

เอกสารความรู้เรื่อง การเปลี่ยนตำแหน่งของสเปกตรัมมืด

สเปกตรัม คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ หรือความยาวคลื่นที่ต่างกันไป โดยมีลำดับความยาวคลื่นจากความยาวคลื่นสั้นไปความยาวคลื่นยาว คือ จากสีม่วงไปสีแดง ลำดับดังรูป 1



ความยาวคลื่นสั้น

ความยาวคลื่นยาว

รูป1 แถบสเปกตรัมต่อเนื่องของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

สเปกตรัมดูดกลืน หรือ สเปกตรัมมืด เกิดจากการดูดกลืนพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากอะตอมของธาตุแต่ละชนิดจะดูดกลืนพลังงานที่ความยาวคลื่นแตกต่างกัน ทำให้แถบสีสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่นนั้นมีความเข้มลดลงปรากฏเป็นสีดำในบางช่วงความยาวคลื่น ดังรูป 2



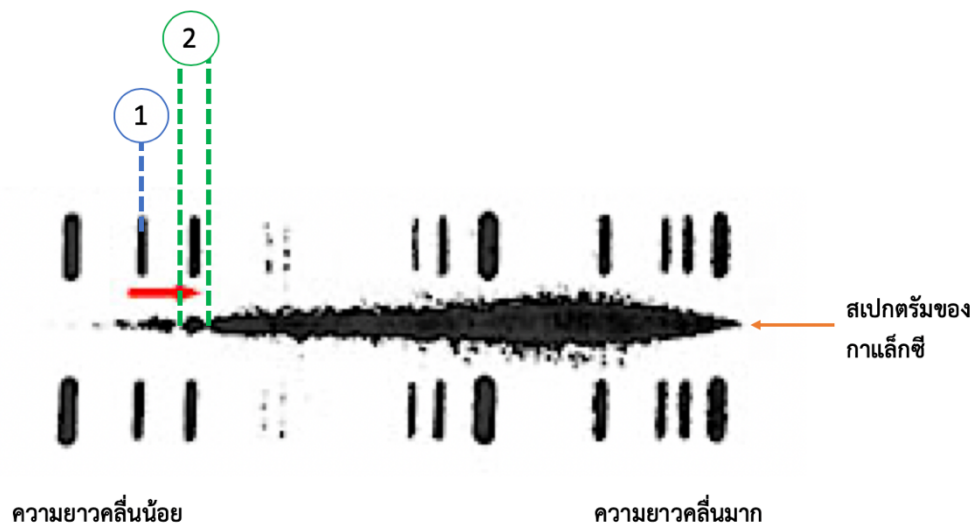
ความยาวคลื่นสั้น

ความยาวคลื่นยาว

รูป2 สเปกตรัมมืดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแถบสเปกตรัมต่อเนื่อง

นักดาราศาสตร์พบว่าเมื่อวัตถุท้องฟ้าเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกต สเปกตรัมมีดจะเลื่อนไปทางด้านสีแดงซึ่งมีความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น เรียกว่า การเลื่อนทางแดง (red shift) ซึ่งอธิบายได้ด้วยหลักการเดียวกับปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler's effect)

จากรูป แสดงสเปกตรัมมีดของธาตุแคลเซียมของกาแล็กซี NGC379 ในกลุ่มดาวปลา (2) และสเปกตรัมมีดของธาตุแคลเซียมที่ได้จากการตรวจวัดในห้องทดลองบนโลกซึ่งใช้เป็นสเปกตรัมอ้างอิง (1) เมื่อพิจารณาดำแหน่งของสเปกตรัมมีดของธาตุแคลเซียมของกาแล็กซี NGC379 ในกลุ่มดาวปลาพบว่าเมื่อเทียบตำแหน่งกับสเปกตรัมมีดอ้างอิงจะอยู่ในตำแหน่งที่มีความยาวคลื่นมากกว่า แสดงว่ากาแล็กซีนี้มีการเลื่อนทางแดง



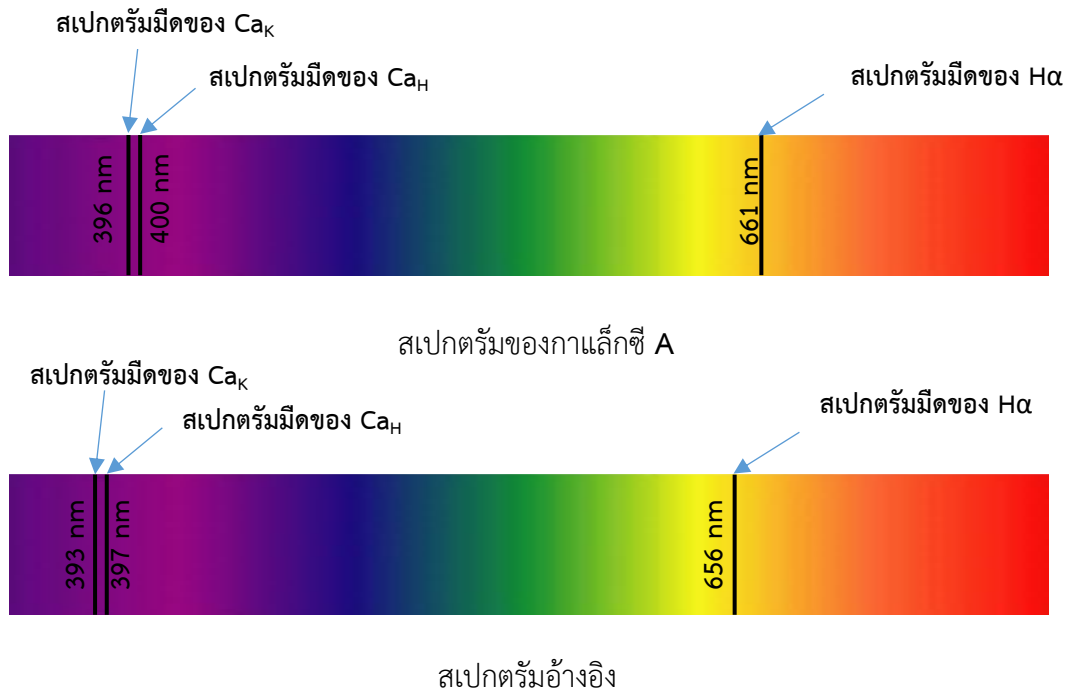
รูป 3 สเปกตรัมของกาแล็กซีในกลุ่มดาวปลา
และสเปกตรัมมีดอ้างอิง

หมายเหตุ สเปกตรัมของกาแล็กซีในภาพได้รับการปรับสีให้ตรงข้ามกับสีจริงทำให้เส้นสเปกตรัมมีดมีสีขาว ส่วนสเปกตรัมที่มีความสว่างจะมีสีดำ

การศึกษาเส้นสเปกตรัมมีดของกาแล็กซี นอกจากทำให้สามารถบอกได้ว่ากาแล็กซีนั้นกำลังเคลื่อนที่ห่างออกจากโลกแล้ว สเปกตรัมเหล่านี้ยังสามารถนำมาคำนวณเพื่อหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของกาแล็กซีออกจากผู้สังเกตหรือความเร็วถอยห่าง ได้อีกด้วย

ตัวอย่างการหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของกาแล็กซี มีขั้นตอนดังนี้

1) เลือกสเปกตรัมมืดของธาตุใดธาตุหนึ่งในกาแล็กซี A และสเปกตรัมมืดอ้างอิง ในที่นี้เลือกธาตุไฮโดรเจน แอลฟา ($H\alpha$)



2) อ่านค่าความยาวคลื่นของสเปกตรัมมืดของธาตุไฮโดรเจน แอลฟา ในกาแล็กซี A และสเปกตรัมมืดอ้างอิง ซึ่งมีค่าดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ความยาวคลื่นของสเปกตรัมมืดอ้างอิง } (\lambda_0) &= 656 \text{ nm} \\ \text{ความยาวคลื่นของสเปกตรัมมืดของกาแล็กซี } (\lambda_r) &= 661 \text{ nm} \end{aligned}$$

3) หาค่าเลื่อนทางแดง (z) จากอัตราส่วนระหว่างผลต่างของความยาวคลื่นสเปกตรัมของกาแล็กซีกับความยาวคลื่นสเปกตรัมอ้างอิงต่อความยาวคลื่นสเปกตรัมอ้างอิง ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่าเลื่อนทางแดง } z &= \frac{\lambda_r - \lambda_0}{\lambda_0} \\ &= \frac{661 - 656}{656} \\ &= 0.0076 \end{aligned}$$

4) นำค่าเส้นทางแดงมาหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของกาแล็กซีหรือความเร็วถอยห่าง (v) ได้ดังนี้

$$v = cz$$

โดย

v คือ ความเร็วถอยห่าง มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที

c คือ ความเร็วแสง มีค่าเท่ากับ 3×10^8 เมตรต่อวินาที

z คือ ค่าเส้นทางแดง

ดังนั้น

$$\text{ความเร็วในการเคลื่อนที่ของกาแล็กซี } A (v) = 3 \times 10^8 \times 0.0076$$

$$= 2.28 \times 10^6 \quad \text{เมตรต่อวินาที}$$

$$= 22,800 \quad \text{กิโลเมตรต่อวินาที}$$

แผนภาพจำลองการเลือนทางแดงของสเปกตรัมดูดกลืนของกาแล็กซี

