

## เรื่อง :: กล้องโทรทรรศน์

### กล้องหักเหแสง

กล้องโทรทรรศน์ที่ใช้สำหรับแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น เป็นอุปกรณ์ที่สร้างความเปลี่ยนแปลงให้วงการดาราศาสตร์เป็นอย่างมาก นับตั้งแต่ได้มีการเริ่มประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมาใช้เป็นครั้งแรกในปี.ศ. 1609 โดยกาลิเลโอ กาลิเลอี (Galileo Galilei) เป็นกล้องชนิดหักเหแสง (Refracting Telescope or Refractor) เรียกว่ากล้องกาลิเลอี (Galilean Telescope) ประกอบด้วยเลนส์นูนเป็นเลนส์ใกล้วัตถุ (Objective Lens) ทำหน้าที่รวบรวมแสงขนานโดยการหักเหแสงให้ตกลงที่จุดโฟกัสและภาพของวัตถุท้องฟ้าก็จะตกลงมาที่ระนาบโฟกัส และใช้เลนส์เว้า เป็นเลนส์ใกล้ตา (Eye Lens) ต่อมาในปี.ศ. 1611 โจฮันน์ เคเพลอร์ (Johann Kepler) ได้เปลี่ยนมาใช้เลนส์นูน เป็นเลนส์ใกล้ตาแทน แล้วเรียกกล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้ว่า กล้องเคเพลอร์เรียน (Keplerian Telescope) ซึ่งต่อมาได้รับความนิยมมากกว่ากล้องกาลิเลอีเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน

### กล้องสะท้อนแสง

ในปี.ศ. 1663 เจมส์ เกรกอรี (James Gregory) ชาวสกอตแลนด์ ได้ประดิษฐ์กล้องสะท้อนแสง โดยการใช้กระจกเว้า ฉาบด้วยสารสะท้อนแสง 2 ชั้น กระจกเว้าชั้นแรกเราเรียกว่า กระจกไพรมารี (Primary Mirror) มีขนาดใหญ่กว่า มีความโค้งเป็นแบบพาราโบล่าใช้ในการรวบรวมแสงขนาน โดยการสะท้อนแสงย้อนไปทางหน้ากล้อง และมีกระจกเว้าชั้นที่สอง ที่เราเรียกว่า กระจกเซคันดารี (Secondary Mirror) มีความโค้งเป็นแบบทรงรี ทำหน้าที่สะท้อนแสงครั้งที่สอง ทำให้ตำแหน่งโฟกัสกลับ ไปตกที่ท้ายกล้อง โดยผ่านรูที่เจาะไว้ตรงกลางของกระจกไพรมารี ภาพที่ได้จะไปตกที่ระนาบโฟกัสที่ท้ายกล้องเช่นกัน และใช้เลนส์นูนเป็นเลนส์ตา กล้องชนิดนี้มีชื่อว่ากล้องสะท้อนแสงเกรกอเรียน (Gregorian Reflector) ถือว่าเป็นกล้องสะท้อนแสงชนิดแรก

ปี .ศ. 1672 ไอแซค นิวตัน (Isaac Newton) ได้ดัดแปลงกล้องสะท้อนแสงเกรกอเรียน โดยการเปลี่ยนกระจกชั้นที่สองจากกระจกเว้าให้เป็นกระจกราบ ทำมุมเอียง 45 องศา กับแนวแสง ทำหน้าที่สะท้อนแสงที่มาจากกระจกเว้าชั้นแรกให้จุดโฟกัสมาตกด้านข้างของลำกล้อง และย้ายเลนส์ตามารับแสงที่ด้านข้างของลำกล้องด้วย เรียกกล้องชนิดนี้ว่า กล้องสะท้อนแสงนิวตัน (Newtonian Reflector) และเรียกโฟกัสแบบนี้ว่า โฟกัสนิวตัน (Newtonian Focus)

มีกระจกเว้าชั้นที่สอง ที่เราเรียกว่า กระจกเซคันดารี (Secondary Mirror) มีความโค้งเป็นแบบทรงรี ทำหน้าที่สะท้อนแสงครั้งที่สอง ทำให้ตำแหน่งโฟกัสกลับ ไปตกที่ท้ายกล้อง โดยผ่านรูที่เจาะไว้ตรงกลางของกระจกไพรมารี ภาพที่ได้จะไปตกที่ระนาบโฟกัสที่ท้ายกล้องเช่นกัน และใช้เลนส์นูนเป็นเลนส์ตา กล้องชนิดนี้มีชื่อว่ากล้องสะท้อนแสงเกรกอเรียน (Gregorian Reflector) ถือว่าเป็นกล้องสะท้อนแสงชนิดแรก

ในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน กิลลัวเม่ คาสสิเกรน (Guillaume Cassegrain) ก็ได้ดัดแปลงกล้องสะท้อนแสงเกรกอเรียนด้วยเช่นเดียวกัน โดยการเปลี่ยนกระจกชั้นที่สองจากกระจกเว้าให้เป็นกระจกรูปที่มีลักษณะไฮเปอร์โบล่า ทำหน้าที่สะท้อนแสงครั้งที่สอง ให้ตำแหน่งโฟกัสกลับ ไปตกที่ท้ายกล้อง เรียกกล้องนี้ว่า กล้องสะท้อนแสงคาสสิเกรน (Cassegrain Reflector) และเรียกโฟกัสแบบนี้ว่า โฟกัสคาสสิเกรน (Cassegrain Focus)

มีกระจกเว้าชั้นที่สอง ที่เราเรียกว่า กระจกเช็คคันดารี (Secondary Mirror) มีความโค้งเป็นแบบทรงรี ทำหน้าที่สะท้อนแสงครั้งที่สอง ทำให้ตำแหน่งโฟกัสกลับไปที่ตำแหน่งที่ห้ายกสอง โดยผ่านรูที่เจาะไว้ตรงกลางของกระจกไพรมารี ภาพที่ได้จะไปตกที่ระนาบโฟกัสที่ห้ายกสองเช่นกัน และใช้เลนส์นูนเป็นเลนส์ตา กล้องชนิดนี้มีชื่อว่า กล้องสะท้อนแสงเกรกอเรียน (Gregorian Reflector) ถือเป็นกล้องสะท้อนแสงชนิดแรก ต่อมา คูเด (Coude) ได้คิดแปลงกล้องสะท้อนแสงคาสสิเกรน โดยการเพิ่มกระจกชั้นที่สาม (Third Mirror) เป็นกระจกราบ ทำมุมเอียง 45 องศากับแนวแสง ทำหน้าที่สะท้อนแสงครั้งที่สาม ให้ตำแหน่งโฟกัสมาตกด้านข้างของลำกล้อง เรียกโฟกัสแบบนี้ว่า โฟกัสคูเด (Coude Focus) นอกจากนี้ยังมีการดัดแปลงกล้องสะท้อนแสงคาสสิเกรน โดยการเปลี่ยนมาใช้กระจกเว้าไฮเปอร์โบล่าเป็นกระจกไพรมารี และใช้กระจกนูนไฮเปอร์โบล่า เป็นกระจกเช็คคันดารี เรียกกล้องชนิดนี้ว่า กล้องสะท้อนแสงริทซ์-เครเทียน (Ritchey-Chretien Cassegrain Reflector) และในกล้องบางชนิด มีกระจกไพรมารีเพียงชั้นเดียว โดยให้จุดโฟกัสไปตกยังด้าน หน้ากล้อง เรียกโฟกัสแบบนี้ว่า โฟกัสไพรมารี (Primary Focus)

### การเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างกล้องหักเหแสงกับกล้องสะท้อนแสง

กล้องสะท้อนแสงกับกล้องหักเหแสงนั้น นอกจากจะมีระบบทางเดินแสงต่างกันแล้ว ยังเกิดการคลาดของแสงต่างกัน ทำให้คุณภาพของภาพที่ได้มีความแตกต่างกันไปด้วย 1. ความคลาดโครมาติก (Chromatic Aberration)

เกิดขึ้นเฉพาะในกล้องหักเหแสงอันเนื่องมาจากแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น ประกอบด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงิน มีความยาวคลื่นประมาณ 400 นาโนเมตร ไปจนถึงคลื่นแสงสีแดง ความยาวคลื่นประมาณ 700 นาโนเมตร เมื่อแสงแต่ละช่วงความยาวคลื่นผ่านเข้าไปในเลนส์ใกล้วัตถุจะเกิดการหักเหไม่เท่ากันทำให้จุดโฟกัสในแต่ละสีของแสงตกลงคนละตำแหน่งกัน ภาพที่ได้จึงอาจมีสีที่ผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริงได้ ซึ่งจะต้องมีการแก้ไขความคลาดนี้ โดยการช้อนเลนส์อะโครมาติก (Achromatic Lens) ซึ่งเป็นเลนส์เว้าที่มีคุณสมบัติในการหักเหแสง เพื่อคืนตำแหน่งของโฟกัสให้มาตรงกันที่จุดเดียวกัน 2. ความคลาดทรงกลม (Spherical Aberration)

เกิดขึ้นได้ทั้งในกล้องหักเหแสงและกล้องสะท้อนแสง ถ้าเลนส์ใกล้วัตถุหรือกระจกไพรมารี มีความโค้งเป็นแบบผิวทรงกลม แสงที่รวมได้จะไม่สามารถมารวมกันที่จุดเดียวตรงกลางกล้องได้ ภาพที่ได้จึงขาดความคมชัด ต้องแก้ไขโดยการเปลี่ยนมาใช้ เลนส์ใกล้วัตถุหรือกระจกไพรมารี ที่มีความโค้ง เป็นแบบ พาราโบล่า หรือในกรณีของกล้องสะท้อนแสง อาจแก้ไขได้ด้วยการเพิ่มเลนส์คอร์เรคติ้ง (Correcting Lens) ติดไว้ที่หน้ากล้องเพื่อหักเหทิศทางก่อนที่จะตกกระทบกระจกไพรมารี แล้วทำให้เกิดจุดโฟกัสรวมกันที่จุดเดียวเทคนิคนี้คิดค้นโดย เบร์นฮาร์ด ชมิดท์ (Bernhard Schmidt) ดังนั้นจึงได้เรียกกล้องที่ใช้เทคนิคแบบนี้ว่า กล้องชมิดท์ (Schmidt Telescope) ในขณะที่ มัคซุทอฟ (Maksutov) ก็ใช้กระจกนูนที่มีความโค้งพิเศษเพื่อแก้ความคลาดทรงกลมคอร์เรคติ้ง (Correcting Mirror) แทนกระจกเช็คคันดารี เพื่อทำให้การสะท้อนครั้งที่สองเบี่ยงเบนแสงให้มาตกที่จุดโฟกัสเดียวกัน และเรียกกล้องแบบนี้ว่า กล้องมัคซุทอฟ (Maksutov Telescope) 3. ในกล้องสะท้อนแสง จะมีการสูญเสียพลังงานของแสงจากวัตถุท้องฟ้ามากกว่าในกล้องหักเหแสง ยิ่งมีการสะท้อนมากครั้งเท่าใดพลังงานก็จะยิ่งสูญเสียมากขึ้นเท่านั้น ทำให้ความคมชัดของภาพลดลง ดังนั้นแล้ว เมื่อเปรียบเทียบกล้องที่ขนาดเท่ากัน กล้องหักเหแสงจะให้ความคมชัดดีกว่ากล้องแบบสะท้อนแสง แต่เนื่องจากเลนส์นั้นจะถูกผลิตได้ยากกว่า ต้นทุนแพงกว่า กัน กล้องหักเหแสงจึงมีราคาแพงกว่ากล้องแบบสะท้อนแสงด้วย

โดย เบร์นาร์ด ชมิทท์ (Bernhard Schmidt) ดังนั้นจึงได้เรียกกล้องที่ใช้เทคนิคแบบนี้ว่า กล้องชมิทท์ (Schmidt Telescope) ในขณะที่ มักซุทอฟ (Maksutov) ก็ใช้กระจกนูนที่มีความโค้งพิเศษเพื่อแก้ความคลาดทรงกลมคอร์เรกติ้ง (Correcting Mirror) แทนกระจกเซ็คันดารี เพื่อให้การสะท้อนครั้งที่สองเบี่ยงเบนแสงให้มาตกที่จุดโฟกัสเดียวกัน และเรียกกล้องแบบนี้ว่า กล้องมักซุทอฟ (Maksutov Telescope) อัตราส่วนโฟกัส (f-Ratio)

คุณสมบัติอย่างหนึ่งของกล้องโทรทรรศน์ที่ จะต้องการกล่าวถึงเสมอ ก็คือ อัตราส่วนโฟกัส หรือ อัตราส่วนเอฟ (f-Ratio) เป็นอัตราส่วนระหว่างระยะโฟกัส (ระยะทางจากผิวโค้งของเลนส์ใกล้วัตถุหรือกระจกไพรมารีถึงตำแหน่งโฟกัส) กับ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกระจกไพรมารี ค่าอัตราส่วนโฟกัสนี้ จะบอกถึงความไวในการรวมแสงของกล้องโทรทรรศน์ ยิ่งกล้องโทรทรรศน์ใด มีค่าอัตราส่วนโฟกัสนี้น้อย การรวมแสงของกล้องโทรทรรศน์นั้นก็จะมีควมไวสูง

### กล้องโทรทรรศน์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก

กล้องโทรทรรศน์ที่ใช้สำหรับแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกขณะนี้ 3 อันดับแรก ได้แก่

#### 1. กล้องโทรทรรศน์เค็ค 1 และ เค็ค 2 (Keck I and Keck II Telescopes)

เป็นกล้องสะท้อนแสงคู่แฝด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ของกระจกไพรมารี 10 เมตร ความยาวโฟกัส 17.5 เมตร ติดตั้งด้วยระบบฐานกล้องแนวขอบฟ้า (Altazimuth Mounts) ตั้งอยู่ที่เขามัวนาเคีย (Mauna Kea) บนเกาะฮาวาย สหรัฐอเมริกา ก่อตั้งและดำเนินงาน โดยความร่วมมือระหว่างสถาบันเทคโนโลยีแคลิฟอร์เนีย มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย และองค์การอวกาศนาซา โดยกล้องเค็ค 1 เริ่มใช้งานเมื่อปี 1993 และกล้องเค็ค 2 เริ่มใช้งานเมื่อปี 1996

#### 2. กล้องโทรทรรศน์ฮอบบี้-อีเบอร์ลี่ (Hobby-Eberly Telescope, HET)

เป็นกล้องสะท้อนแสง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ของกระจกไพรมารี 9.2 เมตร เป็นกระจกเว้าผิวโค้งแบบทรงกลม รัศมี 26.164 เมตร และมีระบบแก้ความคลาดทรงกลม มีผลให้ได้ภาพที่ตีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm. บนระนาบโฟกัส ซึ่งก็คือมีขนาดเชิงมุม 4 ลิปดาบนท้องฟ้าความยาวโฟกัส 13.1 เมตร (f/1.4) ที่โฟกัสไพรมารี ติดตั้งด้วยระบบฐานกล้องแนวขอบฟ้า โดยกำหนดแกนอะซิมูทเพียง 37 องศา จากแนวตั้ง ตั้งอยู่ที่เขาโฟว์ลเคส (Fowlkes) รัฐเท็กซัส

### กล้องโทรทรรศน์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก

กล้องโทรทรรศน์ที่ใช้สำหรับแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกขณะนี้ 3 อันดับแรก ได้แก่

#### 1. กล้องโทรทรรศน์เค็ค 1 และ เค็ค 2 (Keck I and Keck II Telescopes)

เป็นกล้องสะท้อนแสงคู่แฝด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ของกระจกไพรมารี 10 เมตร ความยาวโฟกัส 17.5 เมตร ติดตั้งด้วยระบบฐานกล้องแนวขอบฟ้า (Altazimuth Mounts) ตั้งอยู่ที่เขามัวนาเคีย (Mauna Kea) บนเกาะฮาวาย สหรัฐอเมริกา ก่อตั้งและดำเนินงาน โดยความร่วมมือระหว่างสถาบันเทคโนโลยีแคลิฟอร์เนียสหรัฐอเมริกา ก่อตั้งและดำเนินงาน โดยความร่วมมือระหว่าง 3 มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกา กับ 2 มหาวิทยาลัยในเยอรมันนี เริ่มใช้งานเมื่อปี 1999

### 3. กล้องโทรทรรศน์ซูบารุ (Subaru Telescopes)

เป็นกล้องสะท้อนแสง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ของกระจกไพรมารี 8.2 เมตร ความยาวโฟกัส 15 เมตร (f/1.75) ที่โฟกัสไพรมารี มีอัตราส่วนโฟกัส f/12.2 ที่โฟกัสคาสสิเกรน มีอัตราส่วนโฟกัส f/12.6 ที่โฟกัสนาสมิธ ติดตั้งด้วยระบบฐานกล้องแนวขอบฟ้า ตั้งอยู่ที่ เขามัว์นาเคีย (Mauna Kea) บนเกาะฮาวาย สหรัฐอเมริกา ก่อตั้งและดำเนินงาน โดยหอดูดาวแห่งชาติประเทศญี่ปุ่น เริ่มใช้งานเมื่อปี 1999 กล้องโทรทรรศน์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก

กล้องโทรทรรศน์ที่ใช้สำหรับแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกขณะนี้ 3 อันดับแรก ได้แก่

#### 1. กล้องโทรทรรศน์เค็ค 1 และ เค็ค 2 (Keck I and Keck II Telescopes)

เป็นกล้องสะท้อนแสงคู่แฝด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ของกระจกไพรมารี 10 เมตร ความยาวโฟกัส 17.5 เมตร ติดตั้งด้วยระบบฐานกล้องแนวขอบฟ้า (Altazimuth Mounts) ตั้งอยู่ที่เขามัว์นาเคีย (Mauna Kea) บนเกาะฮาวาย สหรัฐอเมริกา ก่อตั้งและดำเนินงาน โดยความร่วมมือระหว่างสถาบันเทคโนโลยีแคลิฟอร์เนีย

กล้องโทรทรรศน์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก

กล้องโทรทรรศน์ที่ใช้สำหรับแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกขณะนี้ 3 อันดับแรก ได้แก่

#### 1. กล้องโทรทรรศน์เค็ค 1 และ เค็ค 2 (Keck I and Keck II Telescopes)

เป็นกล้องสะท้อนแสงคู่แฝด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ของกระจกไพรมารี 10 เมตร ความยาวโฟกัส 17.5 เมตร ติดตั้งด้วยระบบฐานกล้องแนวขอบฟ้า (Altazimuth Mounts) ตั้งอยู่ที่เขามัว์นาเคีย (Mauna Kea) บนเกาะฮาวาย สหรัฐอเมริกา ก่อตั้งและดำเนินงาน โดยความร่วมมือระหว่างสถาบันเทคโนโลยีแคลิฟอร์เนีย

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(	ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(	แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(	คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b> 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b> 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b> 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

