตกอยู่กับพื้น เพราะอาจมีกระแสไฟฟ้าอยู่ ควรแจ้งการไฟฟ้าใกล้บ้านโดยเร็ว
2. การก่อสร้างใกล้แนวสายไฟฟ้าควรติดต่อการไฟฟ้า เพื่อดำเนินการนำฉนวนมาครอบสายไฟฟ้าแรงสูงเพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูด
3. เมื่อพบกิ่งไม้ใกล้แนวสายไฟฟ้าแรงสูงไม่ควรตัดเอง เพราะอาจถูกกระแสไฟฟ้าดูดได้ ควรแจ้งการไฟฟ้าใกล้บ้านทำการตัดออก
4. ไม่ควรยืนงกที่เกาะสายไฟฟ้าหรือใช้ไฟฟ้าจับปลาในน้ำ เพราะอาจได้รับอันตรายจากไฟฟ้าดูด

5. ถ้าติดตั้งเสาอากาศโทรทัศน์ ต้องติดตั้งห่างสายไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 3 เมตร หรือระยะเสาเข็มต้องไม่โดนสายไฟฟ้า
6. เมื่อไม่มีความรู้ทางไฟฟ้าอย่าแก้ไขอุปกรณ์ไฟฟ้าเอง หากเครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุดหรือพบสิ่งผิดปกติเกี่ยวกับไฟฟ้าให้แจ้งช่างมาแก้ไข
7. ควรติดตั้งเต้ารับในระดับสูงพอเหมาะ เพื่อป้องกันน้ำท่วมถึงและเด็กเล็กอาจใช้นิ้วหรือวัสดุตัวนำ (กุญแจ) แหย่เต้ารับเล่น ซึ่งทำให้ถูกกระแสไฟฟ้าดูดได้
8. เครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุดควรติดป้ายห้ามใช้ เพื่อรณาส่งช่างซ่อมไฟฟ้าต่อไป
9. การถอดปลั๊กไฟฟ้าควรจับที่ตัวปลั๊ก อย่าดึงสายปลั๊กเพราะอาจทำให้สายไฟฟ้าขาด และเกิดอันตรายได้
10. ไม่ควรนำอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิดมาใช้กับเต้ารับเพียงชิ้นเดียว เพราะอาจทำให้เกิดไฟลุกไหม้ได้
11. การตรวจสอบกระแสไฟฟ้าห้ามใช้มือสัมผัสโดยตรง ควรกระทำโดยช่างผู้ชำนาญและใช้ไขควงทดสอบไฟฟ้าตรวจสอบระบบไฟฟ้า
12. ส่วนไฟฟ้า กบไฟฟ้า เลื่อยไฟฟ้า ก่อนใช้ควรตรวจสอบสภาพก่อนเสมอ เพราะเครื่องใช้ไฟฟ้าหากใช้งานมากอาจมีการชำรุดเกิดขึ้นได้ง่าย และถ้าเป็นส่วนชนิดมีสายดิน ควรต่อสายดินให้เรียบร้อยก่อนใช้งาน
13. เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทให้ความร้อน เช่น กาต้มน้ำ เตาไรต์ กระทะไฟฟ้า หม้อหุงข้าว เตาไฟฟ้า เมื่อใช้เสร็จควรถอดเต้าเสียบออกทันที เพื่อป้องกันอัคคีภัย
14. การปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าทุกครั้ง ต้องสวมถุงมือยางหรือถุงมือหนังเพื่อป้องกันไฟฟ้าดูด
15. ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กทรอนิกส์ที่มีค่าความจุสูง สามารถทำอันตรายแก่ผู้สัมผัสได้ ถึงแม้ว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าจะปิดใช้งานไปแล้วก็ตาม ดังนั้น ตัวเก็บประจุจึงควรคายประจุให้หมดด้วยการลัดวงจรด้วยตัวนำที่หุ้มฉนวนระหว่างขั้วทั้งสองของตัวเก็บประจุจะทำให้ประจุไฟฟ้าหมดไป
16. หลีกเลี่ยงการปฏิบัติงานในบริเวณที่มีความชื้นของคลื่นไมโครเวฟ หรืออุปกรณ์กำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ
17. หลอดไฟฟ้าที่เสื่อมสภาพหรือหมดอายุการใช้งาน ต้องนำไปทิ้งด้วยความระมัดระวังถ้าหากหลอดแตกจะทำให้เกิดการระเบิด เนื่องจากความกดอากาศภายในหลอดกับความกดอากาศภายนอกมีค่าต่างกัน ผลจากการระเบิดอาจทำให้ผู้ที่อยู่ใกล้เคียงได้รับอันตราย
18. ขณะบัดกรี ไม่ควรสะบัดปลายหัวแร้ง อาจทำให้ตะกั่วบัดกรีกระเด็นไปถูกผู้ร่วมงาน อาจก่อให้เกิดอันตรายได้
19. ไม่ควรสัมผัสหน้าจอปริ้นต์ (Print) โดยตรง เพื่อป้องกันอันตรายต่อผิวหนัง
20. ควรตัดกระแสไฟฟ้าออกทุกครั้ง ก่อนที่จะทำการตรวจสอบซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้า



การช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากกระแสไฟฟ้า

การช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากไฟฟ้าจะต้องปฏิบัติโดยทันที เพื่อให้ผู้บาดเจ็บหลุดจากกระแสไฟฟ้าเร็วที่สุด โดยปฏิบัติดังนี้

1. ปิดสวิตช์ไฟฟ้าหรือตัดกระแสไฟฟ้า
2. ถ้าหาทางปิดสวิตช์หรือตัดกระแสไฟฟ้าไม่ได้ ให้สวมถุงมือยาง แล้วยืนบนพื้นที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า จากนั้นให้ดึงผู้บาดเจ็บออกมา
3. หากหาถุงมือยางไม่ได้ ให้ใช้ไม้เขี่ยสายไฟออกหรือใช้ผ้าหรือเชือกคล้องตัวผู้บาดเจ็บดึงกระตุกออกมา



รูปที่ 1.3 ทำการตัดกระแสไฟฟ้า เพื่อหาทางนำตัวผู้ป่วยออกมาปฐมพยาบาลเบื้องต้นและนำส่งโรงพยาบาล

4. ห้ามสัมผัสตัวผู้บาดเจ็บโดยตรงอย่างเด็ดขาด เพราะจะทำให้ผู้ช่วยเหลือถูกไฟฟ้าดูดด้วย
5. เมื่อนำผู้บาดเจ็บออกจากกระแสไฟฟ้าได้แล้ว ให้รีบทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น และนำส่งโรงพยาบาลโดยเร็ว



การปฐมพยาบาลผู้บาดเจ็บจากกระแสไฟฟ้า

เมื่อช่วยเหลือผู้บาดเจ็บออกจากกระแสไฟฟ้าได้แล้ว เพื่อช่วยชีวิตผู้บาดเจ็บ การปฐมพยาบาลก่อนนำส่งโรงพยาบาลเป็นสิ่งสำคัญที่สุด ซึ่งการปฐมพยาบาลผู้บาดเจ็บจากกระแสไฟฟ้า มีข้อสังเกตและหลักปฏิบัติดังนี้

กรณีผู้บาดเจ็บหมดสติ

1. พยายามหายใจศีรษะผู้บาดเจ็บไปข้างหลังเท่าที่จะหายใจได้ เพื่อเปิดทางอากาศเข้าสู่ปอดได้สะดวก
2. ใช้ผ้าหนา ๆ ม้วนแล้วสอดเข้าใต้ช่วงไหล่ เพื่อหนุนหายใจศีรษะไว้
3. ล้วงสิ่งนี้อาจค้างอยู่ในปากซึ่งจะขัดขวางทางลม เช่น หมากฝรั่ง ของขบเคี้ยว ฟันปลอม โดยอาจใช้ผ้าพันนิ้วมือก่อน เพราะหากผู้ป่วยไม่หมดสติเสียทีเดียว อาจจับนิ้วมือได้

กรณีผู้บาดเจ็บไม่หายใจ

หากพบว่าผู้บาดเจ็บไม่หายใจ ต้องช่วยหายใจหรือเรียกว่า **การผายปอด** เพื่อให้ปอดได้รับออกซิเจนเพียงพอ และป้องกันไม่ให้เกิดความพิการแก่สมองและอวัยวะอื่น ๆ ซึ่งอาจใช้วิธีให้ลมหายใจทางปาก (Mouth to Mouth Breathing) ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. หายใจรีเซ็ตผู้บาดเจ็บไปด้านหลัง เพื่อเปิดทางอากาศเข้าสู่ปอด
2. สอดนิ้วหัวแม่มือเข้าไปในปาก จับขากรรไกรล่างยกขึ้นจนปากอ้า
3. ใช้นิ้วคว่ำลงสิ่งที่ยาจค้างอยู่ในปาก เช่น ขอบขบเคี้ยว ออกให้หมด
4. เริ่มเป่าอากาศเข้าสู่ปอดของผู้บาดเจ็บ ถ้าผู้บาดเจ็บมีลมรั่วออกทางจมูกอาจใช้มือปิดจมูกไว้
5. ถอนปากออกจากผู้บาดเจ็บ สูดลมหายใจเต็มที่ แล้วเริ่มเป่าอากาศเข้าทางปากผู้บาดเจ็บอีก

ในอัตรา 12 - 15 ครั้งต่อนาที

6. สังเกตว่าผู้บาดเจ็บหายใจได้เองหรือยัง โดยคลำดูชีพจร หากผู้บาดเจ็บยังไม่หายใจได้เอง ต้องเป่าต่อไปอีก หากยังไม่พบชีพจรแสดงว่าผู้บาดเจ็บหัวใจหยุดเต้นต้องช่วยกระตุ้นหัวใจพร้อม ๆ กับการช่วยหายใจ



รูปที่ 1.4 การปฐมพยาบาลโดยการให้ลมหายใจทางปาก หรือการผายปอด

กรณีผู้บาดเจ็บหัวใจหยุดเต้น

หากหัวใจของผู้บาดเจ็บหยุดเต้นเป็นครั้งคราว การนวดหัวใจโดยทันทีที่สามารถช่วยให้ฟื้นขึ้นมาได้ โดยใช้น้ำหนักคนโถมกดเป็นจังหวะ ๆ ให้น้ำออกยุบลงไป ซึ่งอาจทำให้เลือดไหลออกจากหัวใจไปเลี้ยงร่างกาย

ขั้นตอนการนวดหัวใจ มีดังนี้

1. นำผู้บาดเจ็บเข้าที่ร่ม แล้วยนหงายบนพื้นราบแข็งพอสมควร
2. หงายศีรษะผู้บาดเจ็บไปข้างหลัง เพื่อเปิดทางอากาศเข้าสู่ปอด
3. ใช้นิ้วล้วงสิ่งที่ยาจค้างอยู่ในปากหรือลำคอ ซึ่งอาจขัดขวางทางอากาศเข้าสู่ปอด
4. คุกเข่าด้านขวาของผู้บาดเจ็บ วางฝ่ามือขวาบนทรวงอกบริเวณหัวใจ ใช้ฝ่ามือซ้ายวางซ้อน ฝ่ามือขวาหรือตามที่ถนัด โถมกดให้กระดูกสันอกยุบเข้าหาแนวสันหลัง ประมาณ 3 - 4 ซม. อย่ากดแรงเกินไป เพราะกระดูกซี่โครงอาจหักได้
5. ทำการนวดหัวใจเป็นจังหวะซ้ำ ๆ กัน ครั้งละ 1 วินาที ทำเนิบ ๆ ไม่ควรเร่งรีบเกินไป
6. การนวดหัวใจต้องกระทำจนกว่าหัวใจจะเต้นหรือจนกว่าจะถึงมือแพทย์
7. หากพบว่าผู้บาดเจ็บหยุดหายใจ จะต้องช่วยให้ลมหายใจทางปากพร้อมกับการนวดหัวใจตลอดเวลา โดยเป่าปาก 1 ครั้ง นวดหัวใจ 3 - 4 ครั้ง หรือเป่าปาก 2 ครั้ง



รูปที่ 1.5 การปฐมพยาบาลโดยการนวดหัวใจ



รูปที่ 1.6 การปฐมพยาบาลโดยการนวดหัวใจ ควบคู่กับการผายปอด

แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ

ตอนที่ 1 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

- การซ่อมถุงมือยางและถุงมือหนังที่ชำรุด ไม่ควรใช้วัสดุใดเป็นตัวซ่อมแซม
 - เชือกหนัง
 - เชือกเอ็น
 - เชือกป่าน
 - เชือกกลวด
- ข้อใดเป็นอันตรายจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีสภาพชำรุด
 - ไฟฟ้าลัดวงจร
 - ไฟฟ้าช็อต
 - ไฟตก
 - ไฟฟ้าดูด
- การต่อสายดิน ควรต่อจากส่วนใดของอุปกรณ์ไฟฟ้า
 - จากบริเวณที่เป็นพลาสติก
 - เปลือกนอกของอุปกรณ์
 - ด้ามจับถือ
 - จากบริเวณที่เป็นโลหะ
- อุปกรณ์ใดที่สามารถช่วยป้องกันอันตรายจากไฟรั่ว จากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่มีสายดิน
 - ใช้ถุงมือยาง
 - สวมหมวกนิรภัย
 - ใช้เสื้อคลุมป้องกันไฟฟ้า
 - ใช้ปลอกแขนยาง
- การป้องกันอันตรายจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าข้อใดสะดวกที่สุด
 - ต่อสายดิน
 - สวมถุงมือยาง
 - ติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์
 - ใช้ไขควงทดสอบไฟฟ้า
- อุปกรณ์ที่ใช้วัดความต่างศักย์ของไฟฟ้าคือข้อใด
 - วัตต์มิเตอร์
 - แอมมิเตอร์
 - โวลต์มิเตอร์
 - กัลวานอมิเตอร์
- การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีสายดินให้ปลอดภัย ก่อนใช้ทุกครั้งไม่ควรปฏิบัติอย่างไร
 - ตรวจสอบสภาพชำรุดของอุปกรณ์
 - ตรวจการรั่วและการเป็นฉนวน
 - ตรวจการต่อของสายดิน
 - จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า
- เครื่องใช้ไฟฟ้าใดหากไม่ต่อสายดิน จะก่อให้เกิดอันตรายจากไฟรั่วน้อยที่สุด
 - ตู้เย็น
 - เครื่องซักผ้า
 - เตารีด
 - พัดลม

9. คำว่า “ไฟฟ้าดูด” หมายความว่าอย่างไร
- ก. กระแสไฟฟ้ารั่วไหลผ่านมนุษย์แล้วลงดิน
 - ข. กระแสไฟฟ้ารั่วจากอุปกรณ์ลงสู่ดิน
 - ค. ไฟฟ้าลัดวงจร
 - ง. ไฟฟ้าเกินขนาด (Over Load)
10. หากพบผู้บาดเจ็บจากกระแสไฟฟ้ามีอาการหมดสติควรปฏิบัติอย่างไร
- ก. เขย่าให้รู้สึกตัว
 - ข. หงายศีรษะและล่างของขบเคี้ยวออกจากในปาก
 - ค. นวดหัวใจทันที
 - ง. ผายปอดด้วยวิธีเมาท์ทูเมาท์ทันที
11. กรณีผู้บาดเจ็บไม่หายใจและหัวใจหยุดเต้นด้วย อัตราการเป่าปากและนวดหัวใจเป็นเท่าใด
- ก. เป่าปากสลับนวดหัวใจ (1 : 1)
 - ข. เป่าปาก 1 ครั้ง นวดหัวใจ 2 ครั้ง
 - ค. เป่าปาก 2 ครั้ง นวดหัวใจ 2 ครั้ง
 - ง. เป่าปาก 2 ครั้ง นวดหัวใจ 5 ครั้ง
12. การผายปอดแบบปากต่อปาก หากมีลมรั่วออกทางจมูกควรทำอย่างไร
- ก. ใช้มือปิดจมูกผู้บาดเจ็บไว้
 - ข. ใช้สำลีดมจมูกผู้บาดเจ็บไว้
 - ค. กดศีรษะผู้บาดเจ็บไว้ไม่ให้หายใจไปข้างหลัง
 - ง. จัดให้ผู้บาดเจ็บนอนตะแคงไปด้านใดด้านหนึ่ง
13. การช่วยผู้บาดเจ็บด้วยการผายปอดต้องระวังอวัยวะส่วนใดมากที่สุด
- ก. ระวังไม่ให้แขนศีรษะมากเกินไป
 - ข. ระวังกระดูกซี่โครงหักหรือกระดูกแตกปอด
 - ค. ระวังลิ้นตกลงไปอุดหลอดลม
 - ง. ระวังลูกกระเดือกปิดหลอดลม
14. การช่วยผู้บาดเจ็บด้วยการนวดหัวใจ ต้องระวังอวัยวะส่วนใดมากที่สุด
- ก. ระวังไม่ให้แขนศีรษะมากเกินไป
 - ข. ระวังกระดูกซี่โครงหักหรือกระดูกแตกปอด
 - ค. ระวังลิ้นตกลงไปอุดหลอดลม
 - ง. ระวังลูกกระเดือกปิดหลอดลม