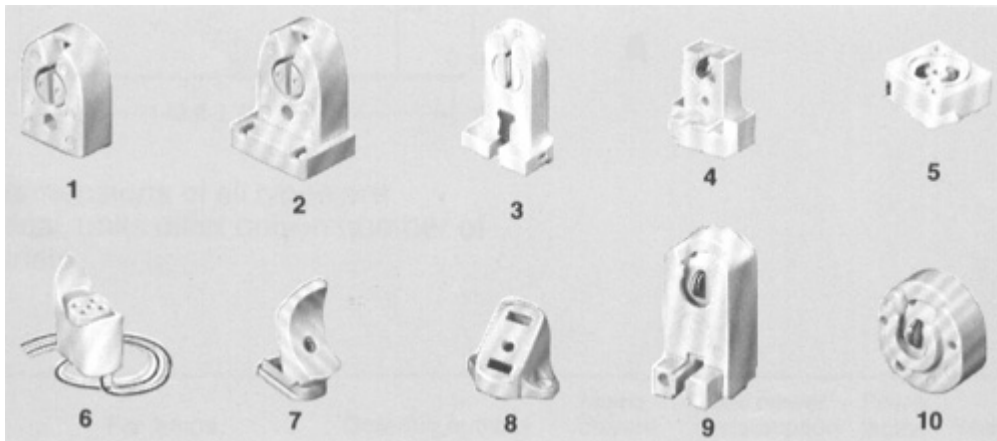


หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ



ขาหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ

#### แผนการสอนรายคาบ

คาบที่ 12-13 เรื่องที่สอน หลอดดิสชาร์จ

ผู้สอนโดย นายรุ่งโรจน์ หนูขลิบ สอนแบบบรรยาย จำนวน 50 นาที/สัปดาห์

#### 1. จุดประสงค์การสอน

1. บอกความหมายของหลอดดิสชาร์จได้
2. บอกความเป็นมาหลอดดิสชาร์จได้
3. บอก ชนิด ขนาดและรูปร่างหลอดดิสชาร์จได้

#### 2. รายการสอน

1. หลักการเบื้องต้นของหลอดอาศัยการอาร์ค
2. การแบ่งชนิดของหลอดดิสชาร์จความเข้มสูง

#### 3. วัสดุ อุปกรณ์/หนังสือ/ที่ต่อเตรียม

- ผู้เรียนวัสดุอุปกรณ์การเรียน(เครื่องเขียน เพื่อใช้จดบันทึกเนื้อหาสาระสำคัญที่น่าสนใจ) หรือตำราเพื่อประกอบการฟังบรรยาย หรือค้นคว้าเพิ่มเติม
- กรณีที่ต้องการบันทึกไว้ เพื่อนำมาเปิดทบทวนภายหลัง เพราะเวลาจำกัด ต้องมีเครื่องบันทึกสัญญาณภาพเสียง ตามเหมาะสมหรือความพร้อมแต่ละบุคคล
- ครูผู้สอนต้องเตรียม ของจริง ภาพถ่าย หรือภาพกราฟิกส์ เพื่อประกอบการบรรยาย ตามเนื้อหา

#### 4. ลำดับชั้นการสอน/ลำดับชั้นการทำงาน

- บรรยายประกอบสไลด์

### เนื้อหาเรื่อง หลอดดิสชาร์จ

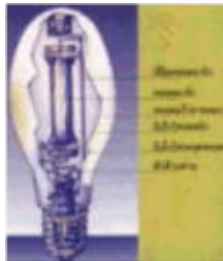
**หลอดก๊าซดิสชาร์จ (Gas Discharge Lamp)** คือ หลอดที่ให้กำเนิดแสงโดยวิธีการกระตุ้นอะตอมของก๊าซ (ลูมิเนสเซนซ์) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทย่อย คือ หลอดคายประจุความดันต่ำ (Low-pressure Discharge Lamps) และ หลอดคายประจุความดันสูง (High-pressure Discharge Lamps) หรือที่เรียกว่า หลอดคายประจุความเข้มสูง (High Intensity Discharge Lamps; HID lamps) ซึ่งหลอดบรรจุก๊าซแต่ละประเภทยังอาจแบ่งได้เป็นหลายชนิด คือ

- 1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดหลอดตรงหรือชนิดหลอดวงกลม (แยกหัวข้อสอนไปแล้ว)
- 2 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (แยกหัวข้อสอนไปแล้ว)
- 3 หลอดไอปรอทความดันสูง
- 4 หลอดเมทัลฮาไลด์
- 5 หลอดโซเดียมความดันสูง
- 6 หลอดโซเดียมความดันต่ำ

1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดหลอดตรงหรือชนิดหลอดวงกลม (แยกหัวข้อสอนไปแล้ว)

2 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (แยกหัวข้อสอนไปแล้ว)

3 หลอดไอปรอทความดันสูง (High-pressure Mercury Vapour Lamps) หรือที่เรียกว่าหลอดแสงจันทร์ เป็นหลอด high intensity discharge(HID) ที่ใช้กันมาก ตัวหลอดเป็นแก้ว 2 ชั้น ชั้นในคือหลอดอาร์กที่ข้างในมีอิเล็กโทรดอยู่ที่ปลายทั้งสอง บรรจุด้วยไอปรอทและก๊าซฮาโลเจน ส่วนหลอดชั้นนอกเป็นแก้วทรงลูกโบว์ลิงบรรจุด้วยก๊าซไนโตรเจนเพื่อป้องกันหลอดแก้วชั้นใน มีทั้งชนิดที่โปร่งใสและชนิดเคลือบสารเรืองแสงเพื่อให้สมดุลของสีดีขึ้น ขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว (E27) ต้องใช้ร่วมกับ บัลลาสต์ ยกเว้น หลอด ML ที่เรียกว่า หลอดเมอร์คิวรี-ทังสเทน หรือ หลอดแสงผสม (Blended Light) ที่มีใส่หลอดทำหน้าที่แทนบัลลาสต์ซึ่งทำให้คุณสมบัติทางสีของแสงดีขึ้น แต่ประสิทธิภาพแสง และอายุใช้งานของหลอดจะลดลงกว่าครึ่ง



รูป หลอดไอปรอทความดันสูง

ตาราง แสดงคุณสมบัติข้อดี-ข้อเสีย ของหลอดไอปรอทความดันสูง

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"> <li>อายุใช้งานยาวมาก คือ 24,000 ชั่วโมง</li> <li>ราคาหลอดต่ำ และมีค่าเสื่อมต่ำที่สุดในหลอดกำลังสูง</li> <li>ไม่ต้องใช้อิเล็กโทรด ใช้เพียงบัลลาสต์ และคาปาซิเตอร์</li> <li>มีหลอดชนิดไม่ใช้บัลลาสต์ ในกรณีติดตั้งไม่ได้</li> <li>สามารถใช้ได้โดยไม่ต้องมีจากันแสง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ประสิทธิภาพแสงต่ำในหลอดกำลังสูง &lt;math&gt;&lt; 50 \text{ lm/W}&lt;/math&gt;</li> <li>ความเสื่อมของหลอดไฟฟ้าสูง ความเปลี่ยนเมื่อถึง 30%</li> <li>ค่าดัชนีความเหมือนสีค่อนข้างต่ำ (<math>R_a=40-48</math>)</li> <li>มีอุณหภูมิสีเฉพาะโทนสีขาว หรือขาวเย็น</li> <li>ใช้เวลาอุ่นหลอด 3-7 นาที และรอจุดซ้ำ 3-6 นาที</li> </ul>

หลักการทํางาน คือ เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับหลอดแสงจันทร์ แรงดันไฟฟ้านี้จะตกคร่อมอิเล็กโทรดสตาร์ท และอิเล็กโทรดหลักทั้งสอง กระแสไฟฟ้าจากแรงดันไฟฟ้าซึ่งถูกจำกัดด้วยตัวต้านทานสตาร์ท (Starting Resistor) จะทำให้เกิดการอาร์กของก๊าซอาร์กอน การคายประจุของก๊าซส่วนหนึ่งจะสร้างความร้อนทำให้ปรอทบางส่วนกลายเป็นไอ และเกิดการอาร์กจากอิเล็กโทรดหลัก ความต้านทานของวงจรอิเล็กโทรดหลักจึงมีค่าน้อยกว่าความต้านทานของวงจรอิเล็กโทรดสตาร์ทมาก ดังนั้น วงจรอิเล็กโทรดสตาร์ทจึงถูกตัดออกจากการทํางานของหลอดแสงจันทร์ และเริ่มดำเนินการอาร์กจากอิเล็กโทรดหลักใหม่อีกครั้ง ทำให้ปรอท

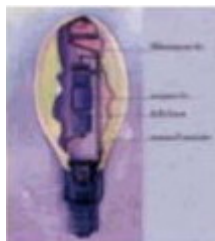
กลายเป็นไออย่างต่อเนื่อง หลังจากเวลาผ่านไป 5 ถึง 7 นาที พรอททั้งหมดจะกลายเป็นไอ ส่งผลให้หลอดไฟ อยู่ในสภาวะทรงตัวและสว่างเต็มที่ ถ้าหยุดป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับหลอดแสงจันทร์ แล้วป้อนแรงดันไฟฟ้า ใหม่อีกครั้งในทันที หลอดจะไม่สว่างทันที ต้องรอให้หลอดเย็นลงและก๊าซในหลอดอาร์กอยู่สภาพเดิม เสียก่อน หลอดจึงสว่างอีกครั้ง กระบวนการนี้ใช้เวลาประมาณ 7 ถึง 10 นาที

4 หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamps) เป็นหลอดที่พัฒนามาจากหลอดแสงจันทร์ แต่มี ประสิทธิภาพสูงกว่า และให้ความสมดุลของสีของแสงดีกว่า โดยมีการเพิ่มสารไอโอไดด์เข้าไปภายในหลอด อาร์ก ทำให้คุณสมบัติทางสีของแสงดีขึ้น และไม่จำเป็นต้องเคลือบสารเรืองแสงที่ผิวใน แต่อาจเคลือบเพื่อให้ สมดุลของสีดีขึ้น(3,4) รูปทรงของหลอดมีทั้งแบบตรงและรูปทรงโบริวล์ิ่ง ขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว (E40) ต้อง ใช้ร่วมกับบัลลาสต์ และต้องใช้อิเล็กทรอนิกส์ช่วยในการจุดติดหลอด เมื่อเติมไอโอไดด์ของโลหะ จะทำให้ ประสิทธิภาพความส่องสว่างของหลอดไฟสูงขึ้น เพราะ

1. ไอโอไดด์ของโลหะมีความเสถียรที่อุณหภูมิของผนังหลอด (ขณะหลอดไฟสว่าง)
2. ไอโอไดด์มีความดันสูง
3. อะตอมของโลหะมีระดับการกระตุ้น (Excitation Level) ต่ำกว่าระดับการกระตุ้นเฉลี่ยของ

ปรอท

4. โลหะมีโครงร่าง (Configuration) ของระดับพลังงานที่ให้พลังงานการแผ่รังสี ที่มองเห็นได้ ในเปอร์เซ็นต์ที่สูง



รูป หลอดเมทัลฮาไลด์

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"><li>• ประสิทธิภาพสูง (66-85 lm/W)</li><li>• อายุการใช้งานค่อนข้างยาว จนถึง 20,000 ชั่วโมง</li><li>• ค่าดัชนีความเหมือนสีค่อนข้างสูง (Ra= 65-85)</li><li>• อุณหภูมิสีเป็นธรรมชาติ ขนาดกำลังต่ำ เลือกรุ่นสีได้</li><li>• มีหลอดบางรุ่นที่ไม่ต้องรอจุดซ้ำ</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ราคาหลอดและค่าเสื่อมสูง โดยเฉพาะหลอดกำลังต่ำ</li><li>• ความเสื่อมของหลอดไฟที่สูง แต่คงที่ประมาณ 30%</li><li>• ต้องใช้อิเล็กทรอนิกส์ บัลลาสต์ และคาร์ปรีเตอร์</li><li>• ใช้เวลาอุ่นหลอด 1-3 นาที และรอจุดซ้ำ 10-15 นาที</li><li>• การใช้งานส่วนมากต้องใช้ฉากกันแสง UV</li></ul>

5 หลอดโซเดียมความดันสูง (High-pressure Sodium Vapour Lamps) เป็นหลอดที่พัฒนามาจากหลอดแสงจันทร์ เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในบรรดาหลอด HID ด้วยกัน โดยการเพิ่มก๊าซซีนอนปรอท และสารโซเดียมเข้าไปภายในหลอดอาร์กทำให้ประสิทธิภาพแสงสูงขึ้น แต่สีของแสงเป็นสีเหลืองเนื่องจากหลอดโซเดียมความดันสูง ไม่มีอิเล็กโทรดสตาร์ท จึงต้องใช้บัลลาสต์ที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูงสำหรับการสตาร์ท แรงดันไฟฟ้าสูงนี้สร้างจากอุปกรณ์กำเนิดพัลส์ที่มีแรงดันไฟฟ้าสูงและมีพลังงานต่ำผสมกับรูปคลื่นแรงดันของบัลลาสต์วงจรเปิด พัลส์นี้จะทำให้โซเดียมก๊าซซีนอนแตกตัวเป็นไอออน ซึ่งเพียงพอสำหรับแรงดันของบัลลาสต์วงจรเปิด เพื่อเริ่มต้นและคงค่าการอาร์กของซีนอน รูปทรงของหลอดมีทั้งแบบตรง และรูปทรงลูกโบว์ลิง ขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว (E40) ต้องใช้ร่วมกับบัลลาสต์ และ อิเล็กโทรดสำหรับหลอดโซเดียมความดันสูง โดยเฉพาะ ยกเว้นหลอด SON-H ที่ออกแบบให้ใช้กับบัลลาสต์ของหลอดแสงจันทร์



รูป หลอด โซเดียมความดันสูง

ตาราง แสดงคุณสมบัติข้อดี-ข้อเสีย ของหลอดโซเดียมความดันสูง

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"><li>• ประสิทธิภาพสูงมาก (70-110 lmW)</li><li>• อายุการใช้งานยาวถึง 24,000 ชั่วโมง</li><li>• ความเสื่อมของหลอดไฟฟ้าไม่สูงมาก ประมาณ 25% เมื่อครบอายุใช้งาน</li><li>• มีหลอดพิเศษที่ให้แสงคุณภาพใกล้เคียงกับหลอดได้</li><li>• มีหลอดบางรุ่นที่ไม่ต้องรอจุดซ้ำ (ใช้อิเล็กโทรดพิเศษ)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ราคาหลอด และค่าเสื่อมค่อนข้างสูง</li><li>• ค่าดัชนีความเหมือนสีต่ำ (Ra=25)</li><li>• เลือกลูเมนหุ้มสีไม่ได้ และมีค่าต่ำ ประมาณ 2,000 K</li><li>• ต้องใช้อิเล็กโทรด บัลลาสต์ และคาร์ปาคิเตอร์</li><li>• ใช้เวลาอุ่นหลอด 3-5 นาที และรอจุดซ้ำ 1 นาที</li></ul>

6 หลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low-pressure Sodium Vapour Lamps) เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพแสงสูงที่สุด แต่ให้แสงความยาวคลื่นเดียว (Monochromatic) สีเหลืองเข้ม หลอดรูปทรงตรง ขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว (BY22d) ต้องใช้ร่วมกับบัลลาสต์ และอิเล็กโทรดสำหรับหลอดโซเดียมความดันต่ำโดยเฉพาะ



รูป หลอดโซเดียมความดันต่ำ

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"><li>• ประสิทธิภาพสูงที่สุด (100-150 lm/W)</li><li>• อายุการใช้งานยาว 18,000 ชั่วโมง</li><li>• ความเสื่อมของหลอดไฟฟ้าไม่สูง ตลอดอายุใช้งาน</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ราคาหลอดและค่าเสื่อมสูง</li><li>• เป็นแสงรบกวนสายตา ซึ่งแยกสีไม่ได้ (<math>R_a=0</math>)</li><li>• เลือกลงหมุสีไม่ได้ และมีค่าต่ำ ประมาณ 2,000 K</li><li>• ต้องใช้อิเล็กโทรด บัลลาสต์ และคาร์ปาซิเตอร์</li><li>• ใช้เวลาอุ่นหลอด 10-13 นาที และรอจุดเข้า 1-2 นาที</li></ul>

แผนการสอนรายคาบ

คาบที่ 14-15 เรื่องที่สอน หลอดให้คลื่นรังสีแสง

ผู้สอนโดย นายรุ่งโรจน์ หนูขลิบ สอนแบบบรรยาย จำนวน 50 นาที/สัปดาห์

1. จุดประสงค์การสอน

1. บอกความหมายของหลอดให้คลื่นรังสีแสงได้
2. บอกความเป็นมาหลอดให้คลื่นรังสีแสงได้
3. บอก ชนิด ขนาดและรูปร่างหลอดให้คลื่นรังสีแสงได้
4. หลักการการนำรังสีไปใช้งาน

2. รายการสอน

1. หลอดให้คลื่นรังสีแสง