

## 6.2 คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

- 6.2.1 เครื่องขยายสัญญาณ จำนวน 1 เครื่อง
  - 6.2.1.1 สามารถขยายสัญญาณความต่างศักย์ได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ
  - 6.2.1.2 เลือกรูปแบบการทำงานได้ 2 แบบคือ
    - 6.2.1.2.1 โหมด electrometer ความต้านทานอินพุตมากกว่า  $10^{13} \Omega$
    - 6.2.1.2.2 โหมด low drift ความต้านทานอินพุต 10 k $\Omega$
  - 6.2.1.3 สามารถเลือกการขยายสัญญาณได้ 1, 10,  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$  เท่า หรือมากกว่า
  - 6.2.1.4 ความคลาดเคลื่อนในการขยายสัญญาณน้อยกว่า 3%
  - 6.2.1.5 มีสวิตช์สำหรับกดยประจุ (discharging switch)
  - 6.2.1.6 เลือกค่า time constant ได้ 0, 0.1, 0.3, 1, 3 วินาที หรือมากกว่า
- 6.2.2 แหล่งจ่ายไฟสำหรับชุดกำเนิดแสงจำนวนไม่น้อยกว่า 1 เครื่อง
  - 6.2.2.1 ช่วงของการจ่ายกระแส
    - 6.2.2.1.1 กระแสตรง ปรับได้ 0 ถึง 2 A
    - 6.2.2.1.2 กระแสสลับ สูงสุด ไม่เกิน 5 A
  - 6.2.2.2 ช่วงของการจ่ายความต่างศักย์
    - 6.2.2.2.1 กระแสตรง ปรับได้ 0 ถึง 12 VDC
    - 6.2.2.2.2 กระแสสลับ เลือกได้ 6, 12 VAC
  - 6.2.2.3 ในส่วนของกระแสตรงการกระเพื่อมของสัญญาณ (Ripples) ไม่เกิน 5 mV
  - 6.2.2.4 มีวงจรป้องกันการลัดวงจรในส่วนของกระแสสลับ เป็นแบบ Overcurrent cutout
  - 6.2.2.5 วงจรตัดกระแสไฟเกินในส่วนของกระแสตรง เป็นแบบ Shot-circuit proof
- 6.2.3 โฟโตเซลล์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 อัน
  - 6.2.3.1 สำหรับทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเพื่อหาค่าคงที่ของพลังค์
  - 6.2.3.2 บรรจุอยู่ในกล่องพลาสติกที่มีฝาโลหะ
  - 6.2.3.3 กระแสสำหรับขั้วแคโทดสูงสุดไม่เกิน 6 ไมโครแอมป์
  - 6.2.3.4 มีช่องเปิดให้แสงเข้า 2 แบบ คือ แบบรูกลม และ แบบช่องสลิต
- 6.2.4 ตัวต้านทานปรับค่าได้ 100 โอห์ม 1.8 แอมป์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 6.2.5 ชุดเลนส์กระจกรองแสงสีชนิดแทรกสอด (Interference filter) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 6.2.5.1 ประกอบด้วยเลนส์กรองแสงความยาวคลื่นต่างๆ 3 แผ่น ได้แก่
    - 6.2.5.1.1 เลนส์กระจกรองแสงสีเหลือง (578 nm) 1 แผ่น
    - 6.2.5.1.2 เลนส์กระจกรองแสงสีเขียว (546 nm) 1 แผ่น
    - 6.2.5.1.3 เลนส์กระจกรองแสงสีน้ำเงิน (436 nm) 1 แผ่น
    - 6.2.5.1.4 มีที่ครอบโลหะเพื่อป้องกันการแตกหัก สามารถติดเข้ากับที่ยึดเลนส์ได้เป็นอย่างดี
  - 6.2.5.2 ค่าความกว้าง Half width ประมาณ 10 nm
  - 6.2.5.3 เส้นผ่านศูนย์กลางแผ่นกรองแสงสีไม่น้อยกว่า 40 มม.
- 6.2.6 ชุดเลนส์กระจกรองแสงสีชนิดแทรกสอด (Interference filter) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 6.2.6.1 กรองให้แสงที่มีความยาวคลื่นเดียว 1 ชุด
  - 6.2.6.2 ประกอบด้วยเลนส์กรองแสงความยาวคลื่นต่างๆ 2 อัน ได้แก่

อภิสิทธิ์ งามวิเศษ อรรถวิเศษ

วิรัตน์ อัจฉริยะ

- 6.2.6.2.1 เลนส์กระจกกรองแสงสีน้ำเงิน (405 nm) 1 แผ่น
- 6.2.6.2.2 เลนส์กระจกกรองแสง UV (366 nm) 1 แผ่น
- 6.2.6.3 มีที่ครอบโลหะเพื่อป้องกันการแตกหัก สามารถติดเข้ากับที่ยึดเลนส์ได้เป็นอย่างดี
- 6.2.6.4 เส้นผ่านศูนย์กลางแผ่นกรองแสงสีไม่น้อยกว่า 40 มม.
- 6.2.7 กล่องสำหรับใส่หลอดฮาโลเจน 12 โวลต์ 10 วัตต์ จำนวน 1 กล่อง
  - 6.2.7.1 มีช่องสำหรับให้แสงออก
  - 6.2.7.2 มีช่องเสียบสายไฟสำหรับต่อกับแหล่งจ่ายไฟ
- 6.2.8 หลอดฮาโลเจน 12 โวลต์ 10 วัตต์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หลอด
- 6.2.9 มัลติมิเตอร์ แบบดิจิตอลจำนวนไม่น้อยกว่า 2 เครื่อง
- 6.2.10 สายไฟเพียงพอสำหรับการต่อวงจรจำนวน 1 ชุด

## 7 ชุดทดลองสเปกตรัมของอะตอมตามอนุกรมของบาลเมอร์

### 7.1 คุณลักษณะทั่วไป

- 7.1.1 เป็นชุดทดลองศึกษาการหาค่าคงที่ของเกรตติงโดยใช้สเปกตรัมของหลอดไอปรอท
- 7.1.2 สามารถวัดสเปกตรัมของหลอดไฮโดรเจนที่อยู่ในช่วงอนุกรมของบาลเมอร์ และหาค่าคงที่ของริดเบิร์กได้

### 7.2 คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค

- 7.2.1 แหล่งจ่ายไฟความต่างศักย์สูง จำนวน 1 เครื่อง
  - 7.2.1.1 ช่องจ่ายไฟสามช่องปรับได้แยกกราวด์และสายดินอิสระ
  - 7.2.1.2 ชุดการจ่ายความต่างศักย์ 0-5 kV จำนวน 2 ชุดต่ออนุกรมสามารถจ่ายความต่างศักย์ได้สูงสุด 10kV
  - 7.2.1.3 สามารถเลือกขั้วไฟฟ้าเป็นบวกหรือลบได้
  - 7.2.1.4 มีหน้าปัดแสดงผลเป็นตัวเลขด้วย LED 3 ตำแหน่ง
  - 7.2.1.5 กระแสลัดวงจร ไม่เกิน 3 mA
  - 7.2.1.6 มีระบบป้องกันการลัดวงจร
  - 7.2.1.7 ช่องเสียบสายไฟชนิดพิเศษป้องกันการสปาร์ค
- 7.2.2 หลอดสเปกตรัมไอปรอท จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หลอด
- 7.2.3 หลอดสเปกตรัมไฮโดรเจนจำนวนไม่น้อยกว่า 1 หลอด
- 7.2.4 ที่ยึดหลอดสเปกตรัม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 คู่
- 7.2.5 ที่ครอบหลอดสเปกตรัม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 อัน
- 7.2.6 สายไฟต่อวงจรชนิดทนค่าความต่างศักย์สูงจำนวน 2 เส้น
- 7.2.7 เกรตติงขนาด 600 เส้น/มิลลิเมตร ชนิด Diffraction grating จำนวนไม่น้อยกว่า 2 อัน
- 7.2.8 ฉนวนสำหรับป้องกันวงจรจ่ายความต่างศักย์ให้กับหลอดสเปกตรัม จำนวนไม่น้อยกว่า 2 อัน
- 7.2.9 ฐานตั้งสามขาชนิดปรับระดับได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 อัน
- 7.2.10 ฐานตั้งแบบกลม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 อัน












7.2.11 ตัวยึดแผ่นเกรตติ้ง

จำนวนไม่น้อยกว่า 1 อัน

## 8. ชุดทดลองการหาค่าประจุต่อมวลอิเล็กตรอน (e/m)

### 8.1 คุณสมบัติทั่วไป

8.1.1 เป็นชุดทดลองที่ใช้ศึกษาเรื่องการหาค่าประจุต่อมวล (e/m) ของอิเล็กตรอน

### 8.2 คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

8.2.1 แหล่งจ่ายไฟขนาด 600 โวลต์หรือมากกว่า จำนวน 1 เครื่อง

8.2.1.1 มีช่องเอาพุทจำนวน 6 ช่อง หรือมากกว่า สามารถจ่ายไฟได้อย่างน้อยดังนี้

8.2.1.1.1 Output1 : กระแสตรงปรับได้ 0 ถึง 12 VDC / 0.5A

8.2.1.1.2 Output2 : กระแสตรงปรับได้ 0 ถึง 50 VDC / 50 mA

8.2.1.1.3 Output3 : กระแสตรงปรับค่าได้ 0 ถึง 300 VDC / 50 mA

8.2.1.1.4 Output4 : ช่องต่อกราวด์

8.2.1.1.5 Output5 : กระแสคงที่ 300 VDC/50 mA

8.2.1.1.6 Output6 : กระแสสลับ คงที่ 6.3 VAC / 2A

8.2.1.1.7 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไม่เกิน 120 VA

8.2.1.1.8 ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 V/50 Hz ได้

8.2.2 แหล่งจ่ายไฟแรงดันต่ำ จำนวน 1 เครื่อง

8.2.2.1 จ่ายแรงดันตรงได้ 0 ถึง 18 VD

8.2.2.2 สามารถตั้งค่าลิมิตกระแสได้ 0.05 ถึง 5 A

8.2.2.3 มี LED แสดงสถานะเมื่ออยู่ในโหมดจ่ายกระแสคงที่

8.2.2.4 จ่ายแรงดันสลับได้แบบมัลติแท็ป 2,4,6,8,10,12,15 VAC

8.2.2.5 ความจุโหลดสูงสุด 5 A ในช่วงการจ่ายแรงดันสลับ

8.2.3 ขดลวดคู่แบบเฮล์มโฮลทซ์ 154 รอบ เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 คู่

8.2.4 หลอดอิเล็กตรอนบรรจุก๊าซนियोอน ความดันภายในประมาณ 0.004 mBar จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หลอด

8.2.5 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เครื่อง

8.2.6 สายไฟต่อวงจรทนกระแสไม่น้อยกว่า 30 A จำนวนเพียงพอสำหรับการต่อวงจร จำนวน 1 ชุด

8.2.7 กล่องคลุมสำหรับช่วยในการสังเกตเส้นลำอิเล็กตรอนขณะทำการทดลอง จำนวน 1 กล่อง

## 9. ชุดทดลองการขยายตัวเชิงความร้อนของวัสดุชนิดต่างๆ

### 9.1 คุณสมบัติทั่วไป

9.1.1 เป็นชุดทดลองที่ใช้ศึกษาเรื่องการขยายตัวเชิงเส้นของของแข็ง

9.1.2 สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของวัสดุไม่น้อยกว่า 6 ชนิด

9.1.3 สามารถหาการขยายตัวเนื่องจากความร้อนของของเหลวได้ ไม่น้อยกว่า 3 ชนิด เช่น น้ำ กลีเซอรอล แอลกอฮอล์ เป็นต้น

น.อ.อ. ทวีพงษ์

ดร.วิมล

วิรัตน์ รัตน์