9.2 คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค

9.2.1 ชุดอุปกรณ์วัดการขยายตัวเชิงความร้อนของของแข็ง จำนวน 1 ชุด ต่อชุด

9.2.1.1 ชุดฐานวางสามารถวางท่อวัสดุทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 3 ท่อ ต่อชุด

9.2.1.2 มีเกจวัดความละเอียด 0.01 มม. หรือดีกว่า

9.2.1.3 มีตัววัดอุณหภูมิแบบ Thermistor probe

9.2.1.4 ท่อวัสดุทดสอบทำจากวัสดุต่างชนิดกันจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชนิด ได้แก่ ทองเหลือง ,ทองแดง และอลูมิเนียม สามารถประกอบกับ Thermistor ได้เป็นอย่างดี

9.2.2 ชุดระบบน้ำควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด ต่อชุด

9.2.2.1 สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่อุณหภูมิห้อง ถึง 100 องศาเซลเซียสหรือกว้างกว่า

9.2.2.2 ความจุอ่างไม่น้อยกว่า 5 ลิตร ทำจากอะคริลิกใสหรือสเตนเลสหรือพลาสติกPP หรือดีกว่า

9.2.2.3 กำลังชุดทำความร้อนไม่น้อยกว่า 1,400 วัตต์

9.2.2.4 แสดงผลแบบอนาล็อกหรือดิจิตอล

9.2.2.5 การควบคุมอุณหภูมิได้ละเอียด ± 0.5 K หรือดีกว่า

9.2.2.6 สามารถตั้งค่าอุณหภูมิตามที่ต้องการใช้งานได้ละเอียด 0.2 องศาเซลเซียสตลอดช่วงหรือดีกว่า

9.2.2.7 มีระบบเตือนด้วยเสียงและไฟกระพริบเมื่อระดับของเหลวต่ำ

9.2.2.8 มีระบบตัดการทำงานอัตโนมัติเมื่อระดับของเหลวต่ำกว่าค่าที่กำหนด

9.2.2.9 มีระบบตั้งเวลาหยุดทำงานอัตโนมัติ (Preset time)

9.2.2.10 มีชุดขดลวดทำความเย็นและชุดหมุนเวียนภายนอกเป็นอุปกรณ์ต่อพ่วง

9.2.3 เทอร์โมมิเตอร์ช่วงการวัด -10 ถึง +100 ℃ หรือสูงกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 อัน ต่อชุด

9.2.4 ตัวรัดท่อแบบ Hose clamp 5 -16 mm จำนวน 4 ตัว ต่อชุด

9.2.5 ข้อต่อพลาสติกขนาด 5 – 12 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว ต่อชุด

9.2.6 กลีเซอรอลปริมาตร 250 มิลลิลิตร ต่อชุด

9.2.7 เอทิลอะซีเตทปริมาตร 250 มิลลิลิตร ต่อชุด

9.2.8 ขวดแก้วรูปชมพู่ก้นแบนขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ใบ ต่อชุด

9.2.9 บีกเกอร์แก้วขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ใบ ต่อชุด

9.2.10 ชุดวัดการขยายตัวของของเหลว จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด ต่อชุด

10. ชุดทดลองการแผ่รังสีความร้อนของสเตฟานน์ – โบลซ์มาน จำนวน 2 ชุด

10.1 คุณลักษณะทั่วไป

10.1.1 ศึกษาการแผ่รังสีความร้อน ตามการทดลองแบบสเตฟาน-โบลท์ซมานน์

10.1.2 วัดค่าความต้านทานไส้หลอด และความหนาแน่นของฟลักซ์ความเข้มแสง เมื่อจ่ายแรงดันต่างๆ

10.2 คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค

10.2.1 เครื่องขยายสัญญาณแบบยูนิเวอร์แซล จำนวน 1 เครื่อง ต่อชุด

10.2.1.1 สามารถขยายสัญญาณความต่างศักย์ได้ทั้งชนิด AC และ DC

10.2.1.2 อัตราการขยายสัญญาณไม่น้อยกว่า 1, 10^1, 10^2, 10^3, 10^4 และ 10^5 เท่า

10.2.1.3 อินพุทอิมพีแดนซ์ของการขยายสัญญาณในโหมด Electrometer มากกว่า 10^{13} Ω

10.2.1.4 สัญญาณเข้าและออกมีขนาดในช่วง ± 10V

10.2.1.5 มีปุ่มกดสำหรับ Discharge สำหรับกดคายประจุในโหมด Electrometer

10.2.1.6 มีปุ่มหมุนปรับค่า Zero adjust เพื่อปรับศูนย์ก่อนทำการทดลอง

10.2.1.7 สามารถเลือกค่า Time constant ได้ไม่น้อยกว่า 0.1, 0.3, 1.0 และ 3.0 วินาที

10.2.2 เซนเซอร์วัดรังสีความร้อนแบบเทอร์โมไพล์ จำนวน 1 อัน ต่อชุด

10.2.2.1 ช่วงการวัดแบบไม่มีที่ครอบ 200 ถึง 50000 nm

10.2.2.2 ช่วงการวัดแบบมีที่ครอบ 300 ถึง 3000 nm

10.2.2.3 ช่วง Response time 95% ไม่เกิน 30 วินาที

10.2.2.4 เส้นผ่านศูนย์กลางผิวหน้าสัมผัสเซนเซอร์ ประมาณ 12 มิลลิเมตร

10.2.2.5 ค่าความเข้มรังสีความร้อนสูงสุดที่วัดได้ 2000 W/m^2

10.2.2.6 ค่าความไวของหัววัด 20 ถึง 40 $\mu V/W/m^2$

10.2.3 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ จำนวน 1 เครื่อง ต่อชุด

10.2.3.1 สามารถจ่ายกระแสและความต่างศักย์ได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ

10.2.3.2 ช่วงการจ่ายกระแสตรง

10.2.3.2.1 ค่าความต่างศักย์ปรับได้ 0 ถึง 12 VDC

10.2.3.2.2 ค่ากระแส 3 Aหรือมากกว่า

10.2.3.3 ช่วงการจ่ายกระแสสลับ

10.2.3.3.1 ค่าความต่างศักย์ปรับได้ 0 ถึง 15 VAC

10.2.3.3.2 ค่ากระแส 3 Aหรือมากกว่า

10.2.3.4 ใช้กับระบบไฟฟ้าขนาด 220 V / 50 Hz ได้

10.2.3.5 มีการป้องกันลัดวงจรแบบ Overload circuit breaker

10.2.4 รางทดลองยาว 600 มิลลิเมตรหรือมากกว่า พร้อมฐานตั้งปรับระดับได้ จำนวน 1 ราง ต่อชุด

10.2.5 อุปกรณ์จับวัตถุทดลองเลื่อนบนรางความยาวก้านยึดไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร จำนวน 2 อัน ต่อชุด

10.2.6 ตัวต้านทาน 100 โอห์ม 1 วัตต์หรือมากกว่า ในกล่องบรรจุพร้อมขาต่อวงจร 4 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว ต่อชุด

10.2.7 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์เพียงพอสำหรับการทดลอง

10.2.8 สายไฟต่อวงจรทนกระแส 32 A ยาว 500 มิลลิเมตร หรือมากกว่า จำนวน 8 เส้น ต่อชุด

11. ชุดทดลองการทดลองแฟรงค์-เฮิรตซ์ ในหลอดนีออน จำนวน 1 ชุด

11.1คุณลักษณะทั่วไป

11.1.1 เป็นชุดทดลองศึกษากราฟแฟรงค์-เฮิรตซ์ด้วยหลอดแฟรงค์เฮิรตซ์นีออน

11.1.2 ศึกษาการวัดค่าพลังงานที่ไม่ต่อเนื่องของอิเล็กตรอนอิสระเมื่อถูกกระตุ้นด้วยความต่างศักย์

11.1.3 ศึกษาการดูดกลืนพลังงานที่ไม่ต่อเนื่องของอะตอม

11.2 คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค

11.2.1 แหล่งจ่ายไฟและควบคุมการจ่ายไฟให้กับหลอด จำนวน 1 เครื่อง ต่อชุด

11.2.1.1 สำหรับควบคุมการทำงานของหลอดแฟรงค์เฮิรตซ์ทั้งแบบไอปรอท และแบบนีออน

11.2.1.2 ช่องจ่าย Heating voltage (const.) : ไม่เกิน 7.0 V

11.2.1.3 ช่องจ่าย Acceleration voltage : 0 ถึง 80 VDC หรือมากกว่า

11.2.1.4 Heater temperature : 220 °C หรือสูงกว่า

11.2.1.5 โหมดการทำงานอย่างน้อย 3 โหมด : manually, automatic ramp, saw tooth

11.2.1.6 จอแสดงผล : LED หรือ LCD

11.2.2 หลอดแฟรงค์-เฮิรตซ์แบบนีออนพร้อมแผงยึด จำนวน 1 หลอด ต่อชุด

11.2.3 เครื่องบันทึกและประมวลผลการทดลอง จำนวน 1 เครื่อง ต่อชุด

11.2.3.1 หน่วยประมวลผลกลางแบบ Intel Core i75 ความเร็ว 2.5 GHz หรือดีกว่า

11.2.3.2 หน่วยความจำหลัก ชนิด DDR4หรือสูงกว่ามีขนาดไม่น้อยกว่า 8GB หรือมากกว่า

11.2.3.3 หน่วยความจำสำรองขนาดไม่น้อยกว่า 1 TBหรือมากกว่า

11.2.3.4 มีพอร์ตเชื่อมต่อ USB2.0 และ USB 3.0 และ HDMI อย่างละ 1 พอร์ตเป็นอย่างน้อย

11.2.3.5 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณเครือข่ายย่าน 10/100/1000 Mbps หรือดีกว่า

11.2.3.6 จอแสดงผล ขนาดไม่น้อยกว่า 18.5 นิ้ว

11.2.3.7 แป้นพิมพ์และเมาส์เป็นยี่ห้อเดียวกับตัวเครื่อง

11.2.4 โปรแกรมสำหรับวัดค่า บันทึกผลการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง จำนวน 1 แผ่น ต่อชุด

11.2.5 สายไฟพร้อมขั้วสำหรับหลอดแฟรงค์-เฮิรตซ์นีออน จำนวน 1 เส้น ต่อชุด

12. ชุดทดลองสมการสถานะของก๊าซตามกฎของบอยล์, ชาร์ลและเกย์ – ลูสแซ็ค จำนวน 2 ชุด

12.1 คุณลักษณะทั่วไป

12.1.1 เป็นชุดทดลองศึกษาสถานะของก๊าซแบบอุดมคติ

12.1.2 สามารถทดลองเกี่ยวกับกฎของบอยส์ , กฎของอมอนตัน และกฎของเกย์ – ลูสแซ็ค ได

12.1.3 บันทึกผล และวิเคราะห์ผลการทดลอง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

12.2 คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค

12.2.1 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชุดอุปกรณ์กฎของก๊าซ จำนวน 1 เครื่อง ต่อชุด

12.2.1.1 สามารถให้ความร้อนที่ผิวหน้าได้ 500 °C หรือสูงกว่า

12.2.2 เครื่องวัดความดันและอุณหภูมิแบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง ต่อชุด

12.2.2.1 ส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์ด้วยสาย USB

12.2.2.2 สามารถทำงานร่วมกับเซนเซอร์เทอร์โมไดนามิกส์ได้