

บทที่ 1

แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง



วัตถุประสงค์

1. บอกชนิดของเซลล์ไฟฟ้าได้
2. คำนวณค่าเซลล์ไฟฟ้าเมื่อต่อขนานและอนุกรมได้
3. อธิบายการทำงานของแบตเตอรี่ได้
4. เข้าใจการประจุและคายประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่

1-1 เซลล์ไฟฟ้า (Cells)

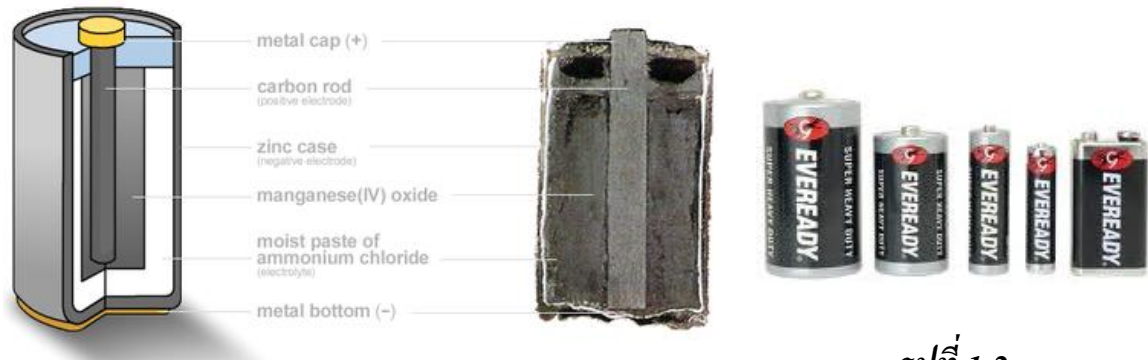
เซลล์ไฟฟ้า คือ แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ที่ให้แรงดันไฟฟ้าค่าน้อยๆ เช่น เซลล์ไฟฟ้าแบบ อัลคาไลน์ (Alkaline) เซลล์ไฟฟ้าแบบนิเกิล-แคดเมียม (Nickel-Cadmium) หรือ Ni-Cad หรือ เซลล์ไฟฟ้าแบบสังกะสี-คาร์บอน (Zinc-Carbon) (คือ ถ่านไฟฉายทั่วไป) เป็นต้น

1-1-1 เซลล์แบบ สังกะสี-คาร์บอน

ตั้งแต่นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลี ชื่อ Alessandro Volta ค้นพบเซลล์ไฟฟ้าแบบกัลวานิก เมื่อปี ค.ศ. 1792 และพัฒนามาเป็นแบตเตอรี่ตัวแรกของโลก ในปี ค.ศ. 1800 ยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนปัจจุบัน มีเซลล์ไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กกลง และมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น เซลล์ไฟฟ้าในยุคปัจจุบันเริ่มต้นพัฒนาจากเซลล์แห้งชนิดสังกะสี-คาร์บอน โดยใช้ปฏิกิริยาเคมีระหว่าง แมงกานีส ออกไซด์ (Manganese Oxide) และแท่งคาร์บอน (Carbon rod) โดยมี

รหัสวิชา 2104 – 2202

สังกะสี (Zinc) เป็นตัวหุ้ม ดังรูปที่ 1-1 เซลล์แบบสังกะสี-คาร์บอน จะให้แรงดันต่อ 1 เซลล์ เท่ากับ 1.04 V เซลล์แบบสังกะสี-คาร์บอน เป็นเซลล์แบบปฐมภูมิ (ที่มา : en.wikipedia.org/wiki/Zinc-carbon-batteries)



รูปที่ 1-2

รูปที่ 1-1 โครงสร้างเซลล์แบบสังกะสี-คาร์บอน

1-1-2 เซลล์แบบอัลคาไลน์

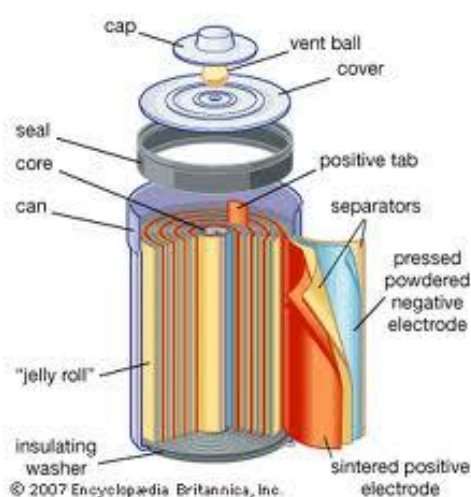
เซลล์แบบอัลคาไลน์ คือ เซลล์ที่ทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่าง สังกะสี กับแมงกานีส ไดออกไซด์ (Zinc - Manganese dioxide: Zn/MnO_2) เมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์แบบสังกะสี-คาร์บอน เซลล์อัลคาไลน์ จะมีคุณภาพที่ดีกว่า ใช้ได้ผลนานกว่า นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งแบบแบตเตอรี่ทั่วไป และแบบกระดุม (ที่ใช้ในเครื่องคิดเลข และรีโมทคอนโทรลขนาดเล็ก) โครงสร้างและลักษณะของเซลล์แบบอัลคาไลน์ แสดงดังรูป 1-3 แรงดันของเซลล์แบบอัลคาไลน์จะมีค่าเท่ากับ 1.5 – 1.65 V เซลล์แบบอัลคาไลน์ นับเป็นเซลล์ชนิดปฐมภูมิ



รูปที่ 1-3 โครงสร้างและลักษณะของเซลล์แบบอัลคาไลน์

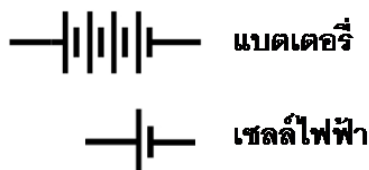
1-2-3 เซลล์แบบนิเกิล-แคดเมียม

เซลล์นิเกิล-แคดเมียม คือ เซลล์ที่ทำปฏิกิริยาเคมีระหว่างนิเกิล ออกไซด์ ไฮดรอกไซด์ (Nickel Oxide Hydroxide) และมีแคดเมียม (Cadmium) เป็นแกนกลาง ทำให้ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงได้ จึงเรียกย่อ ๆ ว่า เซลล์แบบนิ-แคด (Ni-Cd) หรือ NiCad ให้ความจุไฟฟ้าสูง เป็นเซลล์ไฟฟ้าชนิดทุติยภูมิ เมื่อจ่ายไฟฟ้าหมดแล้ว ยังสามารถประจุไฟฟ้าให้กลับมาใช้งานใหม่ได้ มีการผลิตในรูปแบบ AA, AAA และแบบอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 1-4 มีขนาดเล็กกว่าเซลล์ชนิดอื่นจึงสามารถพัฒนาเป็นแบตเตอรี่ที่มีความจุมาก ๆ แต่มีขนาดเล็กได้ เช่น แบตเตอรี่ในรถไฟฟ้า แบตเตอรี่ในยานอวกาศ เป็นต้น แรงดันไฟฟ้าของเซลล์นิเกิล-แคดเมียม 1 เซลล์ เท่ากับ 1.20 V

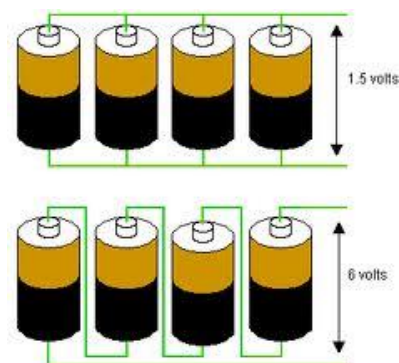


รูปที่ 1-4 เซลล์แบบนิเกิล-แคดเมียม

1-2 การต่อเซลล์ไฟฟ้า



รูปที่ 1-5 สัญลักษณ์



รูปที่ 1-6 การต่อเซลล์ไฟฟ้าอนุกรมและขนาน

การต่อเซลล์ไฟฟ้า ต่อได้ทั้งอนุกรมและขนาน วัตถุประสงค์ของการต่อ เพื่อเพิ่มแรงดัน เพิ่มกระแสไฟฟ้า หรือ เพิ่มทั้งสองปริมาณของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้า รวมกันหลาย ๆ เซลล์ จะเรียกว่าแบตเตอรี่ (Battery) พารามิเตอร์ที่สำคัญของเซลล์ และแบตเตอรี่ คือ แรงเคลื่อน(แรงดัน)ไฟฟ้า (e.m.f.,electro motive force) และความจุ (Capacity) ความจุของแบตเตอรี่มีหน่วยเป็น Ah (แอมแปร์-ชั่วโมง) เป็นตัวบอกความสามารถของ แบตเตอรี่ว่าจ่ายกระแสไฟฟ้าได้เท่าไรและเป็นระยะเวลายาวนานเท่าไรอีกด้วย เช่น แบตเตอรี่ 12V 100Ah จะหมายความว่า แบตเตอรี่นี้ มีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12V จ่ายกระแสไฟฟ้าได้ จำนวน 100A ในเวลา 1 ชั่วโมง (h) เป็นต้น แบตเตอรี่มีหลายชนิด เช่น แบบ AA , AAA , C และ D เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 1-7

ตารางที่ 1-1 ชนิดและความจุของแบตเตอรี่

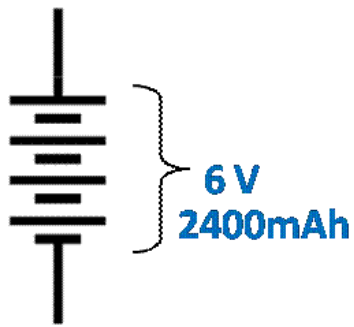


ชนิด	ความจุ (mAh)
D	12000
C	6000
AA	2000
AAA	1000
PP3(9V)	500

รูปที่ 1-7 แบตเตอรี่ขนาดต่าง ๆ

การต่อเซลล์ไฟฟ้าอนุกรม

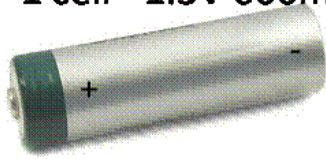
ถ้านำเซลล์ไฟฟ้าขนาด 1.5V จำนวน 4 เซลล์ มาต่ออนุกรมกัน จะได้ค่าแรงดันไฟฟ้ารวม เท่ากับ **6V** ($1.5V \times 4 = 6V$) การต่อเซลล์ไฟฟ้าอนุกรมนี้ จะทำให้กระแสไหลออกจากเซลล์ ทุกเซลล์ ในทิศทางเดียวกัน กระแสไฟฟ้านี้จะมีจำนวนเท่า ๆ กัน เท่ากับที่เซลล์เดียวจ่าย แต่แรงดันไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น 4 เท่า ตามจำนวนที่นำมาต่ออนุกรม ความจุของมันจะเพิ่มขึ้น 4 เท่า เช่นเดียวกัน ถ้า 1 เซลล์มีความจุ 600 mAh 4 เซลล์ จะได้ความจุไฟฟ้าเพิ่มเป็น 2400 mAh



รูปที่ 1-8 การต่อเซลล์ไฟฟ้าอนุกรม

การต่อเซลล์ไฟฟ้าขนาน

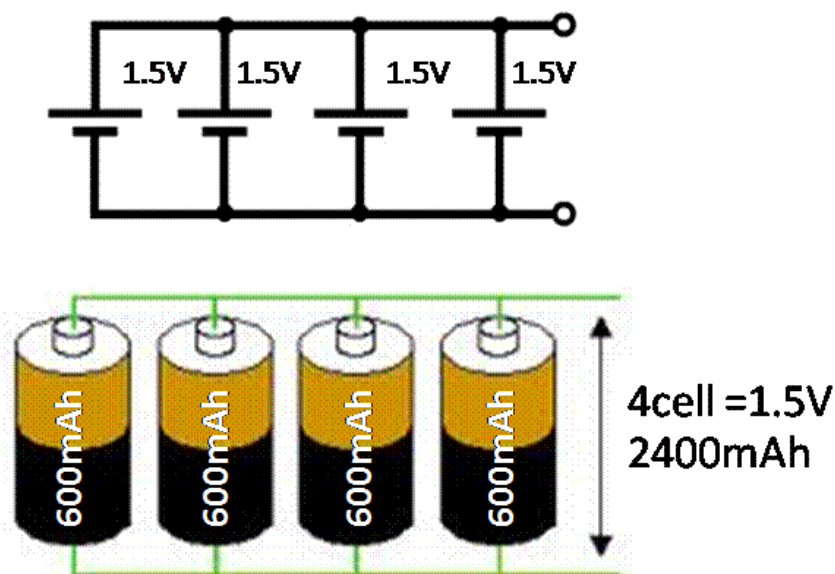
1 cell = 1.5V 600mAh



การต่อเซลล์ขนาน เพื่อเพิ่มความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้า ของแบตเตอรี่ แต่แรงดันของมันจะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเพียงเซลล์เดียว ถ้า นำเซลล์ 1.5V 600 mAh 4 เซลล์ มาต่อขนานกัน จะได้

แรงดันไฟฟ้ารวม 1.5 V แต่ได้กระแสไฟฟ้า 4 เท่า คือ 2400 mA จ่ายได้ใน 1 ชั่วโมง

ดังรูปที่ 1-9

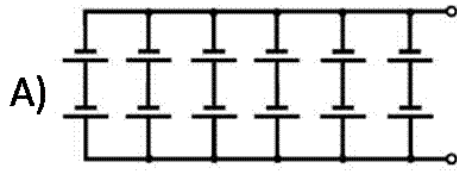


รูปที่ 1-9 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

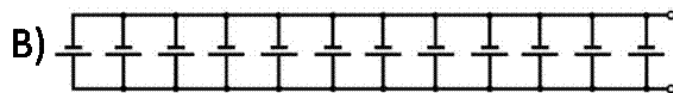
“ข้อควรระวังของการต่อเซลล์แบบขนานและอนุกรม คือ ความจุของแต่ละเซลล์ที่นำมาต่อ ต้องเท่ากันด้วย”

ตัวอย่างที่ 1-1 ต้องการต่อเซลล์ไฟฟ้าขนาดเซลล์ละ 1.2V จำนวน 12 เซลล์ ให้จ่าย

กระแสไฟฟ้าได้สูงที่สุด ควรต่อวงจรดังรูป A หรือ รูป B

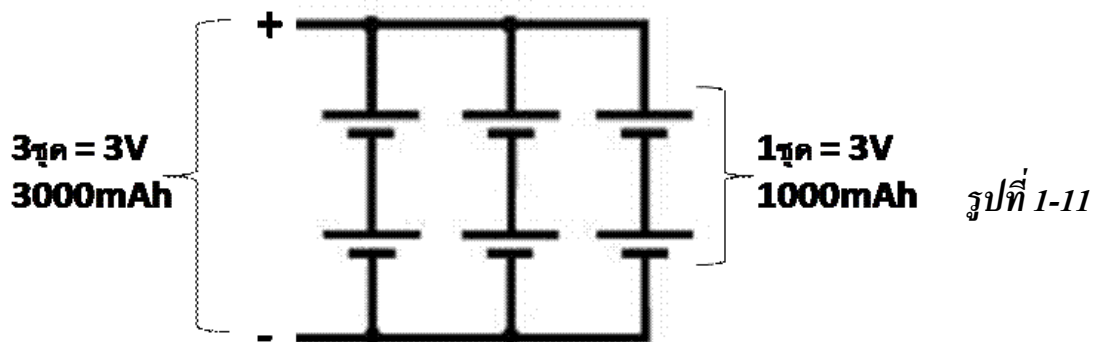


ตอบ ควรต่อวงจรรูป B เพราะว่าการ
ต่อขนานกัน 12 เซลล์ จะทำให้
กระแสไฟฟ้ารวมสูงที่สุด



รูปที่ 1-10

ตัวอย่างที่ 1-2 การต่อเซลล์ไฟฟ้า ดังรูปนี้ จะให้ค่า e.m.f และค่า Ah เท่าไร ถ้าเซลล์แต่ละ
เซลล์มีค่าแรงดัน 1.5V และ 500 mAh



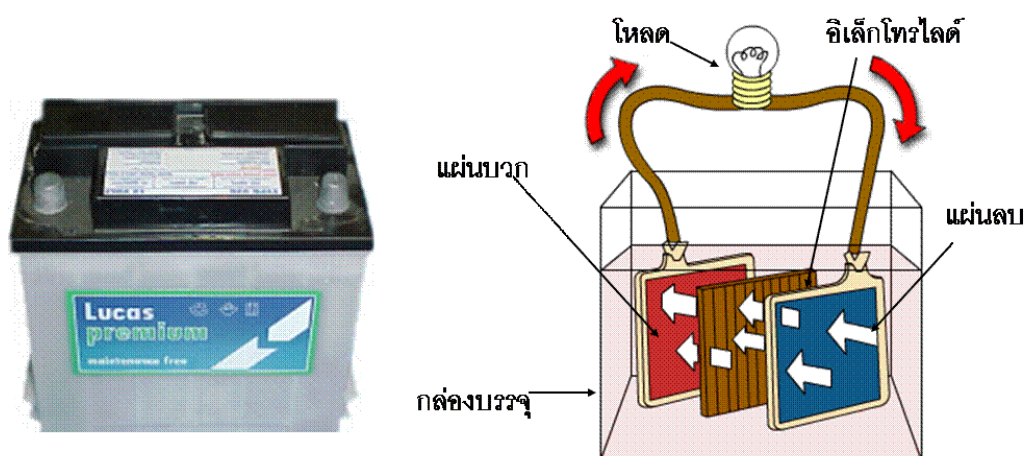
วิธีทำ

- 1) ค่า e.m.f จำนวน 2 เซลล์อนุกรมกันเท่ากับ $2 \times 1.5V = 3V$
- 2) ความจุของ 2 เซลล์ขนานกันเท่ากับ $2 \times 500 \text{ mAh} = 1000 \text{ mAh}$
- 3) นำเซลล์ในข้อ 1 3 ชุดมาขนานกันทำให้ e.m.f รวมเท่ากับ 3V แต่ความจุรวมเพิ่มขึ้น 3 เท่า ความจุรวม $3 \times 1000 \text{ mAh} = 3000 \text{ mAh}$

ตอบ 3V 3000 mAh

1-3 แบตเตอรี่ (Battery)

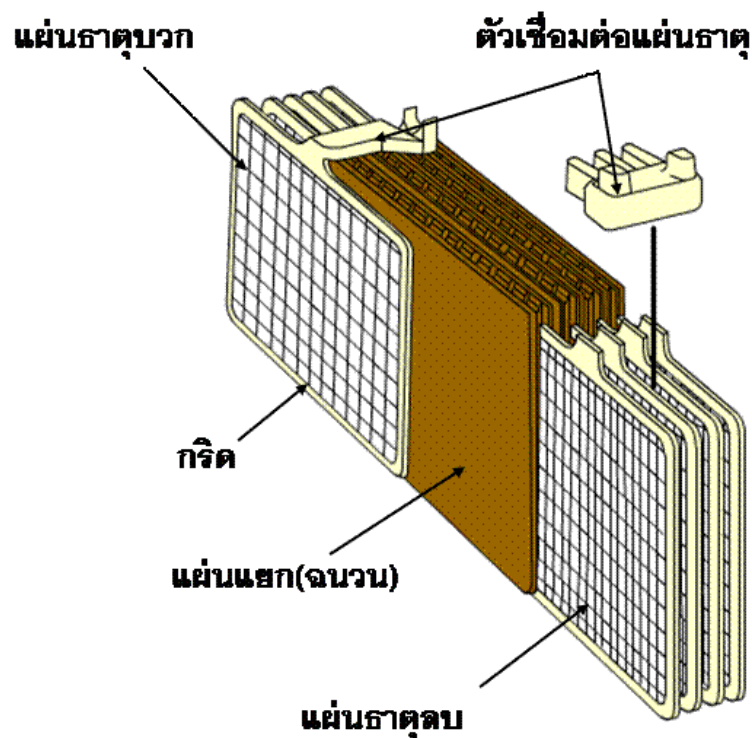
แบตเตอรี่ คือ แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ที่ผลิตไฟฟ้าจากปฏิกิริยาทางเคมี โดยมีทั้งชนิดเซลล์เปียก (Wet Cell) และเซลล์แห้ง (Dry Cell) แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่สำคัญมาก เช่น ใช้ในการสตาร์ทเครื่องยนต์ หรือใช้เป็นตัวเก็บสำรองไฟฟ้าไว้ใช้ในแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองเป็นต้น โครงสร้างของแบตเตอรี่ แผ่นธาตุ บวก และลบ แห่อยู่ในสารละลาย ที่เรียกว่า อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) แผ่นธาตุบวกทำด้วยตะกั่วเปอร์ออกไซด์ (Lead Peroxide) และแผ่นธาตุลบทำด้วยตะกั่ว (Porous Lead) สารละลาย คือกรดกำมะถัน (Sulphuric Acid) ผสมกับน้ำกลั่น ดังแสดงในรูปที่ 1-12



รูปที่ 1-12 โครงสร้างเบื้องต้นของแบตเตอรี่

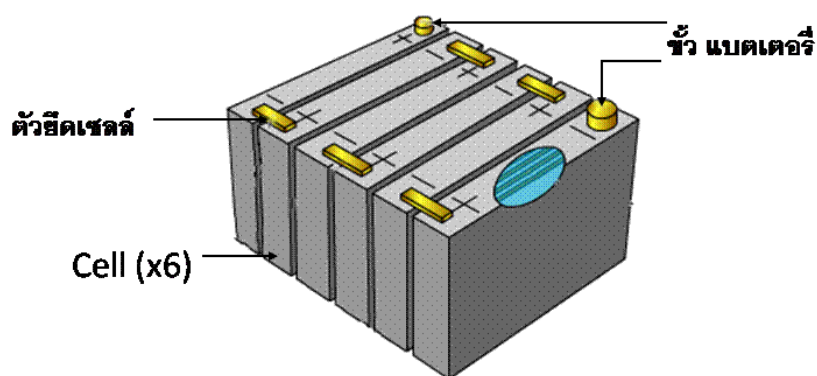
1-3-1 แบตเตอรี่เซลล์

แผ่นธาตุบวก และลบ ในแบตเตอรี่จะมีหลายแผ่นวางสลับกัน โดยมีแผ่นแยก (Separators) เป็นฉนวน ไม่ให้แผ่นบวกและลบต่อถึงกัน แต่สารละลาย อิเล็กโทรไลต์ สามารถไหลผ่านได้ โดยมีตัวต่อแผ่นธาตุ (Connector) เป็นตัวเชื่อมต่อกลุ่มของแผ่นธาตุลบ และกลุ่มของแผ่นธาตุบวก ดังรูปที่ 1-13 ซึ่งเรียกกันว่า แบตเตอรี่เซลล์ (Battery Cell)



รูปที่ 1-13 โครงสร้างของแผ่นธาตุบวกและลบ

เมื่อนำแบตเตอรี่เซลล์หลาย ๆ เซลล์มาต่อกัน จะได้แบตเตอรี่ 1 ลูก เช่น ถ้าแต่ละเซลล์ของแบตเตอรี่หนึ่งเซลล์ มีแรงดันไฟฟ้า 2V และเราต้องการแบตเตอรี่ ที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ 12V ก็ได้นำมาต่ออนุกรมกัน 6 เซลล์ เป็นต้น ดังรูปที่ 1-14 โดยมีตัวยึดเซลล์ต่อขั้ว (-) และ



(+) ของแต่ละเซลล์เข้าด้วยกัน ทั้ง 6 เซลล์ และต่อขั้ว (+) ของเซลล์แรก และขั้ว (-) ของเซลล์ที่ 6 เป็นขั้ว (+) และ (-) ของแบตเตอรี่

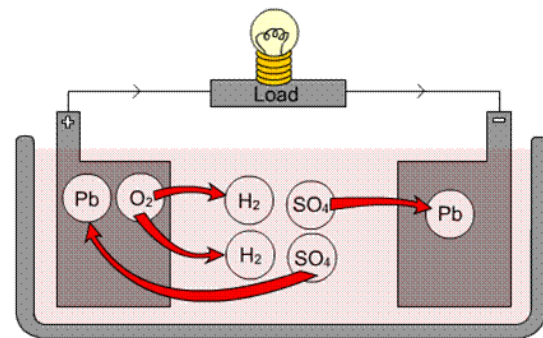
รูปที่ 1-14 การต่อแบตเตอรี่เซลล์ 6 เซลล์

1-3-2 การทำงานของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ จะทำงานได้ 2 สถานะ คือ (1) จ่ายไฟฟ้า (Discharging) และ (2) ประจุไฟฟ้า (Charging) ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในแต่ละกระบวนการ ดังต่อไปนี้

1. สถานะจ่ายไฟฟ้า

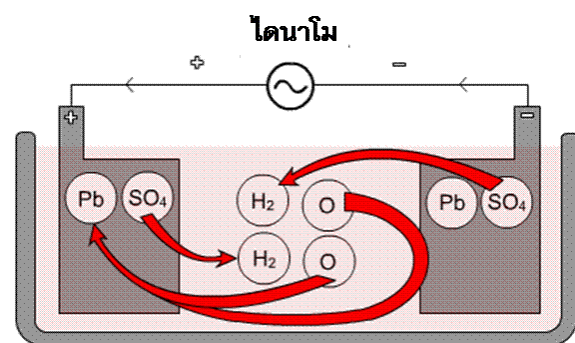
เมื่อกระแสไฟฟ้าจ่ายออกจากแบตเตอรี่สู่โหลด คือไหลจากขั้ว (+) ไปยังขั้ว (-) ผลคือไฮโดรเจน (H_2) ที่อยู่ในสารละลาย จะทำปฏิกิริยารวมตัวกับออกซิเจน (O_2) ที่แผ่นธาตุบวก ทำให้กลายเป็นน้ำ และกรดกำมะถัน (SO_4) จะทำปฏิกิริยากับตะกั่ว (Pb) ที่แผ่นธาตุบวกและลบ ดังรูปที่ 1-15 (ก)



(ก) จ่ายไฟฟ้า

2. สถานะประจุไฟฟ้า

เมื่อทำการประจุไฟฟ้า ตอนที่แบตเตอรี่ไม่มีไฟ (แรงดัน ต่ำกว่า 12V) โดยการชาร์จไฟจากแหล่งจ่ายภายนอก เช่น จากไดนาโม ในรถยนต์ เป็นต้น กระแสไฟฟ้าจากไดนาโมจะไหลมาที่ขั้ว (+) ทำให้ SO_4 ที่รวมตัวอยู่กับ Pb ที่แผ่น (+) และแผ่น (-) หลุดออกมาอยู่ในสารละลายและออกซิเจนจะกลับมารวมตัวกับ Pb อีกครั้งหนึ่ง กระบวนการนี้ต้องทำอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งแผ่นธาตุ (+) และ (-) กลับมาสู่สภาวะปกติ (ไฟเต็มนั่นเอง)

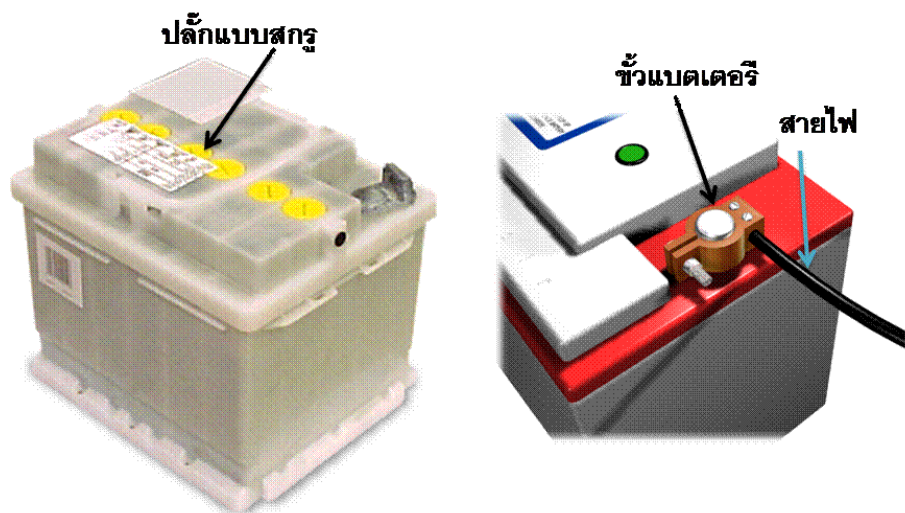


(ข) ประจุไฟฟ้า

รูปที่ 1-15 แบตเตอรี่จ่ายไฟฟ้า
และประจุไฟฟ้า

1-3-3 ลักษณะภายนอก

แบตเตอรี่ทั่วไปจะมีตัวถัง (ภายนอก) ทำด้วยพลาสติกชนิดโพลีพรอโพรลีน (Polypropylene) หรือยางผสมแบบแข็ง (สีดำหรือเทาเข้ม) ด้านบนของมันจะมีปลั๊กแบบสกรูหมุนได้เพื่อเปิดช่องให้เติมน้ำกลั่นในแต่ละเซลล์ การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ ทำได้โดยสังเกตระดับของน้ำกลั่น ในตัวแบตเตอรี่ หรือมองที่ช่องคุน้ำกลั่น หากพร่องลง ให้เติมน้ำกลั่นจนอยู่ในระดับที่กำหนด จะทำให้แบตเตอรี่มีอายุใช้งานได้ยืนนาน ปกติแบตเตอรี่จะมีอายุการใช้งานในสภาวะปกติ ระหว่าง 2-2.5 ปี



รูปที่ 1-16 แบตเตอรี่ ขั้วต่อ และปลั๊ก เติมน้ำกลั่น

ขั้วแบตเตอรี่

ขั้วแบตเตอรี่ ที่ติดอยู่กับตัวแบตเตอรี่ ทำด้วยตะกั่วมีขนาดใหญ่ต้องใช้หัวต่อขนาดใหญ่เป็นแคลมป์ (Clamp) ขันให้แน่นด้วยน็อต โดยปกติขั้ว (+) ของแบตเตอรี่จะมีขนาดใหญ่กว่าขั้ว (-) ของแบตเตอรี่ สายไฟฟ้าสำหรับแบตเตอรี่ เป็นสายชนิดพิเศษ ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง จะเป็นสายขนาดใหญ่ ทนกระแสไฟฟ้าได้สูงมาก ภายในประกอบไปด้วย สายเส้นเล็ก ๆ (ฝอย) หลายเส้นรวมกัน จึงมีความต้านทานต่ำเหมาะกับแบตเตอรี่ ดังรูปที่ 1-16

แบบฝึกหัด เรื่องแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ในรถยนต์ แบตเตอรี่ทำหน้าที่อะไร
 - ก. จ่ายให้เครื่องปรับอากาศ
 - ข. สตาร์ทเครื่องยนต์
 - ค. ขับมอเตอร์กระจกไฟฟ้า
 - ง. ช่วยดับเครื่องยนต์ตอนจอด
2. แผ่นธาตุบวกของแบตเตอรี่ ทำจากวัสดุในข้อใด
 - ก. Lead Peroxide
 - ข. Tin Peroxide
 - ค. Lead Acid
 - ง. Lead
3. กระบวนการที่แบตเตอรี่เก็บประจุ ตรงกับข้อใด
 - ก. เคมี-เป็น-ไฟฟ้า
 - ข. พลังงานจลน์-เป็น-ไฟฟ้า
 - ค. ความร้อน-เป็น-เคมี
 - ง. ไฟฟ้า-เป็น-เคมี
4. ค่า e.m.f ของเซลล์ไฟฟ้า มีหน่วยตรงกับข้อใด
 - ก. N
 - ข. A
 - ค. V
 - ง. Ah
5. เซลล์ไฟฟ้าชนิด NiCad มีค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายออกมาเท่าไร
 - ก. 1.50 V
 - ข. 1.25 V
 - ค. 1.20 V
 - ง. 1.10 V



6. เซลล์ไฟฟ้าในข้อใดที่มีคุณภาพต่ำที่สุด



- ก. สังกะสี-โบรอน
- ข. นิกเกิล-แคดเมียม
- ค. อลคาไลน์
- ง. สังกะสี-คาร์บอน

รหัสวิชา 2104 – 2202

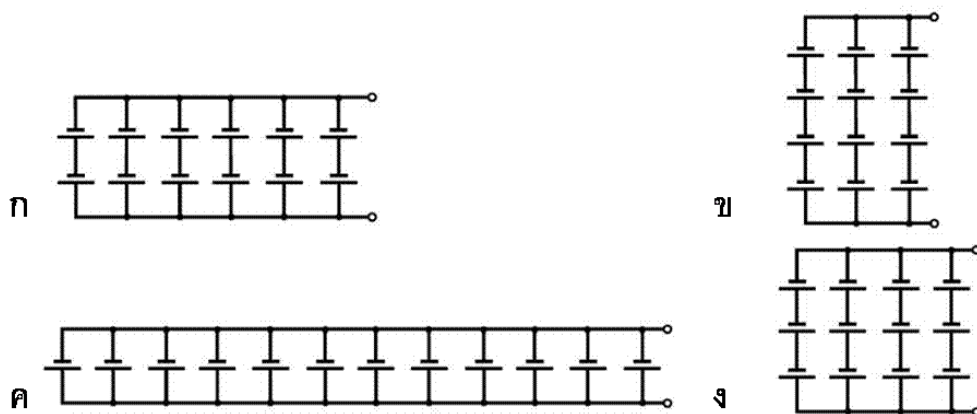
7. เซลล์ไฟฟ้าในข้อใดที่เป็นเซลล์ชนิดทุติยภูมิ

- ก. นิกเกิล-แคดเมียม ข. NiCad
ค. อัลคาไลน์ ง. ข้อ ก และ ข ถูกต้อง

8. เซลล์ไฟฟ้า ขนาด 1.5V จำนวน 8 เซลล์ ต่ออนุกรมกันจะได้แรงดันไฟฟ้า

- ก. 1.5 V ข. 6 V
ค. 8 V ง. 12 V

จากรูปที่ 1-17 ใช้ตอบคำถามข้อ 9-10



รูปที่ 1-17

9. ถ้าเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์มีค่า 1.5V 1Ah การต่อเซลล์ดังข้อใดจะได้แรงดันไฟฟ้ารวมสูงที่สุด

- ก. ข้อ ก ข. ข้อ ข
ค. ข้อ ค ง. ข้อ ง

10. ถ้าต่อเซลล์ดังรูป ข ข้อใดกล่าวถึงค่า e.m.f และ Capacity ถูกต้อง

- ก. 3V 12Ah ข. 6V 6Ah
ค. 6V 12Ah ง. 3V 6Ah



รหัสวิชา 2104 – 2202

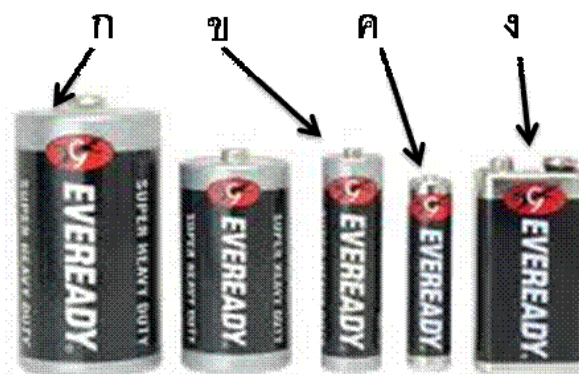
11. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ในแบตเตอรี่แบบเปียก (แบบเติมน้ำกลั่น) คือ ข้อใด

- ก. กรดเกลือ ข. กรดกำมะถัน
ค. กรดแคลเซียม ง. กรดตะกั่ว

12. เมื่อแบตเตอรี่แบบเปียกจ่ายไฟฟ้า จะเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ดังข้อใด

- ก. SO_4 จะรวมตัวกับ O ที่แผ่นธาตุลบ
ข. SO_4 จะรวมตัวกับ Pb ที่แผ่นธาตุบวก
ค. H_2 จะรวมตัวกับ O ที่แผ่นธาตุลบ
ง. H_2 จะรวมตัวกับ O ที่แผ่นธาตุบวก

13. จากรูปข้างล่างนี้ ข้อใดคือแบตเตอรี่แบบ AAA



- ก. รูป ก ข. รูป ข
ค. รูป ค ง. รูป ง

14. ข้อใดคือถ่านไฟฉายชนิด PP3 (9V) ใช้คำตอบ จากข้อ 13

