รหัสวิชา 2100-1003 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า กฎของโอห์ม พลังงานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง การควบคุมมอเตอร์เบื้องต้น อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า และการต่อสายดิน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ R L C หม้อแปลงไฟฟ้า รีเลย์ ไมโครโฟน ลำโพง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เทคนิคการบัดกรี การใช้มัลติมิเตอร์ ออสซิลโลสโคป เครื่องกำเนิดสัญญาณ การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นบนแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบชุดคิทเกี่ยวกับเครื่องหรี่ไฟ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงชนิดคงที่หรือปรับค่าได้ สวิตช์ทำงานด้วยแสง

มาตรฐานรายวิชา

1. เข้าใจหลักการวัด ทดสอบ ประกอบวงจรไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น การรักษาความปลอดภัย
2. ประกอบและตรวจสอบวงจรไฟฟ้า
3. ต่อวงจรและตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
4. ต่อวงจรและตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และแหล่งพลังงานไฟฟ้า
2. ปฏิบัติการวัดค่าความต้านทาน คำนวณค่าความต้านทาน อ่านสัญลักษณ์วงจรไฟ และระบบแสงสว่างตามมาตรฐาน การต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ การต่ออุปกรณ์ป้องกันได้และติดตั้งระบบสายดินตามขั้นตอนกำหนด
3. ปฏิบัติการบัดกรีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การเลือกใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ และทำสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ตามขั้นตอนกำหนด
4. น้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในการปฏิบัติงาน
5. นำนโยบายสถานศึกษา 3D ไปใช้ในการปฏิบัติงาน
6. แสดงพฤติกรรมลักษณะนิสัย คุณธรรม จริยธรรม มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ มีลำดับขั้นตอนในการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการเกี่ยวกับงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ระบบความปลอดภัยในงานไฟฟ้า
2. เพื่อให้มีความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบวงจรไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์
3. เพื่อให้สามารถประกอบทดสอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างเหมาะสม
4. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ มีลำดับขั้นตอนในการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

ประเด็นออกข้อสอบ

1. ระบบความปลอดภัยในงานไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์
2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า
3. อุปกรณ์ป้องกันและการต่อสายดิน
4. มอเตอร์ไฟฟ้าและการควบคุม
5. การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์
6. การใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้า

สาระสำคัญ

ให้ผู้เรียนศึกษาเพื่อให้มีความเข้าใจและปฏิบัติการเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า กฎของโอห์ม พลังงานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง การควบคุมมอเตอร์เบื้องต้น อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า และการต่อลงดิน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ R, L, C หม้อแปลงไฟฟ้า รีเลย์ ไมโครโฟน อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เทคนิคการบัดกรี การใช้มัลติมิเตอร์ ออสซิลโลสโคป เครื่องกำเนิดสัญญาณ การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นบนแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบชุดคิทเกี่ยวกับเครื่องหรี่ไฟ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงชนิดคงที่หรือปรับค่าได้

ความสำคัญของไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ในการปฏิบัติงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน ความปลอดภัยนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกไฟฟ้าเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดประโยชน์มากมายมหาศาล เมื่อไฟฟ้ามีประโยชน์ แต่ไฟฟ้าก็ย่อมมีโทษถ้าไม่รู้จักการใช้และการป้องกันอันตราย ที่เกิดขึ้นมักเกิดจากความประมาท ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ดังนั้นการที่จะช่วยลดอุบัติเหตุที่เกิดจากไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้เกิดความสูญเสียจะต้องรู้ถึงวิธีการป้องกันมิให้เกิดอันตรายและเข้าใจขั้นตอนวิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าได้กลายมาเป็นปัจจัยทีสำคัญอย่างหนึ่งในชีวิตประจำวันของมนุษย์ แหล่งกำนิดไฟฟ้าที่สำคัญ ได้แก่เกิดจากการเสียดสี เกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมี เกิดจากความร้อน เกิดจากแสงสว่าง เกิดจากแรงกดดัน เกิดจากสนามแม่เหล็ก ไฟฟ้ากระแสแบ่งได้ 2 ชนิดคือ ไฟฟ้ากระแสตรง และไฟฟ้ากระแสสลับ การต่อวงจรไฟฟ้าประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ ตัวนำไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และโหลด โดยทั่วไปจะแบ่งลักษณะการต่อวงจรได้ 3 แบบ คือ แบบอนุกรม, แบบขนาน,แบบผสม

อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า คืออุปกรณ์ที่ช่วยกันป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้า ในกรณีที่เกิดไฟฟ้าช็อด ไฟฟ้าดูดหรือเกิดการลัดวงจรจะทำให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินได้ ดังนั้นอุปกรณ์ป้องกันจะช่วยลดอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าได้ อุปกรณ์เหล่านี้ได้แก่ ฟิวส์ เซอร์กิต เบรกเกอร์ การต่อลงดิน และเครื่องป้องกันไฟฟ้าดูด เป็นต้น

พลังงานไฟฟ้าเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ที่ไม่สามารถมองเห็นหรือจับต้องได้ แต่ไฟฟ้าเป็นพลังงานพื้นฐานที่จะทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าหรือวงจรต่างๆ ทำงานได้ภายใต้ปริมาณไฟฟ้าที่เหมาะสม เพื่อเป็นการตรวจสอบ หรือให้ทราบค่าของปริมาณไฟฟ้าที่แท้จริง รวมทั้งการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง จึงมีความจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือวัดและทดสอบมาช่วยในการวัดค่าปริมาณไฟฟ้า

ให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเรื่องความหมายของการบัดกรี เทคนิคการบัดกรี ขั้นตอนการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ข้อสอบ

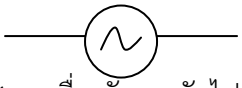
1. ข้อใดคือลักษณะของการถูกไฟฟ้าดูด
    1. กระแสไฟฟ้ารั่วออกจากระบบ
    2. กระแสไฟฟ้ารั่วลงโครงอุปกรณ์
    3. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายมนุษย์ลงสู่ดิน
    4. สายไลน์กับสายนิวตรอนสัมผัสกัน
    5. ถูกทุกข้อ

2. ข้อใด**ไม่ใช่**วิธีป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้า
    1. สวมถุงมือยางระหว่างปฏิบัติงาน
    2. ใช้มือดึงตัวผู้โดนไฟดูดอย่างรวดเร็ว
    3. ต่อสายดินอุปกรณ์ไฟฟ้า
    4. สวมรองเท้ายางระหว่างปฏิบัติงาน
    5. ตัดวงจรไฟฟ้าก่อนปฏิบัติงาน

3. ข้อใด**ไม่ใช่**หลักความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
    1. ใช้กระดาษพลางหลอดไฟ
    2. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเครื่องมือก่อนใช้งานทุกครั้ง
    3. ตัดวงจรไฟฟ้าก่อนปฏิบัติงาน
    4. เขียนป้ายแจ้งเตือนทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน
    5. ปฐมพยาบาลเบื้องต้นผู้ถูกไฟฟ้าดูดระหว่างส่งโรงพยาบาล

4. ข้อใดคือ **ไม่ใช่** การปฐมพยาบาลผู้ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า
   1. วางผู้ป่วยให้นอนหงายแล้วช้อนคอให้แหงนขึ้น
   2. นำสิ่งอุดตันออกจากช่องปาก
   3. ปลดแหล่งจ่ายไฟฟ้าทันที
   4. ฝายปอดผู้ป่วย
   5. หนวดหัวใจ

5. ข้อใด หมายถึงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง
   1. Generator
   2. Alternator
   3. Multi meter
   4. Motor
   5. Dynamo

6.  หมายถึงสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าในข้อใด
   1. เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า
   2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
   3. เซลล์ไฟฟ้า
   4. มอเตอร์ไฟฟ้า
   5. หม้อแปลงไฟฟ้า

7. ข้อใด**ไม่เกี่ยวข้อง**กับค่าความจุของแบตเตอรี่
   1. จำนวนขั้ว
   2. กระแสที่จ่ายออก
   3. อุณหภูมิ
   4. เวลาในการจ่ายกระแส
   5. ขนาดของแผ่นธาตุ

8. ข้อใดจัดเป็นองค์ประกอบหลักของวงจรไฟฟ้า
   1. แผงวงจร
   2. ตัวนำ
   3. โวลท์มิเตอร์
   4. โคมไฟฟ้า
   5. โอห์มมิเตอร์

9. นำความต้านทาน 500Ω และ 1.2KΩ มาต่ออนุกรมกัน ค่าความต้านรวมในวงจรมีค่าเท่าไร
    1. 500 Ω
    2. 800 Ω
    3. 1.2 K Ω
    4. 1.7 K Ω
    5. 1,520 Ω

10. การต่อวงจรปลั๊กตามบ้านพักอาศัย ต่อวงจรแบบใด
    1. อนุกรม
    2. ผสม
    3. อันดับ
    4. ขนาน
    5. ต่อตรง

11. วงจรในข้อใด**ไม่จัด**เป็นวงจรผสม
    1. วงจรเครื่องรับโทรทัศน์
    2. วงจรคอมพิวเตอร์
    3. วงจรแสงสว่าง
    4. วงจรเครื่องขยายเสียง
    5. วงจรโทรศัพท์มือถือ

12. ข้อใดเป็นส่วนผสมของฟิวส์
    1. ตะกั่วผสมทองแดง
    2. ตะกั่วผสมดีบุก
    3. ตะกั่วผสมเงิน
    4. ตะกั่วผสมอะลูมิเนียม
    5. ตะกั่วผสมเหล็ก

13. ฟิวส์ทำหน้าที่อะไรในวงจรไฟฟ้า
    1. ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินในวงจร
    2. ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อมีกระแสไฟฟ้าในวงจรต่ำ
    3. ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อเกิดไฟดูด
    4. รักษาระดับแรงดันไฟฟ้า
    5. ป้องกันไฟตก

14. ข้อใด**ไม่ใช่**ปลั๊กฟิวส์ที่นิยมใช้ตามอาคารบ้านเรือน
    1. ปลั๊กฟิวส์แบบมาตรฐาน
    2. ปลั๊กฟิวส์แบบเอส
    3. ปลั๊กฟิวส์แบบเสียบ
    4. ปลั๊กฟิวส์แบบแอล
    5. ปลั๊กฟิวส์แบบขาดช้า

15. ข้อใดกล่าว**ถูกต้อง**ในการเลือกใช้ฟิวส์
    1. กระแสฟิวส์ที่เลือกอย่างน้อยต้องเท่ากับกระแสปกติในวงจรหรือต่ำกว่า
    2. พิกัดแรงดันของฟิวส์จำเป็นต้องเท่ากับพิกัดแรงดันของสวิทช์
    3. คุณลักษณะในการหลอมละลายของฟิวส์เป็นตัวบอกความช้าในการละลายตัวเอง เมื่อมันโอเวอร์โหลด
    4. ฟิวส์แบบหลอมละลายเร็วจะใช้กับเครื่องมือวัด
    5. ต้องสามารถป้องกันตัวนำทุกสายเส้นไฟยกเว้นการต่อลงดิน

16. ปลั๊กฟิวส์ที่ใช้ในอาคาร บ้านพักอาศัย มีขนาดเท่าใด
    1. 0-30 แอมแปร์
    2. 0-32 แอมแปร์
    3. 0-35 แอมแปร์
    4. 0-38 แอมแปร์
    5. 0-45 แอมแปร์

17. ข้อใดทำหน้าหลอมละลายตัวเองเมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินที่ตั้งไว้
    1. ปลั๊กฟิวส์
    2. เบลดฟิวส์
    3. โอเวอร์โหลดฟิวส์
    4. เซอร์กิตเบรกเกอร์
    5. ทุกข้อถูกต้อง

18. คุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้าตรงกับข้อใด
    1. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานจลน์
    2. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล
    3. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อน
    4. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงอาทิตย์
    5. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานลม

19. ข้อใด**ไม่ใช่**อุปกรณ์พื้นฐานในวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส
    1. แมคเนติคคอนเนคเตอร์
    2. สวิทซ์ปุ่มกด
    3. หลอดสัญญาณ
    4. ฟิวส์
    5. เซอร์กิตเบรกเกอร์

20. ถ้าต้องการที่จะเปิดหรือปิดมอเตอร์ปั๊มน้ำแบบอัตโนมัติจะใช้อุปกรณ์อะไร
    1. สวิทซ์ทางเดียว
    2. สวิทซ์ลูกลอย
    3. สวิทซ์สองทาง
    4. โอเวอร์โหลดรีเลย์
    5. เซอร์กิตเบรกเกอร์

21. ข้อใดเป็นวิธีการควบคุมมอเตอร์ให้ทำงาน
    1. Sound Control
    2. Engineer Control
    3. Volume Control
    4. Direction Control
    5. Circuit Control

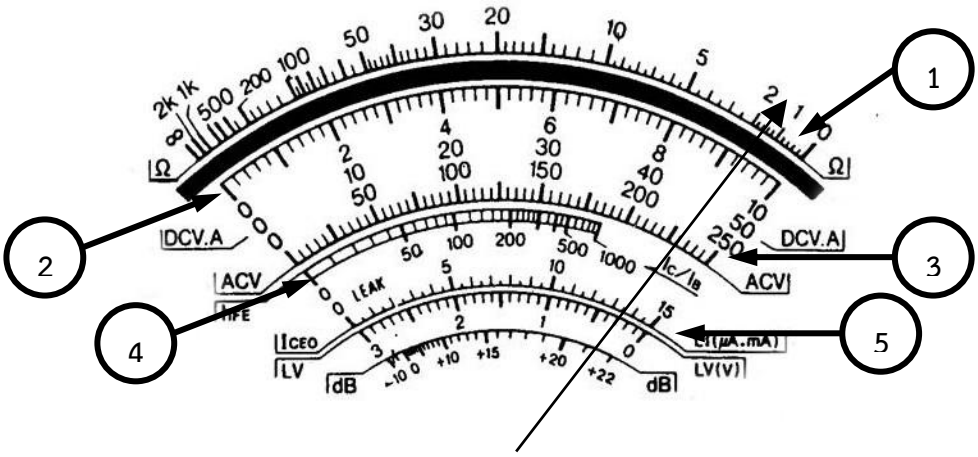
22. การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงใช้วิธีการในข้อใด
    1. ควบคุมกระแสที่ผ่านขดลวดอาเมเจอร์
    2. ปรับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์
    3. ควบคุมการหมุน
    4. การสลับทิศทางการหมุน
    5. ความร้อนที่เกิดจากการทำงาน

23. ความหมายของ “มัลติมิเตอร์” คือข้อใด
    1. วัดแรงดันไฟฟ้าได้ทั้งแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
    2. วัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ
    3. วัดค่าความต้านทาน,วัดค่าความจุ,วัดค่าอัตราการขยาย
    4. ข้อ ก,ข ,ค ถูกต้อง
    5. เป็นเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าที่วัดได้หลากหลายภายในตัวเดียว

24. นำมัลติมิเตอร์ ไปใช้วัดแรงดันไฟฟ้าข้อใด**ไม่ถูกต้อง**
    1. เลือกโหมดการวัดแรงดันไฟฟ้า
    2. ต่อวัดแบบขนานกับโหลดที่ต้องการรู้ค่า
    3. ต่อขั้วสายวัดให้ถูกต้องเมื่อวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
    4. ตั้งย่านการวัดให้สูงกว่าค่าที่จะวัดเสมอ
    5. เลือกมัลติมิเตอร์ ที่เหมาะสมกับการงานที่จะใช้แต่ละงาน

25. การวัดค่าความต้านอย่างเป็นขั้นตอน หมายถึงข้อใด
    1. เลือกย่าน,ปรับ Zero Ohm ,วัดค่า,ปรับ Zero Ohm ทุกครั้งหลังจากเปลี่ยนย่านการวัด
    2. ปรับ Zero Ohm, เลือกย่าน,วัดค่า
    3. เลือกย่าน,ปรับ Zero Ohm ,วัดค่าห้ามสัมผัสปลายสายวัด,ปรับ Zero Ohm ทุกครั้งหลังจากเปลี่ยนย่านการวัด
    4. ปรับ Zero Ohm, เลือกย่าน,วัดค่าห้ามสัมผัสปลายสายวัด,ปรับ Zero Ohm ทุกครั้งหลังจากเปลี่ยนย่านการวัด
    5. ยังไม่มีคำตอบที่สมบูรณ์

26. ข้อใด ไม่ใช่สาเหตุความผิดพลาดจากการใช้เครื่องวัด
    1. วางเครื่องวัดไม่ถูกต้องขณะทำการวัด
    2. อ่านค่าขณะที่เข็มไม่ทาบกับเงาบนหน้าปัด
    3. พื้นที่ทำการวัดมีอุณหภูมิสูง
    4. เครื่องวัดมีความคลาดเคลื่อน 3 %
    5. เข็มชี้เริ่มต้นไม่ตรงกับเลขศูนย์



จากรูป ใช้ตอบคำถามข้อ 27 – 28

27. นำมัลติมิเตอร์ วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ตั้งย่านการวัด 1000 V ค่าที่ได้ตรงกับข้อใด
    1. เลือกใช้สเกลที่ 2 ใช้ตัวเลขกำกับสเกล 0- 10 ค่าที่ได้ 900V DC
    2. เลือกใช้สเกลที่ 2 ใช้ตัวเลขกำกับสเกล 0- 50 ค่าที่ได้ 900V DC
    3. เลือกใช้สเกลที่ 2 ใช้ตัวเลขกำกับสเกล 0- 250 ค่าที่ได้ 900V DC
    4. เลือกใช้สเกลที่ 3 ใช้ตัวเลขกำกับสเกล 0- 10 ค่าที่ได้ 880V DC
    5. เลือกใช้สเกลที่ 3 ใช้ตัวเลขกำกับสเกล 0- 50 ค่าที่ได้ 880V DC

28. นำมัลติมิเตอร์ วัดค่าความต้านทาน ตั้งย่านการวัด R X 1K ค่าที่ได้ตรงกับข้อใด
    1. 2 โอห์ม
    2. 20 โอห์ม
    3. 200 โอห์ม
    4. 2,000 โอห์ม
    5. 20,000 โอห์ม

29. หัวแร้งขนาดกำลังวัตต์เท่าใดที่เหมาะสำหรับการบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นปริ้นซ์
    1 ขนาดกำลัง 15 วัตต์
    2 ขนาดกำลัง 30 วัตต์
    3 ขนาดกำลัง 80 วัตต์
    4 ขนาดกำลัง 100 วัตต์
    5 ถูกทุกข้อ

30. ส่วนผสมระหว่างดีบุกและตะกั่วของลวดบัดกรีที่ใช้สำหรับงานอิเล็กทรอนิกส์มีส่วนผสมตามข้อใด
    1. ดีบุก 40% ตะกั่ว 60%
    2. ดีบุก 60% ตะกั่ว 40%
    3. ดีบุก 50% ตะกั่ว 50%
    4. ดีบุก 5% ตะกั่ว 95%
    5. ขึ้นอยู่กับริษัทผู้ผลิต

31. ข้อใดเป็นสาเหตุทำให้รอยบัดกรี <u>ไม่สวยงาม</u>
    1. ให้ความร้อนต่ำและสูงเกินไป
    2. ใช้ฟลั๊กมากเกินไป
    3. แผ่นปริ้นสกปรก
    4. เติมตะกั่วมากเกินไป
    5. ถูกทุกคำตอบ

32. การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควรมีความรู้พื้นฐานในเรื่องใด
    1. ควรรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ และอ่านค่าอุปกรณ์
    2. หลักการและทักษะบัดกรี
    3. ลำดับการประกอบอุปกรณ์แต่ละตัว
    4. การทำความสะอาดแผ่นวงจร
    5. ถูกทุกข้อ

33. ข้อใดคือความหมายของการบัดกรีในงานอิเล็กทรอนิกส์
    1. คือการเชื่อมวัสดุเข้าด้วยกัน
    2. คือการต่อวงจรเข้าด้วยกัน
    3. คือการนำวัสดุมารวมกัน
    4. คือการเชื่อมต่อโลหะเข้าด้วยกันโดยใช้วัสดุตัวกลางเป็นตัวเชื่อมประสาน
    5. ไม่มีข้อใดถูก

34. รอยบัดกรีที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร
    1. รอยเชื่อมต่อต้องแข็งแรง
    2. รอยเชื่อมต่อต้องสะอาดเป็นมันเงางามไม่มีสีดำปรากฏอยู่
    3. นำกระแสไฟฟ้าได้ดี
    4. อุปกรณ์กับแผ่นปริ้นซ์ยึดเกาะกันอย่างแน่นหนา
    5. ถูกทุกข้อ