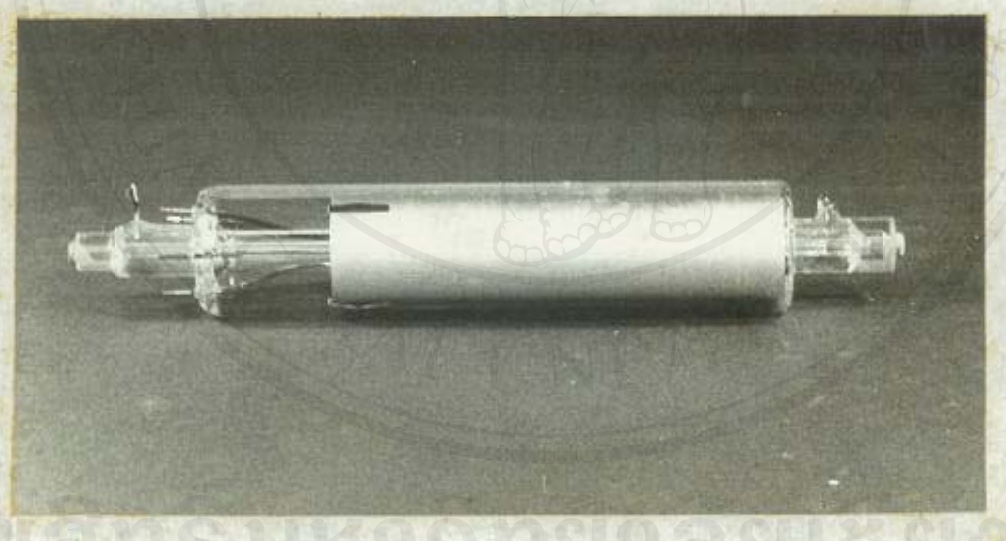
บทที่ 3
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้

3.1 เลเซอร์

แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในการทดลองเป็นเลเซอร์ก๊าซฮีเลียม-นีออน (Helium-Neon gas laser) มีกำลังประมาณ 0.4 มิลลิวัตต์ ให้แสงสีแดงมีความยาวช่วงคลื่น 6328 Å เลเซอร์แบบนี้ใช้ก๊าซฮีเลียมและก๊าซนีออนบรรจุในหลอดแก้วยาวประมาณ 24 เซนติเมตร ลักษณะดังรูปที่ 3.1

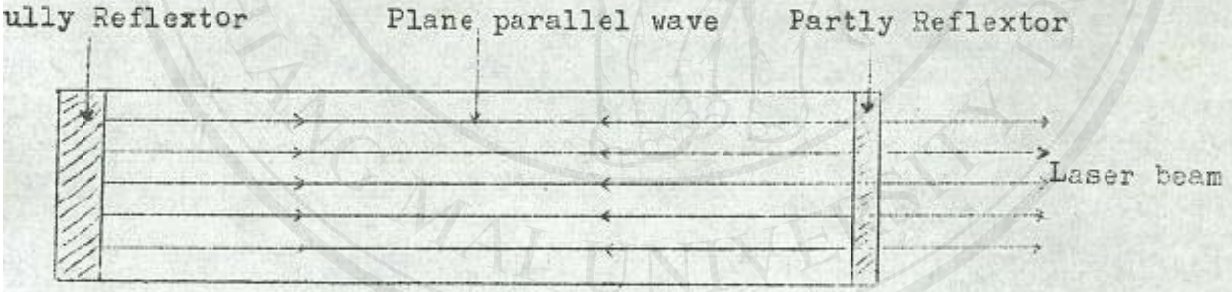


รูปที่ 3.1 ภาพแสดงลักษณะของหลอดแก้วบรรจุก๊าซฮีเลียม-นีออน ซึ่งเป็นต้นกำเนิดแสงเลเซอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความดันของก๊าซฮีเลียมและก๊าซนีออนที่บรรจุภายในหลอดแก้วมีอัตราส่วนประมาณ 10:1[10] ก๊าซผสมนี้จะถูกกระตุ้นด้วยสนามไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง เมื่ออะตอมของฮีเลียมที่อยู่ในสถานะพื้นฐาน (ground state) ได้รับพลังงานสูงขึ้นจนเป็นอะตอมตื่นตัว (Excited atom) มันจะพยายามคายพลังงานออกมาในรูปของโฟตอน (Photon) เพื่อกลับมาอยู่ในสถานะพื้นฐาน แต่อะตอมของฮีเลียมมีการคายพลังงานเป็น 2 ระยะ ระยะแรกมันจะคายพลังงานส่วนหนึ่ง แล้วมาอยู่ในระดับพลังงานที่เรียกว่า สถานะเมตาสะเตเบิ้ล (metastable state) ซึ่งมีช่วงอายุ (life time) ยาว ในระยะที่สองถ้าไม่มีพลังงานจากภายนอกมารบกวนมันจะคายพลังงานออกมาเพื่อมาอยู่ในสถานะพื้นฐาน เมื่ออะตอมของฮีเลียมที่มีพลังงานอยู่ในสถานะเมตาสะเตเบิ้ลชนกับอะตอมของนีออน มันจะคายพลังงานของมันให้กับอะตอมของนีออนและจะกลับสู่สถานะพื้นฐานแล้วถูกกระตุ้นจนเป็นอะตอมตื่นตัวอีก ส่วนอะตอมของนีออนเมื่อได้รับพลังงานจะกลายเป็นอะตอมตื่นตัว และพยายามคายพลังงานออกในลักษณะเดียวกับอะตอมของฮีเลียม จำนวนอะตอมของนีออนที่อยู่ในสถานะเมตาสะเตเบิ้ลจึงมีมาก เนื่องจากระดับพลังงานของอะตอมในสถานะนี้มีช่วงอายุยาว และอะตอมของฮีเลียมถูกกระตุ้นด้วยสนามไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง จึงทำให้อะตอมของฮีเลียมถ่ายพลังงานให้อะตอมของนีออนได้ตลอดเวลาที่มีการกระตุ้นและชนกัน เมื่ออะตอมของนีออนที่อยู่ในสถานะเมตาสะเตเบิ้ลคายโฟตอนออกมาในรูปของพลังงานแสง เพื่อจะกลับไปอยู่ในสถานะพื้นฐาน โฟตอนที่ถูกคายออกมาจะไปกระตุ้นอะตอมตัวอื่น ๆ ที่อยู่ในสถานะเมตาสะเตเบิ้ลให้คายพลังงานออกเร็วกว่าเดิม จึงทำให้โฟตอนมีปริมาณมาก และออกไปได้ทุกทิศทาง อะตอมของนีออนที่คายพลังงานออกแล้วจะกลับสู่สถานะพื้นฐานและถูกกระตุ้นให้เป็นอะตอมตื่นตัวอีก กรรมวิธีที่จะทำให้โฟตอนที่อะตอมของนีออนคายออกมาในรูปของพลังงานแสงเป็นลำแสงขนานมีความเข้มสูง และโคฮีเรนซ์กัน ทำได้โดยกักโฟตอนให้อยู่ในรีโซแน้นท์ แควิตี้ (Resonant Cavity) ซึ่งประกอบด้วยวัตถุที่เป็นตัวสะท้อน 2 แผ่นวางขนานกัน โดยตัวสะท้อนตัวหนึ่งโฟตอนไม่สามารถลอดผ่านไปได้เรียกว่า Fully Reflextor ส่วนอีกตัวหนึ่งให้โฟตอนลอดผ่านไปได้บางส่วนและสะท้อนได้บางส่วนเรียกว่า Partly Reflextor

(ดังรูปที่ 3.2) โฟตอนที่อยู่ในรีโซแนนท์ แควิตี้ จะไปตกกระทบตัวสะท้อน เกิดการสะท้อนไปมาในระหว่างตัวสะท้อนทั้งสองนั้นและเกิดเป็นคลื่นสถิต (Standing wave) คลื่นสถิตที่เกิดขึ้นนี้จะไปกระตุ้นให้อะตอมของนีออนคายโฟตอนออกมาพร้อม ๆ กัน โดยมีความถี่ (frequency) เฟสและทิศทางเดียวกันกับคลื่นสถิตที่ไปกระตุ้นนั้น ทำให้มีลำแสงขนานและความเข้มสูงซึ่งเกิดจากโฟตอนตัวที่ตกตั้งฉากกับตัวสะท้อนลอดผ่านทางด้าน Partly Reflextor ออกไปอย่างต่อเนื่อง ส่วนโฟตอนตัวที่ไม่ตกตั้งฉากกับตัวสะท้อนก็จะกระเด็นออกไปทางด้านข้างซึ่งมีทิศทางไม่แน่นอน ด้วยกรรมวิธีนี้จึงทำให้ลำแสงเลเซอร์เป็นลำแสงขนานและมีความเข้มสูงกว่าแสงธรรมดามาก[10,11,12]



รูปที่ 3.2 diagram แสดงลักษณะของรีโซแนนท์ แควิตี้

สรุปคุณสมบัติของแสงเลเซอร์แบบก๊าซฮีเลียม-นีออน มีดังนี้

1. ต้นกำเนิดแสงเป็นจุด: มีความยาวช่วงคลื่น 6328 Å
2. มีความเข้มสูงเพราะแสงโคฮีเรนซ์กัน
3. เป็นลำแสงเกือบขนานจึงเข้ากรณีหน้าคลื่นเป็นระนาบ

.2 Optical bench ใช้สำหรับวางอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อความสะดวกในการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.3 ภาพแสดงแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์แบบ Helium-Neon gas laser ที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 3.4 ภาพแสดงส่วนประกอบของเลเซอร์แบบ Helium-Neon gas laser ที่ใช้ในการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 เลนซ์นูน

ในการทดลองใช้เลนซ์นูนเพื่อวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ขยายลำแสงเลเซอร์ให้มีขนาดโตขึ้นและยังเป็นลำแสงขนาน
2. ช่วยให้เกิดการ Transformation และเกิดภาพ

3.4 กรอบยึดตัวอย่าง (Sample Holder)

ใช้สำหรับยึดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3.5 กล้องถ่ายรูป

ใช้สำหรับมองดู pattern และเป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลจากการทดลอง ในการทดลองใช้กล้องถ่ายรูปแบบ Single Lens Reflex ไม่มีเลนซ์แทนฉากโดยติดตั้งและวางบน Optical bench ได้ ดังแสดงไว้ตามรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 ภาพแสดงการติดตั้งกล้องถ่ายรูปสำหรับมองดู pattern และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.6 ฟิล์ม

ใช้สำหรับสร้างตัวอย่างเพื่อการทดลองและบันทึกผลจากการทดลอง ในการทดลองใช้ฟิล์ม Fomapan N21 ASA 100

3.7 อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ช่วยให้การทำการทดลองสะดวกขึ้น เช่น กรอบยึดเลนซ์ ที่ยึดขาตั้งกับ Optical bench ฯลฯ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved