บทที่ 3
การเตรียมของเหลวตัวอย่างและการทดลอง

3.1 การทำความสะอาดเครื่องแก้ว

สารเคมีที่ตกค้างอยู่ในเครื่องแก้วจะทำให้ของเหลวตัวอย่างไม่บริสุทธิ์ ดังนั้นการทำความสะอาดเครื่องแก้วจึงต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อไม่ให้มีสารตกค้างเหลืออยู่ สามารถแบ่งพิจารณาได้ 2 กรณีด้วยกันคือ การทำความสะอาดเครื่องแก้วใหม่จากโรงงาน และการทำความสะอาดเครื่องแก้วที่ใช้แล้ว

3.1.1 การทำความสะอาดเครื่องแก้วใหม่จากโรงงาน

การทำความสะอาดเครื่องแก้วที่ยังไม่เคยผ่านการใช้งานเลย สามารถทำตามขั้นตอนดัง ต่อไปนี้

(ก) แช่เครื่องแก้วลงในสารผสมกรดซึ่งประกอบด้วยกรดเกลือเข้มข้น เมทธานอล น้ำกลั่นใน อัตราส่วน 1/3/4 โดยปริมาตร ทิ้งไว้ประมาณ 4 ชั่วโมงเพื่อขจัดสารประกอบอินทรีย์ที่ตกค้าง

(ข) ล้างเครื่องแก้วในน้ำกลั่นหลายๆครั้งเสร็จแล้วแช่ในอะซีโตนนานประมาณ 2-3 ชั่วโมง

(ค) นำไปอบในตู้อบที่มีแผ่นกรองฝุ่นสำหรับลมขาเข้ายังตู้อบ เช่น ตู้อบฟิล์มถ่ายรูปจนแห้งก่อนนำออกจากตู้อบควรปิดจุกแก้วและห่อด้วยแผ่นอะลูมิเนียมที่สะอาด

3.1.2 การทำความสะอาดเครื่องแก้วที่ใช้แล้ว

ทำตามขั้นตอนในข้อ (ข) และ (ค) ในหัวข้อ 3.1.1

3.1.3 การทำความสะอาดเซลบรรจุของเหลวตัวอย่าง (Sample cell) หลังจากใช้งานแล้ว

ใส่เอธิลแอลกอฮอล์ลงในเซลบรรจุของเหลวตัวอย่าง แล้วทิ้งเอาไว้ประมาณ 1 วันเพื่อละลายของเหลวตัวอย่างที่อาจตกค้างอยู่ แล้วนำไปอบในตู้อบ เสร็จแล้วใส่อะซีโตนลงในเซลบรรจุของเหลวตัวอย่างทิ้งเอาไว้ประมาณ 1 วัน แล้วนำไปอบในตู้อบจนแห้ง

3.2 การจัดอุปกรณ์การทดลอง

ชุดการทดลองซึ่งแสดงดังรูป 3.1 ประกอบไปด้วย เลเซอร์ความยาวคลื่น 632.8 นาโนเมตร โพลาไรเซอร์ เซลบรรจุของเหลวตัวอย่าง แอนาไรเซอร์ ระบบวัดความเข้มแสง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงพร้อมกับระบบสวิทช์ และไมโครคอมพิวเตอร์

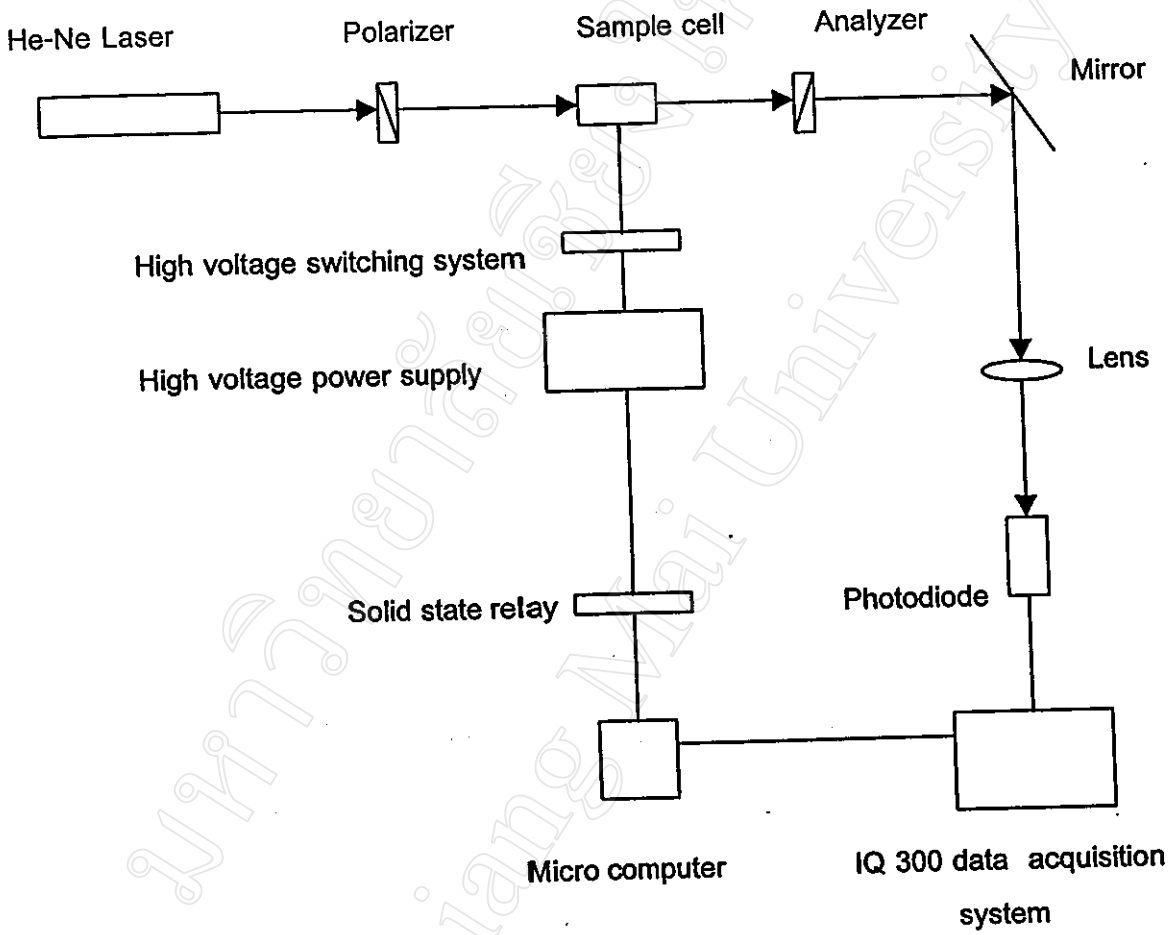
เซลบรรจุของเหลวตัวอย่างเป็นหลอดแก้วรูปทรงกระบอกภายในมีขั้วไฟฟ้าที่ทำจากสแตนเลสสตีลมีความยาวเท่ากับ 7.91 เซนติเมตรและมีระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าเท่ากับ 2 มิลลิเมตรโดยจะใช้เทฟลอนเป็นฉนวนกั้น กาวซิลิโคนเป็นวัสดุในการป้องกันการซึมรั่วออกจากเซลของของเหลวตัวอย่าง แผนผังโครงสร้างของเซลบรรจุของเหลวตัวอย่างภาคตัดขวางจะแสดงในรูป 3.2 ส่วนรูป 3.3 จะแสดงลักษณะตามแนวยาว สำหรับรูปภาพของเซลบรรจุของเหลวตัวอย่างนั้นจะแสดงในรูป 3.4

ระบบวัดความเข้มแสงนั้นประกอบไปด้วย เลนส์ความยาวโฟกัส 25 เซนติเมตร โฟโตไดโอดและเครื่องบันทึกข้อมูล โฟโตไดโอดที่ใช้ เป็นซิลิกอนโฟโตไดโอด (BPW 21) ซึ่งมี Rise time เท่ากับ 3.5 ไมโครวินาที ซึ่งในการใช้งานนั้นจะต่อโฟโตไดโอดเข้ากับวงจรขยายสัญญาณแล้วนำไปติดตั้งในกล่องโลหะ สำหรับเครื่องบันทึกข้อมูลที่ใช้จะเป็น IQ 300 data acquisition ขนาด 20 MHz ซึ่งจะทำงานตามคำสั่งของไมโครคอมพิวเตอร์และจะรับสัญญาณไฟฟ้าแบบ Analog จาก โฟโตไดโอด แล้วทำการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าจากแบบ Analog เป็นแบบ Digital ขนาด 8 บิท โดยใช้วงจร Analog to digital converter (ADC) ซึ่งมีอยู่ภายในเครื่อง IQ 300 ในการทดลองจะทำการบันทึกสัญญาณไฟฟ้าดังกล่าวด้วยเวลา 2 ไมโครวินาทีโดยให้ขนาดของสัญญาณไฟฟ้าหรือข้อมูลที่สามารถจะบันทึกได้เท่ากับ 32 กิโลไบท์แล้วจะส่งข้อมูลไปเก็บไว้ที่ไมโครคอมพิวเตอร์ก่อนที่จะนำไปแสดงผลอีกทีหนึ่ง

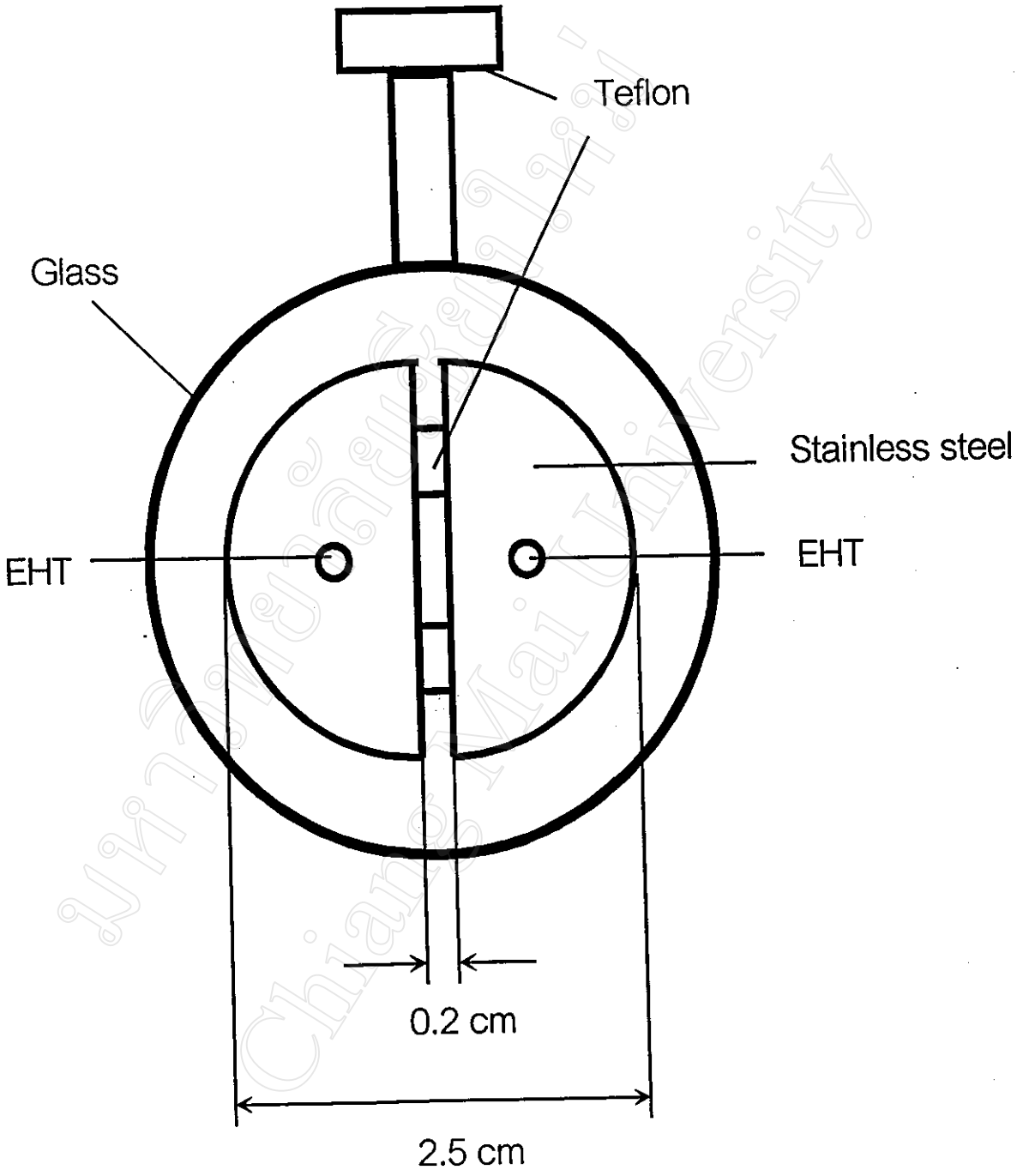
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงที่ใช้ในการทดลองจะใช้สองชุดคือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงขนาด 5 กิโลโวลต์และขนาด 15 กิโลโวลต์ทั้งนี้เป็นเพราะว่ามีของเหลวตัวอย่างบางชนิดมีการตอบสนองต่อสนามไฟฟ้าที่ความต่างศักย์ค่อนข้างสูง โดยที่เครื่องกำเนิดแต่ละชุดดังกล่าวนั้นจะมีระบบสวิทช์ไฟฟ้าแรงสูงที่ต่างกันออกไป สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงขนาด 5 กิโลโวลต์นั้นจะใช้ 600 V-AC Magnetic contactor เป็นสวิทช์ในขณะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงขนาด 15 กิโลโวลต์นั้นจะประยุกต์ใช้ระบบสวิทช์ที่ใช้สำหรับการผลิตแสงเลเซอร์จากก๊าซไนโตรเจนซึ่งแสดงดังรูป 3.5 ระบบสวิทช์ดังกล่าวทำงานได้โดยการให้ความต่างศักย์ที่ต้องการซึ่งเทียบกับ Ground เข้าไปทั้งสองข้างของเซลบรรจุของเหลวตัวอย่างโดยผ่านความต้านทาน R ตัวเก็บประจุ C_1 และ C_2 ซึ่งตัวเก็บประจุทั้งสองมีความจุเท่ากับ 3600 พิโคฟารัดและทนแรงดันไฟฟ้าได้ถึง 30 กิโลโวลต์ ต่อจากนั้นทำการลดความต่างศักย์ที่ข้างข้างหนึ่งของเซลบรรจุของเหลวตัวอย่างลงทันทีโดยอาศัยการเกิดประกายผ่านช่องประกาย การเกิดประกายจะทำให้ประจุไฟฟ้าที่เก็บไว้ในตัว

เก็บประจุ C_2 ถ่ายเทลงสู่ Ground จนหมดเป็นผลให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างข้างทั้งสองข้างของเซลบรรจุของเหลวตัวอย่าง สำหรับการกระตุ้นให้เกิดประกายที่ช่องประกายนั้นจะใช้วงจร Trigger สำหรับไฟฟ้าแรงสูง ระบบสวิทช์สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสองชุดนั้นจะเชื่อมต่อกับโซลิดเสตทรีเลย์ซึ่งควบคุมโดยไมโครคอมพิวเตอร์ ช่วงเวลาของการให้ความต่างศักย์กับเซลบรรจุของเหลวตัวอย่างเท่ากับ 10 มิลลิวินาทีสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงขนาด 5 กิโลโวลต์ ซึ่งในกรณีนี้ของเหลวตัวอย่างที่ใช้คือ ไนโตรเบนซีน เบนโซไนไตรด์และโพรพิโอไนไตรด์ ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงขนาด 15 กิโลโวลต์นั้นจะใช้ช่วงเวลาของความต่างศักย์ประมาณ 2 ไมโครวินาทีสำหรับอะซีโตนและประมาณ 36 ไมโครวินาทีสำหรับคาร์บอนไดซัลไฟด์ ทั้งนี้การเปลี่ยนค่าของช่วงเวลาดังกล่าวสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนค่า R ที่คร่อมเซลบรรจุของเหลวตัวอย่างให้มีค่าที่เหมาะสมกับช่วงเวลาที่ต้องการ

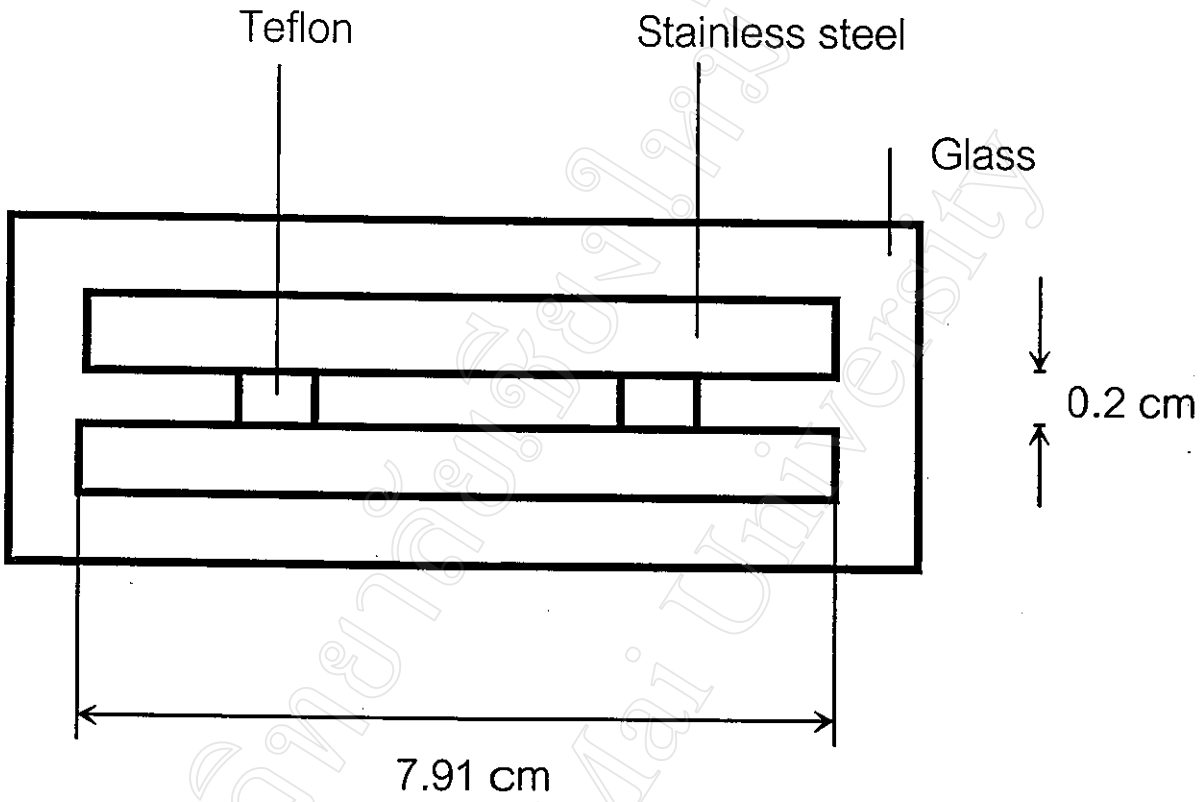
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



รูป 3.1 แสดงแผนภาพการจัดชุดอุปกรณ์การทดลอง

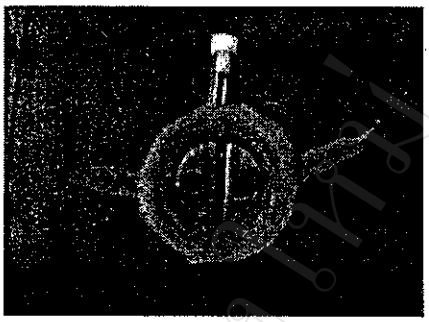


รูป 3.2 แสดงภาคตัดขวางของ Sample cell หรือ Kerr cell

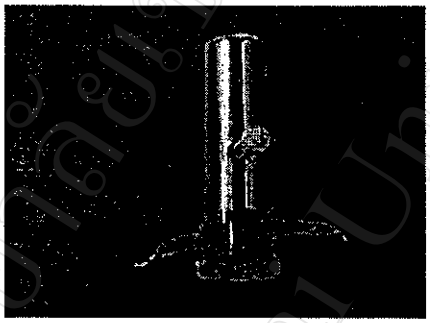


รูป 3.3 **แสดง** Sample cell **หรือ** Kerr cell **ตามแนวยาว**

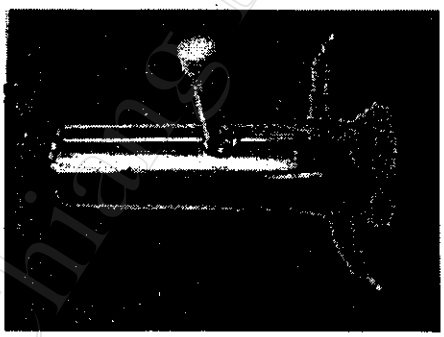
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ก.ด้านหน้า



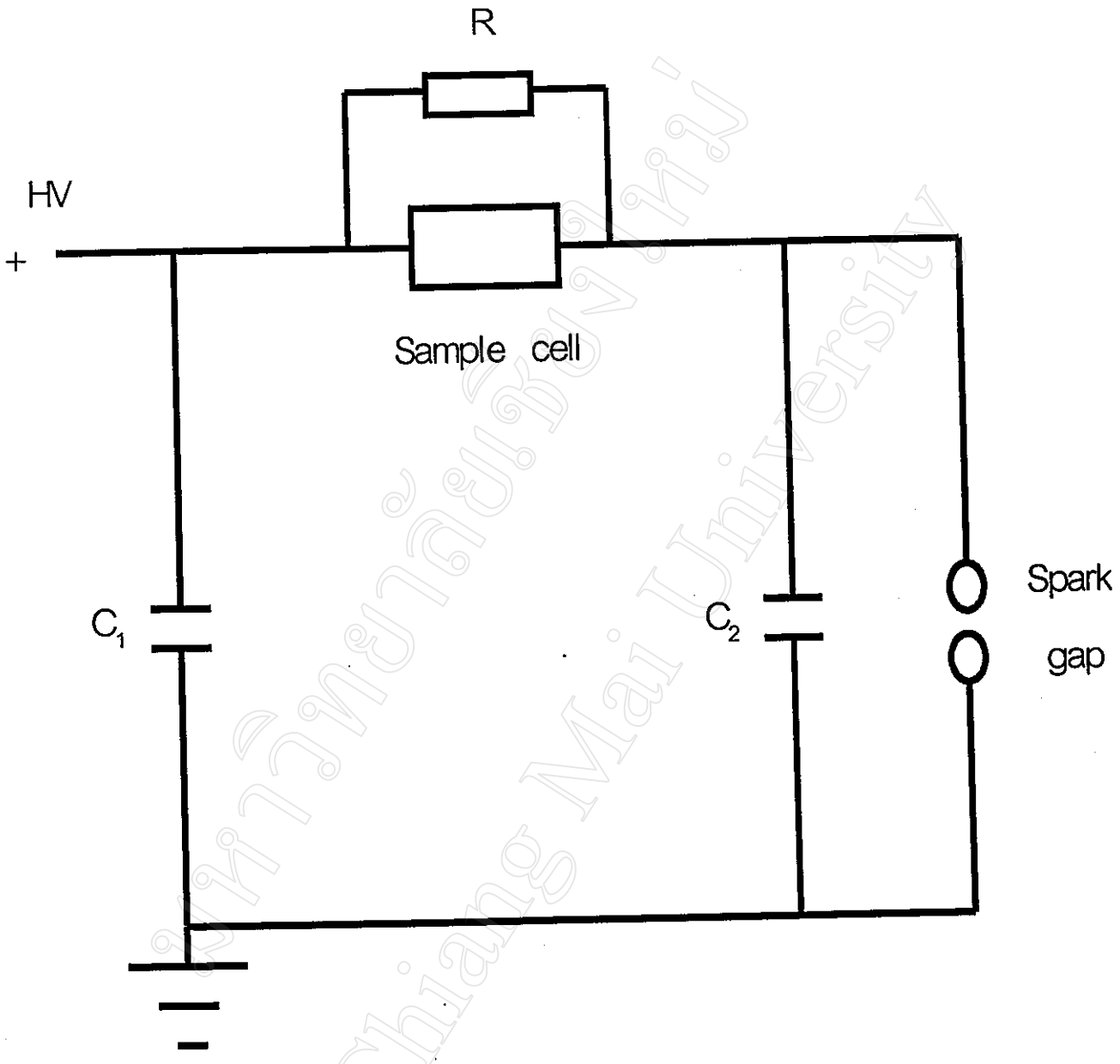
ข. ด้านบน



ค. ด้านข้าง

รูป 3.4 **แสดงเซลบรรจุของเหลวตัวอย่าง** (Sample cell) **หรือ** Kerr cell

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



รูป 3.5 แสดงระบบสวิทช์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงขนาด 15 กิโลโวลต์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

3.3 การเตรียมของเหลวตัวอย่าง

ของเหลวตัวอย่างที่ใช้นั้นเป็นของเหลวเกรดทดลองซึ่งมีความบริสุทธิ์สูงพอจนไม่ต้องผ่านกระบวนการกลั่นอีก สามารถบรรจุลงในเซลบรรจุของเหลวตัวอย่างได้ทันทีโดยอาศัยบีกเกอร์และหลอดฉีดยาที่ผ่านการล้างด้วยอะซีโตนและอบจนแห้งแล้ว บรรจุของเหลวจนมีระดับท่วมแผ่นขั้วไฟฟ้าของเซลบรรจุของเหลวตัวอย่าง แล้วปิดด้วยจุกซึ่งทำจากเทฟลอน แล้วนำไปจัดตั้งการทดลองต่อไป

3.4 การทดลอง

อุปกรณ์การทดลอง

1. He-Ne Laser ($\lambda = 632.8nm$)
2. โพลาไรเซอร์และแอนาไรเซอร์
3. เซลบรรจุของเหลวตัวอย่าง
4. ของเหลวตัวอย่างได้แก่ ไนโตรเบนซีน คาร์บอนไดซัลไฟด์ อะซีโตน โพรพิโอไนไตรด์และเบนโซไนไตรด์
5. กระจกราบและเลนส์นูนความยาวโฟกัส 25 เซนติเมตร
6. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงและระบบสวิทช์
7. โฟโตไดโอด (BPW 21)
8. เครื่องบันทึกข้อมูล IQ 300
9. ไมโครคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

วิธีการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์การทดลองดังรูป 3.1 โดยให้ระนาบของแสงโพลาไรซ์ตกกระทบทำมุมเท่ากับ 45 องศากับทิศของสนามไฟฟ้าของเซลบรรจุของเหลวตัวอย่างและจัดให้ Transmission axis ของโพลาไรเซอร์และแอนาไรเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตั้งฉากกัน
2. เริ่มการทดลองโดยปรับค่าความต่างศักย์ไปที่ค่าที่ต้องการ ปรับช่วงความต่างศักย์ของสัญญาณไฟฟ้าที่จะวัดได้ไปยังช่วงที่เหมาะสมและปรับช่วงเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลให้เท่ากับ 2 ไมโครวินาที โดยจะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 32,768 จุด ให้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำการควบคุมการให้ความต่างศักย์แก่เซลบรรจุของเหลวตัวอย่างโดยผ่านทางโซลิดเสตท-รีเลย์
3. สังเกตสัญญาณแสงที่วัดได้จาก IQ 300 แล้วทำการส่งช่วงข้อมูลที่ต้องการไปเก็บไว้ที่ไมโครคอมพิวเตอร์ จากนั้นเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ไปเรื่อยๆแล้วทำการทดลองซ้ำตามข้อ 1 และ ข้อ 2 จนครบค่าที่ต้องการ
4. นำเซลบรรจุของเหลวตัวอย่างไปทำความสะอาดตามขั้นตอนในหัวข้อที่ (3.1.3) เปลี่ยนของเหลวตัวอย่าง ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 1 ถึงข้อ 3 จนครบจำนวนของของเหลวตัวอย่างที่ต้องการศึกษา แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป