

# แบตเตอรี่

พลังงานไฟฟ้าที่มนุษย์ใช้ทุกวันนี้ได้มาจากหลายทาง และทางหนึ่งซึ่งเราใช้กันมากในชีวิตประจำวัน ได้มาจากพลังงานเคมีที่เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าในเซลล์ไฟฟ้า

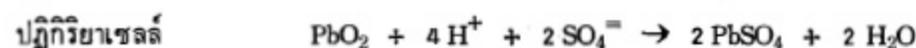
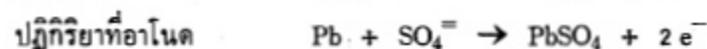
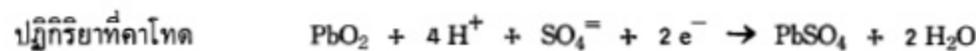
เซลล์ไฟฟ้า คือเครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมี ประเภทที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า เรียกว่ากัลวานิกเซลล์และ ประเภทที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมีเรียกว่าอิเล็กโทรไลติกเซลล์ เซลล์ไฟฟ้าทุกชนิดประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า ๒ ชนิด คือ คาโทด (cathod) และแอโนด (anode) และส่วนที่เป็นน้ำยาเคมีซึ่งเรียกว่า อิเล็กโทรไลต์ (electrolyte)

เซลล์ไฟฟ้ายังจำแนกเป็น ๒ ชนิด คือชนิดที่เมื่อใช้ไฟหมดแล้วไม่สามารถอัดไฟเพื่อนำมาใช้อีก เรียกว่าเซลล์ปฐมภูมิ (primary cell) และชนิดที่เมื่อใช้ไฟหมดแล้วนำมาอัดไฟใช้ใหม่ได้อีก เรียกว่าเซลล์ทุติยภูมิ (secondary cell) เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อกันแบบอนุกรมเรียกว่าแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ที่เรารู้จักกันดีและใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน คือแบตเตอรี่ตะกั่วกรด

แบตเตอรี่ตะกั่ว—กรด (lead—acid battery) ที่สำคัญ ๆ มี ๒ ชนิด คือ แบตเตอรี่ที่ใช้กับรถยนต์ และแบตเตอรี่พลวง

## ปฏิกิริยาของเซลล์ตะกั่ว—กรด (การปล่อยไฟ)

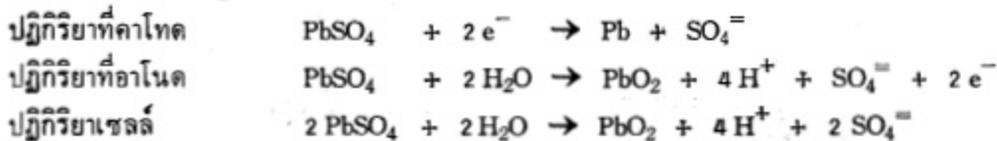
ส่วนที่เป็นแอโนดทำด้วยตะกั่ว ส่วนที่เป็นคาโทดทำด้วยตะกั่วไดออกไซด์ ส่วนน้ำยาเคมี (อิเล็กโทรไลต์) ก็คือ กรดกำมะถัน สำหรับปฏิกิริยาของการปล่อยไฟ เป็นดังนี้



แบตเตอรี่ที่ใช้กับรถยนต์ประกอบด้วยเซลล์ที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ ๒ โวลต์ จำนวน ๖ เซลล์ มาต่อกันแบบอนุกรม ในแบตเตอรี่นี้จะมีแผ่นธาตุบาง ๆ มีรูพรุนคล้ายฟองน้ำเพื่อให้มีพื้นที่ผิวมาก ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่สามารถปล่อยกระแสได้มากและยังคงรักษาแรงเคลื่อนไฟฟ้าไว้ในระดับที่ต้องการด้วย แบตเตอรี่ชนิดนี้ได้ถูกออกแบบให้ปล่อยพลังงานได้ทีละน้อยแล้วนำมาอัดไฟใหม่ (shallow cycling) ถ้าจะให้ปล่อยพลังงานมาก ก็ต้องใช้ในช่วงสั้น ๆ เช่น ในการสตาร์ทเครื่องยนต์ โดยเฉลี่ยแล้วจะใช้กระแสเกินกว่า ๓๐๐ แอมแปร์ในเวลา ๒—๓ นาที ซึ่งจะทำให้พลังงานในแบตเตอรี่ร้อยละ ๑ ของความจุของแบตเตอรี่ถูกใช้ไป (ความจุคือพลังงานไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นแอมแปร์—ชั่วโมง) ดังนั้นผู้ที่ชอบสตาร์ทรถทั้งวันนาน ๆ ก็จะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพเร็ว

แผ่นธาตุดังกล่าวบอบบางและเปราะ เมื่อต้องผ่าน ขบวนการ ทางเคมีในการอัดและปล่อยไฟอย่างเต็มที่บ่อย ๆ อนุภาคของตะกั่วซึ่งเป็นส่วนประกอบของธาตุจะหลุดจากแผ่น ทำให้เกิดกระแสไฟลัดวงจรเป็นผลให้อัตราการปล่อยกระแสสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมประสิทธิภาพเร็วขึ้น

สำหรับปฏิกิริยาการอัดไฟ ชั่วที่เคยเป็นคาโทดจะกลับกลายเป็นแอนโนด ส่วนขั้วที่เป็นแอนโนดจะกลับกลายเป็นคาโทด ปฏิกิริยาเป็นดังนี้



จะเห็นว่า ปฏิกิริยา การอัดไฟ และปล่อยไฟเป็นปฏิกิริยาสวนทางกัน ในระหว่าง ที่มีการ ปล่อยไฟ พื้นที่ของแผ่นธาตุที่ทำปฏิกิริยาจะลดลง เพราะผิวของมันถูกเคลือบด้วยตะกั่วซัลเฟต ซึ่งเป็นฉนวนทำให้ความต้านทานภายในสูง และแรงเคลื่อนไฟฟ้าก็ลดต่ำลง ในที่สุดแผ่นธาตุจะไม่มีพื้นที่ผิวเหลือสำหรับทำปฏิกิริยา เนื่องจากซัลเฟตที่อ้อนจากน้ำยาจะมาจับเป็นตะกั่วซัลเฟตบนแผ่นธาตุจนหมด แบตเตอรี่จึงหมดสภาพ

เมื่อ ซัล เฟต ออออน ทั้ง หมด หลุด จาก แผ่น ธาตุ และเข้ามาอยู่ในสารละลาย เราเรียกว่าแบตเตอรีถูกอัดไฟ แต่ในทางปฏิบัติแล้วซัลเฟตที่อ้อนไม่อาจหลุดเข้ามาในสารละลายได้หมด บางส่วนยังคงเกาะติดกับแผ่นธาตุในรูปของตะกั่วซัลเฟต สิ่งนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้แบตเตอรีมีอายุจำกัด เมื่อเวลาผ่านไปพื้นที่ผิวที่สามารถทำปฏิกิริยาจะร่อยหลอลงไปทุกที ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า ซัลเฟชัน (sulfation)

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดคือ ๗๔ องศาฟาเรนไฮต์ ถ้าอุณหภูมิลดลงปฏิกิริยาจะเกิดได้ช้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะต่ำ ตัวอย่างที่เห็น ๆ กัน อยู่คือเมื่อเวลาที่มีอากาศเย็นจะสตาร์ทรถได้ยาก เมื่ออุณหภูมิสูงก็เช่นกัน ถ้าปล่อยแบตเตอรีไว้นาน ๆ มีอุณหภูมิเกิน ๙๕ องศาฟาเรนไฮต์ จะทำให้อายุการใช้งานสั้นลงและประสิทธิภาพจะต่ำลง เนื่องจากเกิดการปล่อยกระแสไฟได้เอง (self-discharging) ประสิทธิภาพของแบตเตอรี จะดีขึ้นถ้าปล่อยไฟอย่างช้า ๆ

เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการเติมแคลเซียมลงไป ในแผ่นธาตุที่มีรูพรุน เพื่อให้แผ่นธาตุแข็ง ภาวเติมแคลเซียมนี้ทำให้ความต้านทานภายในแบตเตอรีสูงขึ้น การอัดไฟจะทำได้ช้า แต่แบตเตอรีที่มีแคลเซียมอยู่ด้วยนี้ ถ้าปล่อยไว้นาน ๆ เมื่อจะใช้ก็นำมาอัดไฟอีกเล็กน้อยก็ใช้ได้ และข้อดีอีกอย่างหนึ่งก็คือไม่ต้องเติมน้ำกลั่นบ่อย ๆ

### คุณสมบัติของแบตเตอรีประเภทตะกั่ว—กรด

แบตเตอรีประเภทนี้ถูก ออกแบบ ให้ปล่อย พลังงานไฟฟ้าได้ทีละน้อย แล้วต้องนำมาอัดไฟใหม่ ถ้าจะให้ปล่อยพลังงานไฟฟ้ามาก ๆ ก็ต้องใช้ในเวลาสั้น ๆ สำหรับรถยนต์เมื่อเครื่องติดแล้ว แบตเตอรีจะถูกอัดไฟจากเครื่องผลิตไฟ (generator) การปล่อยกระแสไฟนี้ แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะลดลงเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับอัตราของการปล่อยกระแสไฟ ถ้าแบตเตอรีปล่อยไฟครบ 100 เปอร์เซ็นต์ แรงเคลื่อนจะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงจุดหมดสภาพ แรงเคลื่อนไฟฟ้าแบตเตอรีเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะเครื่องมือเครื่องใช้ทางไฟฟ้าที่ต้องใช้แบตเตอรีได้ถูก ออกแบบ ให้ทำงานในช่วงของศักย์ไฟฟ้าช่วงใดช่วงหนึ่ง ถ้าแรงเคลื่อนของแบตเตอรีต่ำกว่าช่วงนี้แล้ว เครื่องมีนั้นจะไม่ทำงาน

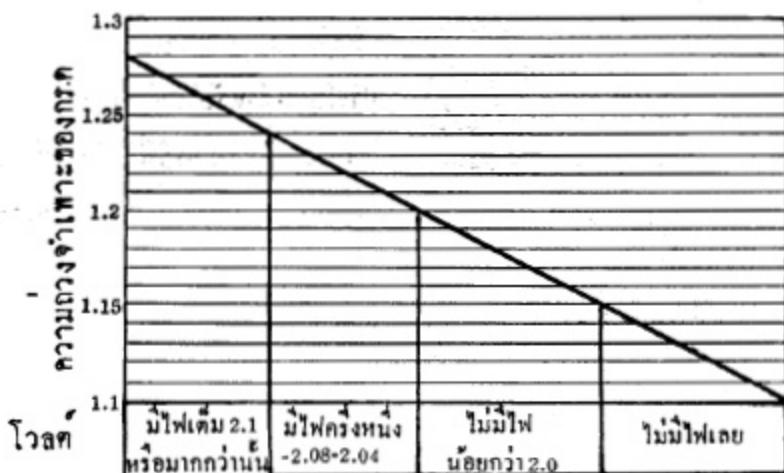
อายุ การ ใช้ งาน ของ แบตเตอรี รถยนต์ เฉลี่ย ประมาณ ๓-๕ ปี แต่ถ้าให้มันปล่อยไฟไปมาก ๆ แล้วจึงนำมาอัดไฟใหม่ก็จะทำให้มีอายุไม่ถึง ๒ ปี

### ความด่างจำเพาะกับสถานะภาพของประจุ

เมื่อแบตเตอรีปล่อยกระแสไฟ กรดกำมะถันจะถูกใช้ไปเรื่อย ๆ ทำให้ความด่างจำเพาะของน้ำยา

(electrolyte) ลดลง ดังนั้นการวัดสภาพของประจุของแบตเตอรี่ตะกั่ว—กรด อาจหาได้โดยการวัดความ

ถ่วงจำเพาะโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ แบตเตอรี่ที่ตีควรมีค่าความถ่วงจำเพาะ ๑.๒๘ ดังรูป



สภาวะของแบตเตอรี่ตะกั่ว—กรด วัดจากแรงเคลื่อนในสภาพที่เป็นวงจร เบิก และความถ่วงจำเพาะของน้ำยา

การตรวจสอบสภาพของประจุอีกวิธีหนึ่ง คือการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า ซึ่งเป็นวิธีที่ดีกว่าวิธีแรก เราไม่ต้องเปิดเซลล์ออกมาตรวจ เพราะการเปิดเซลล์อาจเป็นการนำสารมลทินเข้าไปในเซลล์ได้ แบตเตอรี่ชนิด ๑๒ โวลต์ โดยปกติจะมีช่วงของแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่าง ๑๑.๗ ถึง ๑๒.๖ โวลต์ หรือวัดความแตกต่างของแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างแต่ละเซลล์ ซึ่งไม่ควรเกิน ๐.๐๕ โวลต์

ปัญหาที่เกิดกับการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า คือ อุณหภูมิ เพราะความต้านทานภายในเซลล์จะแปรตามอุณหภูมิ ถ้าแบตเตอรี่ที่อุณหภูมิมีค่ากว่า ๕๐ องศาฟาเรนไฮต์ และกำลังอัดไฟอยู่ ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้จะสูงกว่าความเป็นจริง ทำให้ผู้วัดคิดว่าแบตเตอรี่มีไฟเต็ม แต่ความจริงแล้วยังไม่เต็ม ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการแก้ไขความผิดพลาดเนื่องจากอุณหภูมิ

### ประสิทธิภาพกับอัตราการปล่อยไฟ

แบตเตอรี่ตะกั่ว—กรด มีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ ๗๐ ถ้าให้ปล่อยไฟช้าลงจะทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังนั้นเราควรใช้แบตเตอรี่ขนาดใหญ่ เพราะปล่อยไฟได้ช้าและเก็บพลังงานไฟฟ้าได้มาก

### การอัดไฟสำหรับแบตเตอรี่ตะกั่ว—กรด

สำหรับแบตเตอรี่ที่ไฟเกือบหมดหม้อหรือเกือบเต็ม (สถานะสภาพของประจุน้อยกว่าร้อยละ ๒๐ หรือมากกว่าร้อยละ ๘๐ ตามลำดับ) อัตราการอัดไฟที่เหมาะสมที่สุดคืออัดให้เต็มในเวลา ๒๐ ชั่วโมง ถ้าอัดในอัตราเร็วจะทำให้เกิดก๊าซและความร้อนในแบตเตอรี่มาก ทำให้อายุของแบตเตอรี่สั้นลง ส่วนแบตเตอรี่ที่มีสภาพของประจุน้อยกว่าร้อยละ ๒๐ ถึงร้อยละ ๘๐ อัตราที่เร็วที่สุดที่อัดแบตเตอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพคืออัดให้เต็มในเวลา ๑๐ ชั่วโมง

### การปล่อยไฟเอง (self discharge)

คือการสูญเสียไฟไปเองโดยไม่ได้ใช้ ซึ่งขึ้นกับอุณหภูมิ ถ้าเก็บไว้ในที่เย็นจัดก็จะไม่มีการปล่อยไฟได้เอง ถ้าต้องการเก็บแบตเตอรี่ตะกั่ว—กรด ไว้เฉยๆ เมื่อไม่ใช้งานหลาย ๆ เดือน ควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิ ๕๐ องศาฟาเรนไฮต์ แต่ก่อนเก็บต้องให้แน่ใจว่าแบตเตอรี่มีไฟเต็มหม้อแล้ว และเมื่อจะนำมาใช้ต้องทำให้มันอุ่นขึ้นก่อน

## การบำรุงรักษา

เวลาที่เหมาะที่สุดสำหรับการดูแลรักษาแบตเตอรี่ คือ เวลายังมีไฟเต็มและกำลังอัดไฟอยู่ จะเป็นเวลาที่เหมาะที่สุดที่จะตรวจระดับของน้ำยาของทุก ๆ เซลล์

การเติมน้ำในแบตเตอรี่ขณะที่ยังเย็น แล้วอัดไฟเข้าไป จะทำให้น้ำยาทะลักออกมาเนื่องจากเกิดการขยายตัวจากความร้อนที่ได้จากการอัดไฟ เมื่อแบตเตอรี่มีไฟเต็ม หม้อ แล้ว นำมาอัดไฟจะเกิดก๊าซขึ้น ฟองก๊าซนี้จะช่วยกระจายน้ำไปทั่วน้ำยา

พึงระลึกไว้ว่าเมื่อระดับน้ำยาพร่อง ให้เติมน้ำกลั่นเสมอ วิธีดูแลรักษาอีกวิธีหนึ่งคือตรวจความแตกต่างของแรงเคลื่อนระหว่างแต่ละเซลล์ ซึ่งไม่ควรเกิน ๐.๐๕ โวลต์

## แบตเตอรี่หลวง

แบตเตอรี่ประเภทหลวงนี้ แผ่นธาตุไม่ได้ทำด้วยตะกั่วที่มีรูพรุนเหมือนฟองน้ำ แต่เป็นแผ่นโลหะผสมของตะกั่วที่มีพลวงถึงร้อยละ ๑๖ พลวงที่ถูกผสมเข้าไปจะไม่มีส่วนในปฏิกิริยาของเซลล์ แต่จะช่วยให้แผ่นธาตุมีความแข็งแรงและมีอายุการใช้งานนานขึ้น แผ่นธาตุของแบตเตอรี่ชนิดนี้จะหนากว่าแผ่นธาตุของแบตเตอรี่รถยนต์มากกว่า ๔ เท่า ทำให้มีขนาดใหญ่และหนัก ไม่ใช่ประกอบแบตเตอรี่ที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิน ๖ โวลต์

## เอกสารอ้างอิง

1. Perez, Richard A. The complete battery book, Pennsylvania, Tab Books Inc., 1985
2. Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry, 5<sup>th</sup> ed Vol. A3, Florida, Deerfield Beach, 1985
3. Dry cells batteries & accumulators : a complete reference to all the usual modern types, Hemel Hempstead, Herts., Model & Allied Publication Ltd., 1972

แบตเตอรี่ชนิดนี้ถูกออกแบบไว้ให้สามารถปล่อยพลังงานได้สูง และสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้เกินกว่าร้อยละ ๘๐ แล้วจึงนำไปอัดไฟเมื่อนำมาใช้อีก มีประโยชน์สำหรับใช้กับรถไฟฟ้า รถในสนามกอล์ฟ ลิฟท์ และแทรกเตอร์ที่ใช้ในเมืองแรม ส่วนปฏิกิริยาเคมีของเซลล์คล้ายกับแบตเตอรี่รถยนต์

อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ประเภทนี้ ประมาณ ๕-๑๕ ปี

กล่าวโดยสรุปแล้วแบตเตอรี่ตะกั่ว — กรด ทั้งชนิดแบตเตอรี่ที่ใช้กับรถยนต์และแบตเตอรี่พลวงต่างก็มีความสำคัญในการใช้งาน ด้วยวิวัฒนาการสมัยใหม่ ได้มีการเติมแคลเซียมลงไปในส่วนธาตุของแบตเตอรี่สำหรับรถยนต์ ทำให้ต้นทุนค่าแรงและความต้านทานภายใน แบตเตอรี่สูงขึ้น ซึ่งยังไม่ต้องเติมน้ำกลั่นบ่อย ๆ อีกด้วย สำหรับแบตเตอรี่หลวงนั้น พลวงที่ผสมเข้าไปจะช่วยให้แผ่นธาตุมีความแข็งแรง และมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้นใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางขึ้น และเป็นที่คาดหวังว่า ในอนาคตข้างหน้าอาจจะมีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในการผลิตแบตเตอรี่ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นไปอีก