

รายงานบริการวิชาการ  
เรื่อง

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการทักษะการสอนวิทยาศาสตร์  
ระดับประถมศึกษาและโรงเรียนขยายโอกาส



โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพจน์

เกิดมี และคณะ



งานบริการวิชาการฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์  
ประจำปีการศึกษา 2556

หัวข้อบริการวิชาการ	โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการทักษะการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและ โรงเรียนขยายโอกาส
ชื่อผู้ดำเนินการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพจน์ เกติมี และคณะ
หน่วยงาน	หลักสูตร สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ปีการศึกษา	2556

### บทคัดย่อ

แบบประเมินความพึงพอใจโครงการจัดการความรู้ คัดสรร วิเคราะห์ สังเคราะห์ องค์กรความรู้จากงานวิจัย บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ได้ดำเนินการบริการวิชาการในเรื่อง “โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการทักษะการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและ โรงเรียนขยายโอกาส” จำนวน 25 คน ในการตอบแบบสอบถามจำนวน 25 คน สรุปประเด็นความคิดเห็น ด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร ด้าน บริการ ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการนำความรู้ไปใช้ ได้ดังนี้

ประเมินความพึงพอใจโครงการจัดการความรู้ คัดสรร วิเคราะห์ สังเคราะห์ องค์กรความรู้จาก บริการวิชาการ ประเด็นความคิดเห็น ด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร ได้คะแนนระดับความพึงพอใจมาก คือ อาหาร/อาหารว่างมีความเหมาะสม 4.40 ระดับรองลงไป คือ ระยะเวลาในการอบรมมีความเหมาะสม ระดับ คะแนน 4.36

ด้านบริการ ได้คะแนนระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือการให้คำแนะนำปรึกษาหรือ ตอบข้อซักถาม ของเจ้าหน้าที่ 4.64 ระดับรองลงไป ระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ การอำนวยความสะดวกของ เจ้าหน้าที่ 4.60

ด้านความรู้ความเข้าใจ ได้คะแนนระดับความพึงพอใจมาก คือ การบูรณาการทางความคิดสู่การทำงานเป็นทีมได้ 4.40 ระดับรองลงไป ระดับความพึงพอใจมาก คือ ความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้ **หลัง** การเข้ารับการอบรม 4.36

ด้านการนำความรู้ไปใช้ ได้คะแนนระดับความพึงพอใจมาก คือ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไป ประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้ 4.48 ระดับรองลงไป ระดับความพึงพอใจมาก คือ ความมั่นใจและสามารถ นำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้ 4.44

ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนการสอน ทางด้านฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง จี:  
บริการวิชาการ เรื่อง “โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการทักษะการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา  
และโรงเรียนขยายโอกาส” เป็นการพัฒนากับทักษะป  
ศักยภาพ ความเชี่ยวชาญ และเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้นทั้งนี้ให้เป็นไปตามแผนการบริ  
วิชาการเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้แก่องค์กรและชุมชน

ที่ให้ความร่วมมือและ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	
สารบัญ	
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
ชื่อโครงการ	1
ลักษณะของโครงการ	1
หัวหน้าโครงการ	1
ผู้ร่วมโครงการ	1
โครงการที่เสนอขอบูรณาการเข้ากับ	2
หลักการและเหตุผล/ที่มา/ปัญหา	2
วัตถุประสงค์	3
ตัวชี้วัด	3
กลุ่มเป้าหมาย/ผู้รับบริการ	3
ระยะเวลาดำเนินการ	3
สถานที่ดำเนินการ	3
วิธีดำเนินการ	4
งบประมาณ	4
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	5
การประเมินผลโครงการ	6
การติดตามผลการดำเนินงานโครงการบริการวิชาการ	
<b>บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>7</b>
แรงและการเคลื่อนที่	7
การเคลื่อนที่	9
กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	11
ดาราศาสตร์	14
การเกิดกลางวันกลางคืน	14
กำหนดทิศและเวลา	15
ฤดูกาล	16
เงามืด เงามัว	16
แผนที่ดาว	18
กลุ่มดาว	23

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการบริการวิชาการ</b>	<b>25</b>
วิธีประเมินโครงการ	25
กลุ่มตัวอย่าง	26
เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน	26
สร้างแบบประเมินความพึงพอใจในโครงการจัดการเรียนรู้	26
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	27
เกณฑ์การประเมิน	27
<b>บทที่ 4 ผลการดำเนินการบริการวิชาการ</b>	<b>28</b>
แบบประเมิน	28
ผลการประเมิน	28
ประเมินความพึงพอใจโครงการจัดการความรู้ คัดสรร วิเคราะห์ สังเคราะห์ องค์ความรู้จาก บริการวิชาการ ด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร	29
ประเมินความพึงพอใจโครงการจัดการความรู้ คัดสรร วิเคราะห์ สังเคราะห์ องค์ความรู้จาก บริการวิชาการ ด้านบริการ	30
ประเมินความพึงพอใจโครงการจัดการความรู้ คัดสรร วิเคราะห์ สังเคราะห์ องค์ความรู้จาก บริการวิชาการ ด้านความรู้ความเข้าใจ	31
ประเมินความพึงพอใจโครงการจัดการความรู้ คัดสรร วิเคราะห์ สังเคราะห์ องค์ความรู้จาก บริการวิชาการ ด้านการนำความรู้ไปใช้	32
<b>บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	<b>33</b>
สรุปผล อภิปรายผล	33
ข้อเสนอแนะ	34
ภาคผนวก	35
ภาคผนวก ก การบูรณาการเข้ากับการเรียนการสอน	36
ภาคผนวก ข ประมวลภาพ	64
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบประเมินความพึงพอใจ	69
ภาคผนวก ง แบบติดตามการนำไปใช้ประโยชน์	72

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ประเมินความพึงพอใจโครงการจัดการความรู้ คัดสรร วิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้จาก บริการวิชาการ ด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร	29
2 ประเมินความพึงพอใจโครงการจัดการความรู้ คัดสรร วิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้จาก บริการวิชาการ ด้านบริการ	30
3 ประเมินความพึงพอใจโครงการจัดการความรู้ คัดสรร วิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้จาก บริการวิชาการ ด้านความรู้ความเข้าใจ	31
4 ประเมินความพึงพอใจโครงการจัดการความรู้ คัดสรร วิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้จาก บริการวิชาการ ด้านการนำความรู้ไปใช้	32

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 รูปการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยความเร็วหยุดนิ่งและคงที่	9
2.2 แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยาที่กระทำระหว่างคนและโลก เมื่อคนยืนอยู่บนผิวโลก	13
2.3 แกนของโลกเอียง $23.5^\circ$ ขณะที่โคจรรอบดวงอาทิตย์	14
2.4 การแบ่งเส้นแวงตามแนวเหนือใต้ไปทางทิศตะวันออก และตะวันตกบนทรงกลมท้องฟ้า	15
2.5 ขนาดเงาของวัตถุเมื่ออยู่ใกล้และไกลจากแสง	17
2.6 แผนที่ดาว (แผ่นล่าง)	19
2.7 แผนที่ดาว (แผ่นบน)	20
2.8 การใช้มือวัดระยะทางเชิงมุมของดาว	22

# บทที่ 1

## บทนำ

1. ชื่อโครงการ โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการทักษะการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและ  
โรงเรียนขยายโอกาส
2. ลักษณะของโครงการ  โครงการใหม่  
 โครงการต่อยอดจากโครงการ โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการทักษะ  
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอนฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษา  
ขั้นพื้นฐาน เขต๑, เขต๒ , เขต๓ เพชรบูรณ์
- ลักษณะการอบรม  หลักสูตรระยะสั้น (เก็บค่าลงทะเบียน)  
 โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยมีประเด็นชี้นำหรือแก้ปัญหาสังคม  
 เศรษฐกิจ  พลังงานและสิ่งแวดล้อม  สุขภาพ  
 อุบัติภัย  การพร้อมรับกับการเป็นสมาชิกสังคมอาเซียน  
 โครงการทั่วไป
3. ชื่อหัวหน้าโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพจน์ สกุล เกิดมี  
ตำแหน่ง  ข้าราชการ  พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ  อาจารย์ประจำพิเศษ  
สาขา/ฝ่าย หลักสูตรสาขาวิชาฟิสิกส์  
คณะ/สำนัก/สถาบัน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โทรศัพท์ .....  
โทรศัพท์มือถือ ๐๘ ๖๑๙๙๒๙๒๘ โทรสาร.....E-mail.....
4. ผู้ร่วมโครงการ

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง (ทางวิชาการ/บริหาร)	หมายเลข โทรศัพท์	อีเมล
๑.	ผศ.ดร.รังสรรค์ เพ็งพืด	ผู้ช่วยศาสตราจารย์		
๒.	ดร.ตรีณัฐ เอลลิส	อาจารย์		
๓.	ดร.ชนัญ ศรีชีวิน	อาจารย์		
๔.	นายสุชิน อินทร์สา	อาจารย์		
๕.	นายเทพบัญชา เสลาหอม	อาจารย์		
๖.	นายอาทิตย์ หู่เต็ม	อาจารย์		
๗.	นายไพฑูรย์ บานเย็นงาม	พนักงานฯ		



## 5. โครงการที่เสนอขอบูรณาการเข้ากัน

[ ✓ ] การเรียนการสอน รหัสวิชา PHYS ๓๐๑ วิชา ฟิสิกส์ 1 จำนวน นศ. ๖๐ คน  
 รหัสวิชา PHYS ๖๐๑ วิชา ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 จำนวน นศ. ๖๐ คน

หมายเหตุ: อาจารย์นำความรู้จากการบริการวิชาการไปสอน ซึ่งต้องระบุชื่อโครงการไว้ในแผนการสอน มคอ.3 และ มคอ.5

[ ] การวิจัย เรื่อง.....  
 ทุนวิจัยประเภท.....ปีงบประมาณ.....

หมายเหตุ: ต้องระบุชื่อโครงการบริการวิชาการในเล่มรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ว่าได้นำความรู้มาพัฒนาต่อยอดเป็นงานวิจัย

## 6. หลักการและเหตุผล/ที่มา/ปัญหา

### ความสำคัญของโครงการ

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของครูผู้สอนทางด้านฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในการใช้วิชาความรู้และการใช้เหตุผลประกอบกับการใช้วัสดุอุปกรณ์ในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนและผู้สอนมีความเข้าใจมากขึ้น เพื่อเป็นการศึกษาและให้เกิดความรู้ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอน สามารถนำความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ในชีวิตประจำวัน การศึกษาและวิจัยสามารถบูรณาการความรู้ไปใช้ในการประกอบอาชีพ และเพิ่มทักษะกระบวนการทางด้านการปฏิบัติ สามารถสร้างเป็นแหล่งเรียนรู้ในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนสำหรับผู้สอนและบุคลากรที่เกี่ยวข้องเป็นไปอย่างต่อเนื่อง โดยมีการจัดกิจกรรมที่หลากหลายทั้งภายในและภายนอกสถานที่ ทั้งนี้ เพื่อส่งเสริมให้ครูอาจารย์และบุคลากรมีความรู้ความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการมากยิ่งขึ้น

### ข้อมูลปัญหาที่จำเป็น

สืบเนื่องมาจาก ในการอบรมเรื่องโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอนฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขต1, เขต2 และ เขต3 เพชรบูรณ์ ครั้งที่แล้ว ครูอาจารย์ผู้สอนทางด้านกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ได้มีความสนใจที่จะเพิ่มเติมความรู้มากยิ่งขึ้น เพราะครู อาจารย์ผู้สอนบางท่านไม่ได้จบสายวิทยาศาสตร์โดยตรงมาทำการสอน จึงเกิดปัญหาในการถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียน จากการประเมินคราวที่แล้วในด้านข้อเสนอแนะ อยากให้มีการอบรมให้แก่ครู ผู้สอนให้หลากหลายสาขาวิชา จึงได้มีการส่งแบบสอบถามไปยังสถานศึกษาต่างๆในจังหวัดเพชรบูรณ์ และได้มีการตอบรับมาในการอบรมครั้งนี้ จึงได้ขอจัดโครงการบริการวิชาการ เรื่อง “โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการทักษะการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและ โรงเรียนขยายโอกาส” ดังกล่าว

เพื่อให้โครงการ ดังกล่าวเกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด คณะผู้ดำเนินงานได้มีการวางแผนที่จะบูรณาการเข้ากันกระบวนการเรียนการสอน ในรายวิชา ฟิสิกส์ 1 และปฏิบัติการฟิสิกส์ 1

## 7. วัตถุประสงค์

- (1) เพื่อพัฒนาด้านการเรียนการสอนของครูผู้สอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และวิชาที่เกี่ยวข้องเป็นไปอย่างต่อเนื่อง
- (2) เพื่อพัฒนาศักยภาพของครูผู้สอน ทั้งทางด้านวิชาการ , ด้านการวิจัย ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- (3) เพื่อศึกษาการใช้วัสดุอุปกรณ์ ที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอน

## 8. ตัวชี้วัด

### เชิงปริมาณ

ครูผู้สอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ในจังหวัดเพชรบูรณ์ เขต1, เขต2 , เขต3 เพชรบูรณ์และครูผู้สอนโรงเรียนขยายโอกาสในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ได้ปฏิบัติกิจกรรมการอบรม ปฏิบัติการวิชาการ เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 25 คน

### เชิงคุณภาพ

ครูผู้สอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ในจังหวัดเพชรบูรณ์ เขต1, เขต2 , เขต3 เพชรบูรณ์และครูผู้สอนโรงเรียนขยายโอกาสในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ มีความรู้ในเนื้อหาทางด้านทฤษฎีและการปฏิบัติการทดลองมากยิ่งขึ้น

## 9. กลุ่มเป้าหมาย/ผู้รับบริการ (อบรมให้กับชุมชนท้องถิ่น/สังคม พร้อมระบุผู้เข้าร่วมโครงการและจำนวนคน)

- หน่วยงานภาครัฐ จำนวน ๒๕ คน       หน่วยงานภาคเอกชนจำนวน.....คน
- รัฐวิสาหกิจ      จำนวน.....คน       ประชาชนทั่วไป      จำนวน.....คน
- อื่นๆ.....จำนวน.....คน

## 10.ระยะเวลาที่ดำเนินการ

- ต.ค. - ธ.ค. 56       ม.ค. - ก.พ. 57       มี.ค. - เม.ย. 57
- พ.ค. - มิ.ย. 57       ก.ค. - ส.ค. 57

ระยะเวลาที่จัดกิจกรรมโครงการบริการวิชาการ เดือน มีนาคม

วันเริ่มต้นโครงการ 20 มีนาคม 2557 วันสิ้นสุดโครงการ 21 มีนาคม 2557

หมายเหตุ: (ผู้รับผิดชอบต้องดำเนินการจัดโครงการให้เสร็จสิ้นภายในวันที่ ๑๕ สิงหาคม ของปีงบประมาณนั้น)

## 11. สถานที่ดำเนินการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาคารสิรินธร ห้อง 16205

## 12. วิธีการดำเนินการ (โปรตรอบุ้ขั้นตอน)

ขั้นตอน/กิจกรรม	พ.ศ.2556				พ.ศ.2557							
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1.เขียนโครงการ	←	→										
2.ประชุมชี้แจง			←	→								
3.เตรียมการอบรม			←	→	←	→						
4.ดำเนินงาอบรม						←	→					
5.สรุป/ประเมินผล							←	→				

หมายเหตุ: ดำเนินงานตามวงจรคุณภาพ (PDCA)

## 13. งบประมาณ 20,000 บาท (สองหมื่นบาทถ้วน) มีรายการดังนี้

รายการ	รายละเอียด	จำนวนเงิน	หมายเหตุ
งบดำเนินงาน			
- ค่าตอบแทน	ค่าตอบแทนวิทยากร 4 คนจำนวน 2 วันๆละ 5 ชั่วโมงๆละ 312.50 บาท (4×312.50 ×5×2)	12,500	
- ค่าใช้สอย	ค่าอาหารกลางวัน 1 มื้อๆละ 100 บาท จำนวน 25 คน จำนวน 2 วัน (100×25×2)	5,000	
	ค่าอาหารว่างวันละ 2 มื้อๆละ 25 บาท จำนวน 25คน จำนวน 2 วัน (2 ×25×25×2)	2,500	
<b>รวม</b>		<b>20,000</b>	

หมายเหตุ ขอถัวเฉลี่ยงบดำเนินงานทุกรายการ

## 14. ผลที่คาดว่าจะได้รับ (เชิงปริมาณ/เชิงคุณภาพ)

### เชิงปริมาณ

- 1) ครูผู้สอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ มีความรู้ ประสบการณ์เพิ่มมากขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
- 2) สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

มติการประเมินแต่ละโครงการ	กลุ่มเป้าหมาย	
	ภายใน	ภายนอก
1. ความรู้ ความเข้าใจของกลุ่มเป้าหมาย	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75
2. f	80	75
3. f	75	75

### เชิงคุณภาพ

1. ครูผู้สอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ในจังหวัดเพชรบูรณ์ เขต1 , เขต2 , เขต3 เพชรบูรณ์และครูผู้สอนโรงเรียนขยายโอกาสในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์มีความรู้ในเนื้อหาทางด้านทฤษฎีและการปฏิบัติการทดลองมากยิ่งขึ้น

2. มีผลกระทบที่เกิดประโยชน์ต่อกลุ่มเป้าหมาย ที่เข้ารับการอบรมโครงการบริการวิชาการฯ เพื่อไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

### 15. การประเมินผลโครงการ

มติการประเมินแต่ละโครงการ	กลุ่มเป้าหมาย		เครื่องมือในการประเมินผล	ผู้รับผิดชอบ
	ภายใน	ภายนอก		
1. ความรู้ ความเข้าใจของกลุ่มเป้าหมาย	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75	แบบประเมินผลโครงการ	ผู้รับผิดชอบโครงการ
2. ความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75	แบบประเมินผลโครงการ	ผู้รับผิดชอบโครงการ
3. การนำความรู้ไปใช้ของกลุ่มเป้าหมาย	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65	แบบประเมินผลโครงการ	ผู้รับผิดชอบโครงการ

### 16. การติดตามผลการดำเนินงานโครงการบริการวิชาการ

ประเด็นการติดตามผลการดำเนินงาน	กลุ่มเป้าหมาย	ระยะเวลา	ผู้รับผิดชอบ
1. ติดตามด้านการบูรณาการเรียนการสอน	นักศึกษาในรายวิชาที่บูรณาการในการเรียนการสอน	เดือน เม.ย.-พ.ค.	ผู้รับผิดชอบโครงการ
2.. ติดตามผล ด้านประโยชน์หรือผลกระทบที่สร้างคุณค่าต่อชุมชน/สังคม	ผู้รับบริการวิชาการที่เป็นกลุ่มเป้าหมายจากภายนอก	เดือน เม.ย.-พ.ค.	ผู้รับผิดชอบโครงการ

ลงชื่อ.....ผู้เสนอโครงการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุพจน์ เกติมี)

ลงชื่อ.....ผู้เห็นชอบโครงการ  
(อาจารย์จิตรนนท์ ศรีเจริญ)

รองคณบดีฝ่ายบริหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ลงชื่อ.....ผู้เห็นชอบโครงการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศันสนีย์ อุทมอ่าง)

รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา

(ลงชื่อ).....ผู้อนุมัติโครงการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เป็ร็อง จันดา)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

## บทที่ 2

### เอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 แรงและการเคลื่อนที่

ปริมาณทางฟิสิกส์หรือเรียกว่าปริมาณกายภาพ (Physical Quantity) ได้แก่ การกระจัด, ระยะทาง, มวล, เวลา, ความเร็ว, อัตราเร็ว, ความเร่ง, แรง, สนามแม่เหล็ก, สนามไฟฟ้า เป็นต้น

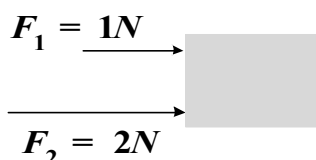
ปริมาณทางฟิสิกส์แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

2.1.1 ปริมาณเวกเตอร์ (Vector Quantity) หมายถึง ปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น การกระจัด, ความเร็ว, ความเร่ง, แรง, โมเมนตัม เป็นต้น

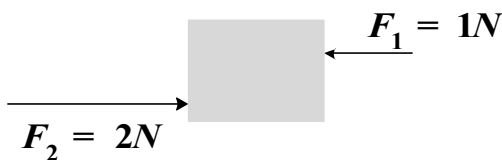
2.1.2 ปริมาณสเกลาร์ (Scalar Quantity) หมายถึง ปริมาณที่มีแต่ขนาดอย่างเดียว ไม่มีทิศทาง เช่น ระยะทาง, อัตราเร็ว, มวล, เวลา, อุณหภูมิ เป็นต้น

การรวมปริมาณเวกเตอร์ต้องรวมทั้งขนาดและทิศทาง เช่น แรง เป็นต้น ซึ่งแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ แรงรวมเราจะเรียกว่าแรงลัพธ์ (Resultant Force) แรงที่นำมารวมกันเรียกว่า แรงย่อยหรือแรงองค์ประกอบ (Component Force)

กรณีที่ 1 เมื่อมีแรงย่อยที่มีทิศทางเดียวกัน ให้นำแรงย่อยมารวมกันสามารถเขียนเวกเตอร์แทนแรงได้ด้วย เส้นตรงและหัวลูกศร



กรณีที่ 2 เมื่อมีแรงย่อยที่มีทิศทางตรงกันข้าม ให้นำค่าของแรงย่อยมาหักล้างกัน เวกเตอร์ของแรงลัพธ์มีทิศทางทางแรงที่มีค่ามากกว่า ค่าของแรงลัพธ์เท่ากับผลต่างของแรงย่อยทั้งสอง



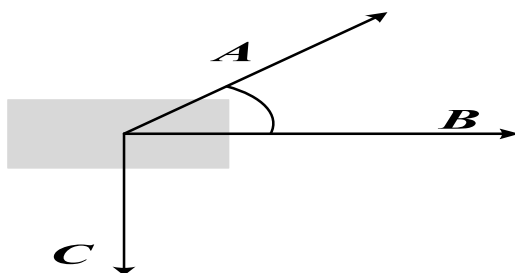
กรณีที่ 3 เมื่อมีแรงย่อยที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม จะได้แรงลัพธ์ที่มีค่าเป็นศูนย์และไม่มีความเร่ง ดังนั้นวัตถุจะคงสภาพเดิม



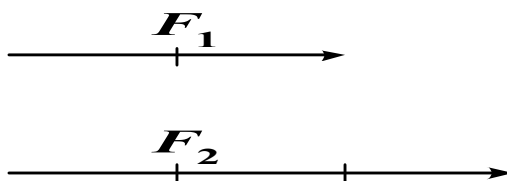
## 2.2 วิธีการหาแรงลัพธ์ มี 2 วิธี

2.2.1 การเขียนรูป (โดยแทนแรงด้วยลูกศร) ดังนี้ ใช้หางต่อหัวคือ เอาหางของลูกศรที่แทนแรงที่ 2 มาต่อหัวลูกศรที่แทนแรงที่ 1 แล้วเอาหางลูกศรที่แทนแรงที่ 3 มาต่อหัวลูกศรที่แทนแรงที่ 2 ...ต่อกันไปจนหมดโดยทิศของลูกศรที่แทนแรงเดิมไม่เปลี่ยนแปลง ขนาดของแรงลัพธ์คือ ความยาวลูกศรที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายมีทิศจากจุดเริ่มต้นไปจุดสุดท้าย

ตัวอย่างที่ 1 เมื่อมีแรง A, B, และ C มากระทำต่อวัตถุ ดังรูป จงหาแรงลัพธ์โดยการเขียนรูป



ตัวอย่างที่ 2 กำหนดให้  $\vec{F}$  แสดงขนาดและทิศทางของแรง ดังรูป จงหาแรงลัพธ์ของ  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$



### 2.2.2 วิธีการคำนวณ

กรณีที่ 1 เมื่อมีแรงย่อยกระทำมุมต่อกัน 0 องศา และมีทิศทางเดียวกัน

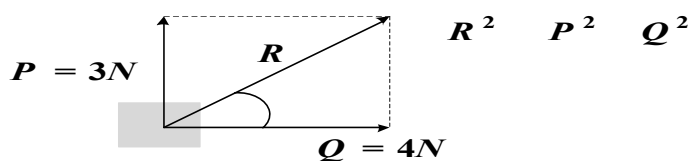
$$\begin{array}{c} \xrightarrow{P = 3N} \quad \quad \quad \xrightarrow{Q = 5N} \end{array}$$

กรณีที่ 2 เมื่อมีแรงย่อยกระทำมุมกัน 180 องศา และมีทิศทางตรงกันข้าม

แรงลัพธ์เท่ากับแรงที่มีค่ามากกว่าลบด้วยแรงที่มีค่าน้อย ทิศทางของแรงลัพธ์มีทิศเดียวกับแรงที่มีค่ามาก

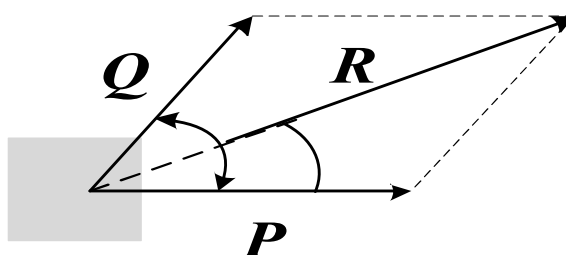
$$\begin{array}{c} \xleftarrow{P = 3N} \quad \quad \quad \xrightarrow{Q = 5N} \end{array}$$

กรณีที่ 3 เมื่อมีแรงย่อยกระทำมุมกัน 90 องศา หาแรงลัพธ์โดยใช้ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส



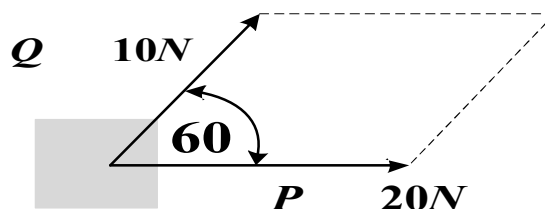
กรณีที่ 4 เมื่อมีแรงสองแรงกระทำมุม  $q$  หาขนาดของแรงลัพธ์โดยใช้สี่เหลี่ยมด้านขนานให้แรงทั้งสองเป็นด้านประกอบของสี่เหลี่ยมด้านขนาน เส้นทแยงมุมคือแรงลัพธ์มีสูตรดังนี้

$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos(q)$$



หาทิศทางแรงลัพธ์ที่กำกับกับเวกเตอร์  $\tan(a) = \frac{Q \sin(q)}{P + Q \cos(q)}$

ตัวอย่างที่ 3 แรง 2 แรงมีขนาดเท่ากับ 10 นิวตัน และ 20 นิวตัน กระทำร่วมกันที่จุดจุดหนึ่งเป็นมุม 60 องศา จงหาค่าของแรงลัพธ์



## 2.3 การเคลื่อนที่

ในชีวิตประจำวันนอกจากเราเคลื่อนที่ในลักษณะต่าง ๆ แล้ว เช่น การเดิน, การวิ่ง, การเคลื่อนที่ของยานพาหนะ เป็นต้น เรายังเห็นการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ หลายรูปแบบ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ถูกขว้างออกไปแนวตั้ง(การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง) ในแนวราบ(การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์) การแกว่งของลูกตุ้ม การหมุนของพัดลม การเคลื่อนที่ของดวงดาวและวัตถุในท้องฟ้า เป็นต้น

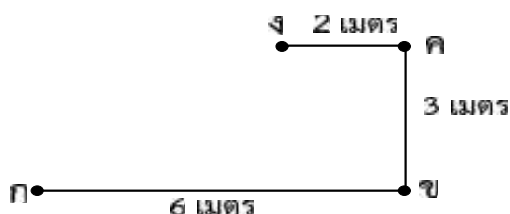
อย่างไรก็ตาม ในเบื้องต้นเรามักจะศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นตรงก่อน เพราะมีความซับซ้อนน้อยที่สุด และเข้าใจได้ง่ายที่สุด ดังนั้นเรามาศึกษาปริมาณทางฟิสิกส์ที่ใช้การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

2.3.1 ระยะทาง (Distance) คือ ความยาวตามเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ทั้งหมด เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นเมตร (m) โดยทั่วไปเราใช้สัญลักษณ์เป็น  $s$



2.3.2 การกระจัด (Displacement) คือ เส้นตรงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่เป็นปริมาณเวกเตอร์ คือต้องคำนึงถึงทิศทางด้วย มีหน่วยเป็นเมตร (m) โดยทั่วไปเราใช้สัญลักษณ์เป็น  $\vec{r}$

ตัวอย่างที่ 4 ชายคนหนึ่งเดินทางจากจุด ก ไปยัง ข แล้วเดินต่อจาก ข ไปยัง ค และเดินต่อจาก ค ไปยัง ง ดังรูป จงหาระยะทาง และการกระจัดของชายคนนี้



ตัวอย่างที่ 5 จงหาระยะทาง และการกระจัดของนาย x เมื่อเดินทางตามเส้นทางต่อไปนี้ โดยการวาดรูป

- นาย x เดินทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร หยุดพักเมื่อหายเหนื่อยก็เดินต่อไปอีกในทิศทางเดิม 3 กิโลเมตร
- นาย x เดินทางไปทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร แล้วเดินทางไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 60 องศา
- นาย x เดินทางไปทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร แล้วเดินขึ้นตรงไปทางทิศเหนืออีก 3 กิโลเมตร
- นาย x เดินทางไปทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร แล้วเดินทางไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนืออีก 3 กิโลเมตร
- นาย x เดินทางไปทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร แล้วเดินกลับมาทิศตะวันตกอีก 3 กิโลเมตร

2.3.3 อัตราเร็ว (Speed) คือ การเปลี่ยนแปลงระยะทางต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที เป็นปริมาณสเกลาร์

$$v = \frac{D s}{D t}$$

2.3.4 ความเร็ว (Velocity) คือ การเปลี่ยนแปลงการกระจัดต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที เป็นปริมาณเวกเตอร์

$$\vec{v} = \frac{D \vec{s}}{D t}$$

2.3.5 ความเร่ง (acceleration) คือ การเปลี่ยนแปลงความเร็วต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อ(วินาที)<sup>2</sup> เป็นปริมาณเวกเตอร์

$$\vec{a} = \frac{D \vec{v}}{D t}$$

ตัวอย่างที่ 6 นาย x เดินไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร แล้วเลี้ยวไปทางทิศตะวันออก 12 กิโลเมตร ใช้เวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง จงหา การกระจัด ระยะทาง ความเร็ว อัตราเร็ว

ตัวอย่างที่ 7 นาย y วิ่งในสนามวงกลมซึ่งมีรัศมี 35 เมตร

- ก. เมื่อวิ่งไปได้ครึ่งรอบใช้เวลา 10 วินาที จงหา การกระจัด ระยะทาง ความเร็ว อัตราเร็ว  
ข. เมื่อวิ่งครบรอบใช้เวลา 22 วินาที จงหา การกระจัด ระยะทาง ความเร็ว อัตราเร็ว

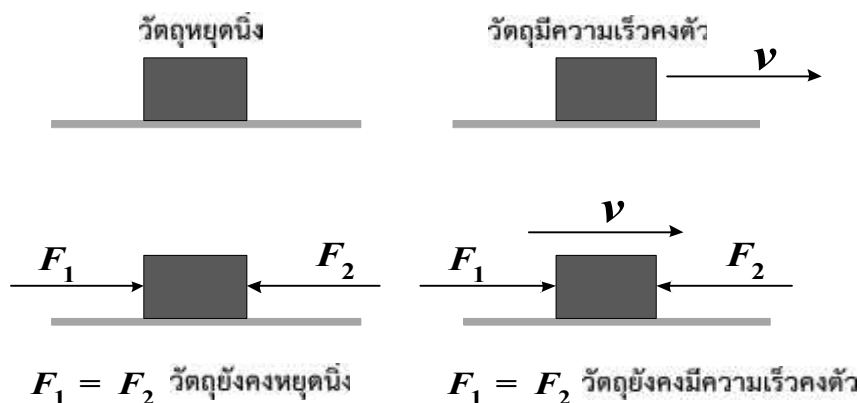
## 2.4 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

เซอร์ไอแซกนิวตัน (Sir Isaac Newton) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ศึกษาธรรมชาติของแรงที่มีผลต่อสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ และได้ตั้งกฎการเคลื่อนที่ 3 ข้อ เพื่ออธิบายถึงสภาพการเคลื่อนที่ และการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังต่อไปนี้

### 2.4.1 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1

ตามกฎบอกการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุไว้ว่า ถ้ามีวัตถุวางนิ่งอยู่บนพื้นราบแล้วไม่มีแรงภายนอกอื่นมากระทำต่อวัตถุ วัตถุจะยังคงหยุดนิ่งเช่นนั้นต่อไป หรือถ้าให้แรงสองแรงมากระทำต่อวัตถุกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันได้ให้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากันและมีทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งเป็นผลให้แรงลัพธ์เป็นศูนย์ จะพบว่าวัตถุจะยังคงสภาพหยุดนิ่งเช่นเดิม จึงสามารถสรุปได้ว่า “ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ หรือแรงลัพธ์ที่มากระทำมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่” เช่น ถ้าวัตถุหยุดนิ่งก็จะหยุดนิ่งต่อไป ถ้ากำลังเคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงตัว ( $a = 0$ ) โดยมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$\overset{\circ}{a} \quad \mathbf{F}^1 = \mathbf{0}$$



ภาพที่ 2.1 รูปการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยความเร็วหยุดนิ่งและคงตัว

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันนี้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า **“กฎความเฉื่อย” (Inertia Law)** หมายความว่า วัตถุจะพยายามรักษาสภาพเดิมของมันเอาไว้ เช่น หยุดนิ่งก็จะพยายามรักษาการนิ่งเอาไว้ ถ้าเดิมเคลื่อนที่อยู่ด้วยความเร็วคงตัวเท่าใดก็จะพยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวนั้นไว้ แต่การที่วัตถุจะรักษาสภาพเดิมของมันไว้ได้ดีมากน้อยเพียงใด ก็ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุนั้น โดยวัตถุที่มีมวลมากจะรักษาสภาพการเคลื่อนที่ได้มากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย นั่นคือ วัตถุที่มีมวลมากจะทำให้หยุดได้ง่ายกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย

#### 2.4.2 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2

จากการศึกษาพบว่าวัตถุเมื่อถูกแรงภายนอกที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ และแรงภายนอกนั้นมีค่ามากพอ จะทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่จากเดิมเช่นถ้าเดิมวัตถุหยุดนิ่งเมื่อถูกแรงภายนอกมากระทำ จะส่งผลให้วัตถุเคลื่อนที่หรือเดิม ถ้าวัตถุเคลื่อนที่อยู่แล้วเมื่อถูกแรงภายนอกกระทำก็จะส่งผลให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลงหรือหยุดนิ่งก็ได้ซึ่งการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่เดิมของวัตถุจะมากหรือน้อยขึ้นกับ ปริมาณของแรงภายนอกที่มากระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ นิวตันได้ให้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุไว้ว่า **“ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่”** นั่นคือ ความเร็วของวัตถุอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงหรืออาจเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ เรียกว่า **“วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง”**

เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำมีค่าไม่เป็นศูนย์จะเกิดการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ จากรูปจะเห็นว่าแรงรวมทางด้านขวามือมีค่ามากกว่าแรงรวมทางด้านซ้ายมือจึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปทางขวามือด้วยความเร่งค่าหนึ่ง โดยความเร่งนี้จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุจากความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่งข้างต้น สามารถสรุปเป็น "กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน" ได้ว่า **"เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ"** โดยมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$\ddot{a} \quad F^1 = m \quad a^r$$

#### 2.4.3 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3

ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 และ 2 ของนิวตันเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ นอกจากนี้นิวตันยังพบว่าในขณะที่มีแรงกระทำต่อวัตถุ วัตถุจะออกแรงโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำนั้นโดยทันทีทันใด เช่น ถ้าเรายืนบนสเก็ตบอร์ดหันหน้าเข้าหาผนังแล้วออกแรงผลักฝ่าผนัง เราจะเคลื่อนที่ออกจากฝ่าผนัง การที่เราสามารถเคลื่อนที่ได้ได้แสดงว่าต้องมีแรงจากฝ่าผนังกระทำต่อเรา ถ้าเราผลักฝ่าผนังด้วยขนาดแรงมากขึ้น แรงที่ฝ่าผนังกระทำกับเราก็มากขึ้นตามไปด้วย โดยเราจะเคลื่อนที่ออกห่างจากผนังเร็วขึ้น หรือเมื่อเรากดเครื่องชั่งสปริง เราจะมีความรู้สึกว่าเครื่องชั่งสปริงก็ดึงมือเราด้วย และถ้าเรากดเครื่องชั่งสปริงด้วยแรงมากเท่าใด เครื่องชั่งสปริงก็จะดึงเรากลับ

ด้วยแรงที่มีขนาดเท่ากับแรงที่เราดึงแต่มีทิศตรงกันข้าม จากตัวอย่างและลักษณะการเกิดแรงกระทำระหว่างวัตถุที่กล่าวไว้ด้านบน ทำให้สามารถสรุปได้ว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง วัตถุนั้นจะออกแรงโต้ตอบในทิศตรงกันข้ามกับแรงที่มากระทำ แรงทั้งสองนี้เกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ เราเรียกแรงที่มากระทำต่อวัตถุว่า “แรงกิริยา” (Action Force) และเรียกแรงที่วัตถุโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำว่า “แรงปฏิกิริยา” (Reaction Force) และแรงทั้งสองนี้รวมเรียกว่า “แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา” (Action – Reaction Pair)

จากการศึกษาพบว่า แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยามีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้ามเสมอ นิวตันได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาไว้เป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ซึ่งมีใจความว่า “ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันและทิศตรงกันข้ามเสมอ” ตามความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$



ภาพที่ 2.2 แรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยาที่กระทำระหว่างคนและโลก เมื่อคนยืนอยู่บนผิวโลก

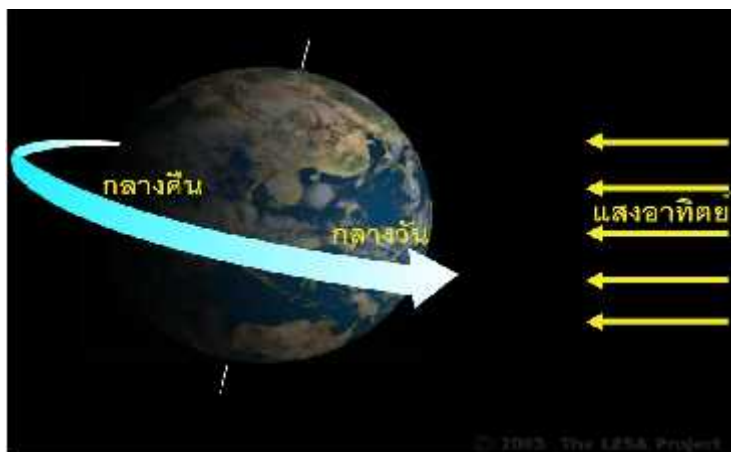
จากรูปสามารถสรุปได้ว่า

- 1) แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจะเกิดพร้อมกันเสมอ
- 2) แรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยาเป็นแรงที่กระทำต่อวัตถุคนละวัตถุกัน ดังนั้นแรงคู่นี้จึงรวมกันไม่ได้
- 3) แรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้

## 2.5 ดาราศาสตร์

### 2.5.1 การเกิดกลางวัน กลางคืน

กลางวันกลางคืนเกิดขึ้นจากการหมุนรอบตัวเองของโลกจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก ด้านที่หันรับแสงอาทิตย์เป็น “กลางวัน” และด้านตรงข้ามที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์เป็น “กลางคืน”



ภาพที่ 2.3 แกนของโลกเอียง  $23.5^\circ$  ขณะที่โคจรรอบดวงอาทิตย์

เราแบ่งพิกัดเส้นแวง (Longitude) ในแนวเหนือ-ใต้ ออกเป็น 360 เส้น โดยมีลองจิจูดที่  $0^\circ$  อยู่ที่ตำบล “กรีนวิช” (Greenwich) ประเทศอังกฤษ และนับไปทางตะวันออกและตะวันตกข้างละ 180 องศา อันได้แก่ ลองจิจูดที่  $1^\circ - 180^\circ$  ตะวันออก และลองจิจูดที่  $1^\circ - 180^\circ$  ตะวันตก เมื่อนำ  $360^\circ$  หารด้วย 24 ชั่วโมง เส้นลองจิจูดที่  $180^\circ$  ตะวันออก และลองจิจูดที่  $180^\circ$  ตะวันตก เป็นเส้นเดียวกันซึ่งเรียกว่า “เส้นแบ่งวันสากล” หรือ “International Date Line” (เส้นหนาทองขวามือของภาพที่ 2) หากเราเดินทางข้ามเส้นแบ่งวันจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก วันจะเพิ่มขึ้นหนึ่งวัน แต่ถ้าเราเดินทางข้ามเส้นแบ่งวันจากทิศตะวันตกมายังทิศตะวันออก วันจะลดลงหนึ่งวัน

เวลาในแต่ละลองจิจูด จะมีความแตกต่างกันชั่วโมงละ 15 องศา เวลามาตรฐานของประเทศไทยถือเอาเวลาลองจิจูดที่  $105^\circ$  ตะวันออก (จังหวัดอุบลราชธานี) จึงเรียกว่า “เวลาสากล” (Universal Time เขียนย่อว่า UT) ซึ่งเป็นเวลาที่ตำบลกรีนวิช ไป 7 ชั่วโมง ( $105^\circ/15^\circ = 7$ ) เวลามาตรฐานประเทศไทยจึงมีค่าเท่ากับ  $UT+7$

### เกร็ดความรู้เรื่องเวลา

- โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์หนึ่งรอบ ใช้เวลา 1 ปี หรือ 365 วัน
- เราแบ่งเวลาหนึ่งปี ออกเป็น 12 เดือน ๆ ละ 30 หรือ 31 วัน เพื่อให้สอดคล้องกับเดือนทางจันทรคติ ซึ่งดวงจันทร์โคจรรอบโลกหนึ่งรอบใช้เวลาประมาณ 30 วัน
- โลกหมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบ ใช้เวลา 1 วัน หรือ 24 ชั่วโมง โดยแต่ละชั่วโมงจะถูกแบ่งย่อยออกเป็น 60 นาที และแต่ละนาทีถูกแบ่งอีกเป็น 60 วินาที

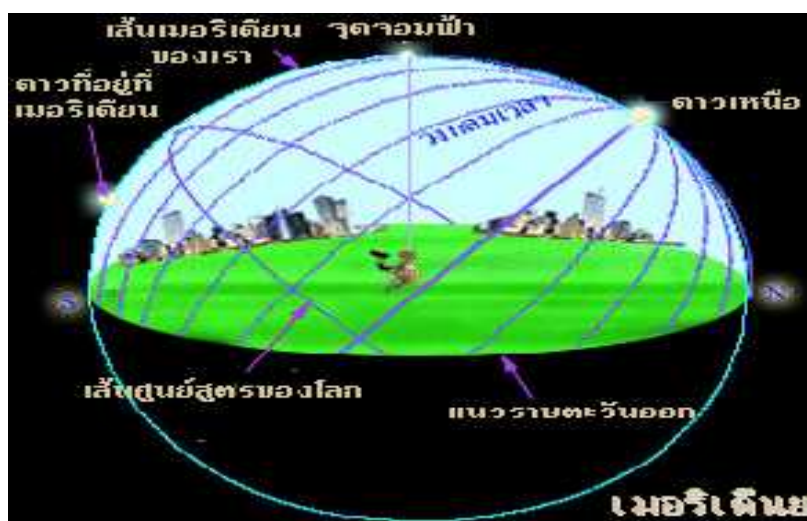
## 2.5.2 กำหนดทิศและเวลา

### 2.5.2.1 เวลากับจุดสังเกตบนพื้นโลก

หากเรายืนอยู่ที่หนึ่งที่ใดบนพื้นโลก เช่นกรุงเทพมหานครที่เส้นละติจูดประมาณ 12 องศา เราจะเห็นดาวเหนือทางทิศเหนือสูงประมาณ 12 องศา แกนการหมุนของโลกหมุนตามแนวทิศดาวเหนือ หากเรายืนตัวตรง จุดกลางศีรษะเราชี้ขึ้นกลางฟ้าตั้งฉากกับพื้นดินเราเรียกว่าจุดจอมฟ้า (Zenith) ถ้าเราอยู่ที่โล่งแจ้งมองไปรอบๆตัวจะเห็นเส้นขอบฟ้าที่เป็นจุดตัดระหว่างพื้นกับท้องฟ้ารอบตัวเรา และถ้าจินตนาการในรูปแบบสามมิติเราจะเห็นว่า แนวหมุนของโลกทำให้มีเส้นศูนย์สูตรโลก การสังเกตดาวบนท้องฟ้าจึงมีการเห็นที่แตกต่างกันเมื่ออยู่บนพื้นโลกที่ตำแหน่งต่างกัน

สิ่งที่น่าสนใจและเป็นสิ่งสำคัญคือแนวที่ลากจากทิศเหนือไปทิศใต้ผ่านทรงกลมท้องฟ้าผ่านจุดจอมฟ้า เราจะเรียกว่าเส้นเมริเดียน (meridian)

แนวทิศเหนือใต้บนทรงกลมท้องฟ้าเป็นจุดอ้างอิงที่สำคัญเกี่ยวกับเวลา โดยเราถือว่าถ้าดวงอาทิตย์อยู่ในแนวเส้นนี้ บนท้องฟ้าเราจะถือว่าเป็นเวลา 12 : 00 น. และการนับเวลาในระบบโซลาร์นี้ใช้ระบบอ้างอิงกับเส้นเมริเดียน การแบ่งเส้นแนวตามแนวเหนือใต้ไปทางทิศตะวันออกและตะวันตกบนทรงกลมนี้ เกิดทำให้มีมุมของเวลาเกิดขึ้น พระอาทิตย์อยู่ที่มุมของเวลาที่ใดก็เทียบกับจุดอ้างอิงของเมริเดียนได้



ภาพที่ 2.4 การแบ่งเส้นแนวตามแนวเหนือใต้ไปทางทิศตะวันออกและตะวันตกบนทรงกลมท้องฟ้า

### 2.5.2.2 การกำหนดทิศ

เมื่อเราอยู่กลางแจ้งและมองไปรอบ ๆ ตัว เราจะเห็นพื้นโลกทอดไกลออกไปจรดขอบฟ้าเป็นรูปครึ่งวงกลม เราเรียกเส้นตัดระหว่างพื้นโลกกับขอบฟ้าว่า เส้นขอบฟ้า (Horizon) เส้นขอบฟ้าเป็นเส้นวงกลมล้อมรอบตัวในแนวราบ เมื่อสังเกตการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในเวลาเช้า จะเห็นดวงอาทิตย์โผล่ขึ้นมาจากขอบฟ้าด้านหนึ่ง เรียกว่า **ทิศตะวันออก** และดวงอาทิตย์ จะเคลื่อนที่ขึ้นสูงที่สุดในเวลาประมาณเที่ยงวัน

จากนั้นดวงอาทิตย์จะเคลื่อนต่ำลงกระทั่งตกลงขอบฟ้าอีกด้านหนึ่งเรียกว่า **ทิศตะวันตก** การขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลกตามแกนเหนือ - ใต้ ดังนั้นการกำหนดทิศทางบนโลก จึงแบ่งออกเป็น 4 ทิศหลัก คือ ทิศเหนือ (North) และทิศใต้ (South) ทิศตะวันออก (East) ทิศตะวันตก (West)

## 2.5.3 ฤดูกาล

### 2.5.3.1 การโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลก

**ฤดูกาล** (อังกฤษ: Season) เป็นช่วงเวลาในแต่ละปีที่แบ่งตามสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป เกิดขึ้นจากการที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ เนื่องจากแกนโลกเอียงเป็นมุม 23.5 องศา จึงทำให้ในแต่ละช่วงของปี แต่ละบริเวณจะได้รับแสงแดดไม่เท่ากัน ทำให้มีอุณหภูมิต่างกัน จึงเกิดเป็นฤดูกาลต่าง ๆ ขึ้น

ในเขตอบอุ่นและเขตกึ่งหนาว จะแบ่งออกเป็น 4 ฤดู ได้แก่ ฤดูใบไม้ผลิ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง และฤดูหนาว ซึ่งโดยทั่วไป ฤดูในเขตอบอุ่นของซีกโลกเหนือจะมีระยะเวลาดังนี้

- 1) วสันตฤดู หรือฤดูใบไม้ผลิ : 21 มีนาคม - 20 มิถุนายน
- 2) คิมหันตฤดู หรือฤดูร้อน : 21 มิถุนายน - 21 กันยายน
- 3) สารทฤดู หรือฤดูใบไม้ร่วง : 22 กันยายน - 21 ธันวาคม
- 4) เหมันตฤดู หรือฤดูหนาว : 22 ธันวาคม - 20 มีนาคม

ในเขตร้อน จะแบ่งออกเป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูหนาว (รวมกันเรียกว่า "ฤดูแล้ง") และฤดูฝน

ฤดูกาลเกิดขึ้นเนื่องจากการเอียงของแกนโลกที่เอียงทำมุมประมาณ 23.5 องศา กับระนาบการหมุนของโลก ส่งผลให้ระยะเวลาในช่วงกลางวันและกลางคืน รวมถึงการดูดซับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงของปี นั่นคือในช่วงที่ซีกโลกเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์ซึ่งถือว่าเป็นช่วงฤดูร้อนของซีกโลกเหนือ เนื่องจากได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์มากที่สุดและมีกลางวันที่ยาวนานที่สุด ทางซีกโลกใต้จะห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุด นั่นคือเป็นฤดูหนาวของซีกโลกใต้ซึ่งมีกลางวันที่ยาวน้อยที่สุด

## 2.5.4 เงามืด เงามัว

### 2.5.4.1 การเกิดเงา

เมื่อแสงตกกระทบบัววัตถุทึบแสง แสงไม่สามารถผ่านทะลุวัตถุ จึงทำให้เกิดเงาของวัตถุนั้นทางด้านที่แสงไม่ได้ตกกระทบบัว เช่น คนเป็นวัตถุทึบแสง ดังนั้นเมื่อยืนอยู่กลางแสงแดดจะเกิดเงาบนพื้นของคนที่ยืนเพราะคนกั้นทางเดินของแสง ทำให้แสงส่องไปไม่ถึงพื้น

เงา คือ บริเวณมืดหลังวัตถุที่เกิดจากวัตถุที่เป็นตัวกลางทึบแสงมาขวางกั้นทางเดินของแสง แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. เงามืด คือ เงาในบริเวณที่ไม่มีแสงผ่านไปถึง ทำให้บริเวณนั้นมีมืดสนิท
2. เงามัว คือ เงาบริเวณที่มีแสงบางส่วนผ่านไปถึง และทำให้บริเวณนั้นมีมืดไม่สนิท

### 2.5.4.2 ลักษณะการเกิดเงามืดและเงามัว

ขนาดของเงามืดและเงามัวจะขึ้นอยู่กับระยะใกล้ - ไกลของฉาก ถ้าฉากอยู่ใกล้วัตถุเงามืดจะมีขนาดใหญ่ แต่เงามัวจะมีขนาดเล็กลง ถ้าฉากอยู่ไกลจากวัตถุมากขึ้น เงามืดจะมีขนาดเล็กลงและเงามัวจะมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้นเฉพาะดวงไฟที่มีขนาดโตเท่ากับวัตถุซึ่งจะให้เงามืดมีขนาดโตเท่ากับขนาดของวัตถุเสมอ

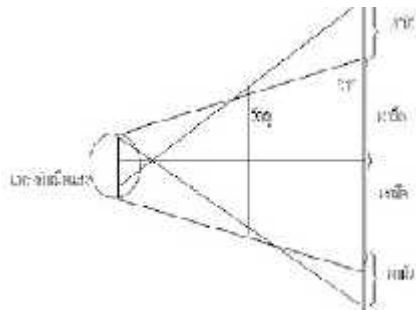
เพื่อศึกษาการเกิดเงา ทำให้ทราบว่าเงาเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยลองเลื่อนวัตถุทึบแสงไปมาระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับฉาก จะเห็นว่าเกิดเงาบนฉาก และเงาของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงคือ เมื่อวัตถุอยู่ใกล้ฉาก เงาจะมีสีดำเข้ม เห็นขอบเงาชัดเจน แต่ถ้าวัตถุอยู่ห่างฉาก ความเข้มเงาจะลดลง เห็นขอบเงาไม่ชัดเจน ส่วนตรงกลางของเงาจะมีมืดกว่าส่วนขอบเราจึงสรุปเกี่ยวกับการเกิดเงาได้ว่า

- 1) เมื่อแสงตกกระทบกับวัตถุทึบแสง แสงไม่สามารถผ่านทะลุวัตถุ จึงทำให้เกิดเงาของวัตถุ
- 2) บริเวณที่แสงส่องไปไม่ถึง เนื่องจากวัตถุทึบแสงกั้นทางเดินของแสง ทำให้เกิดเงาขึ้น 2 แบบ
  - เงามืด = บริเวณที่แสงส่องไปไม่ถึงเลย
  - เงามัว = บริเวณที่แสงส่องไปถึงแค่บางส่วน หรือปริมาณของแสงไม่เพียงพอ
- 3) เงาจะเกิดขึ้นตรงข้ามกับแหล่งกำเนิดแสงเสมอ
- 4) รูปร่างของเงาขึ้นอยู่กับวัตถุที่ทำให้เกิดเงา เช่น ถ้าวัตถุเป็นรูปทรงกลม เงาก็จะเป็นวงกลม
- 5) วัตถุที่โปร่งแสงจะเกิดเงาที่จางกว่า วัตถุทึบแสง เช่น กระจกฝ้า หรือกระดาษลอกกลายมาแทนวัตถุทึบแสง โดยนำวัตถุโปร่งแสงดังกล่าวมาบังแสง เงาที่เกิดขึ้นจะจางกว่าเงาที่เกิดจากวัตถุทึบแสง
- 6) พระอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออก เงาของวัตถุจะทอดไปทิศตะวันตก แสดงว่าเงาจะเกิดขึ้นตรงข้ามกับ แหล่งกำเนิดแสงเสมอ

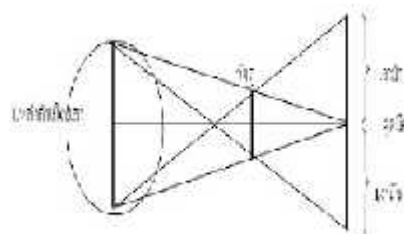
### 2.5.4.3 การเกิดเงาของวัตถุ

เมื่อแสงตกกระทบวัตถุที่ทึบแสง จะเกิดเงาที่ด้านหลังวัตถุเสมอโดยเงาที่เกิดขึ้นอาจจะมีทั้งเงามืดหรือเงามัว จะขึ้นอยู่กับ

- 1) ขนาดของแหล่งกำเนิดแสง



แหล่งกำเนิดแสงกว้างน้อยกว่าวัตถุ



แหล่งกำเนิดแสงกว้างมากกว่าวัตถุ

ภาพที่ 2.5 ขนาดเงาของวัตถุเมื่ออยู่ใกล้และไกลจากแสง



- 2) ขนาดของวัตถุ
- 3) ระยะห่างระหว่างวัตถุกับแหล่งกำเนิดแสง
- 4) การเกิดเงาเมื่อแหล่งกำเนิดแสงเป็นจุด

#### 2.5.4.4 ประโยชน์จากเงา

เรานำประโยชน์จากเงามาใช้ในกิจกรรมต่างๆ

- 1) ใช้ในแง่ให้ความบันเทิง เช่น หนังสืงตลวง
- 2) ใช้ในแง่ของการให้ความร่มรื่น เช่น การปลูกต้นไม้เพื่อช่วยให้เกิดร่มเงา
- 3) ใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น การบอกเวลา โดยใช้ นาฬิกาแดด

นอกจากนี้ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบางอย่าง เช่น จันทรุปราคา สุริยุปราคา ก็ยังเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากเงาอีกด้วย

#### 2.5.5 แผนที่ดาว

แผนที่ดาว คือ แผนที่แสดงตำแหน่งของดวงดาวบนท้องฟ้าที่ครอบโลกของเราอยู่ จะมีลักษณะเป็นทรงกลมไม่ว่าเราจะดูดวงดาวที่ตำแหน่งใดของโลก ตัวผู้ดูจะเป็นศูนย์กลางของท้องฟ้าเสมอ

##### 2.5.5.1 การทำแผนที่

เราอาจทำแผนที่ดาวได้โดยใช้ทรงกลมท้องฟ้าเช่นเดียวกับการทำแผนที่โลก ซึ่งในการใช้แผนที่ดาวหาตำแหน่งดาวหรือการอ่านแผนที่ดาวจะต้องทราบสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ทิศบนท้องฟ้า (direction) เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลกจากทางทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออกและลับของฟ้าทางทิศตะวันตก
- 2) เส้นขอบฟ้า (Horizon) คือ เส้นวงกลมบนพื้นโลกจรดของฟ้าล้อมรอบตัวเรา
- 3) เส้นเมริเดียนท้องฟ้า (meridian) เป็นเส้นที่แบ่งครึ่งท้องฟ้าออกเป็น 2 ส่วน คือ ซีกทางตะวันออกและตะวันตก
- 4) เส้นศูนย์สูตรท้องฟ้า (celestial equator) จะอยู่ในระนาบเดียวกับเส้นศูนย์สูตรของโลก และจะมีจุดผ่าน 3 จุด คือ ขอบฟ้าทิศตะวันตกและขอบฟ้าทิศตะวันออก และจุดที่ 3 คือ จุดเหนือศีรษะ
- 5) จุดยอดท้องฟ้า (zenith) คือ จุดสูงสุดบนท้องฟ้า จะอยู่เหนือศีรษะพอดีหรือเรียกว่าจุดเหนือศีรษะ

##### 2.5.5.2 การอ่านแผนที่ดาว

การอ่านแผนที่ดาว เป็นทำให้ผู้ดูดาวรู้จักกลุ่มดาวบนท้องฟ้าอย่างถูกต้องว่า กลุ่มดาวแต่ละกลุ่ม นั้น มีดาวที่สำคัญอยู่ที่ดวง จินตนาการเห็นเป็นรูปอะไร กลุ่มดาวแต่ละกลุ่มนั้นอยู่ใกล้กันในลักษณะอย่างไร แผนที่ดาวไม่เหมือน แผนที่โลก เพราะแผนที่โลก เรายืนอยู่บนผิวโลก แล้วก้มมองลงไปยังพื้นผิวโลกที่เราอยู่แต่แผนที่ดาวเราอนหงาย บนพื้นผิวโลกแล้วแหงนขึ้นไปดูดวงดาว ซึ่งดูเสมือน ติดอยู่ที่ขอบฟ้าสุดสายตา การดูดาวมีความจำเป็นมากที่จะต้องอ่านแผนที่ดาวเป็น เพราะไม่สามารถใช้มือหรือ เครื่องมือใด ๆ

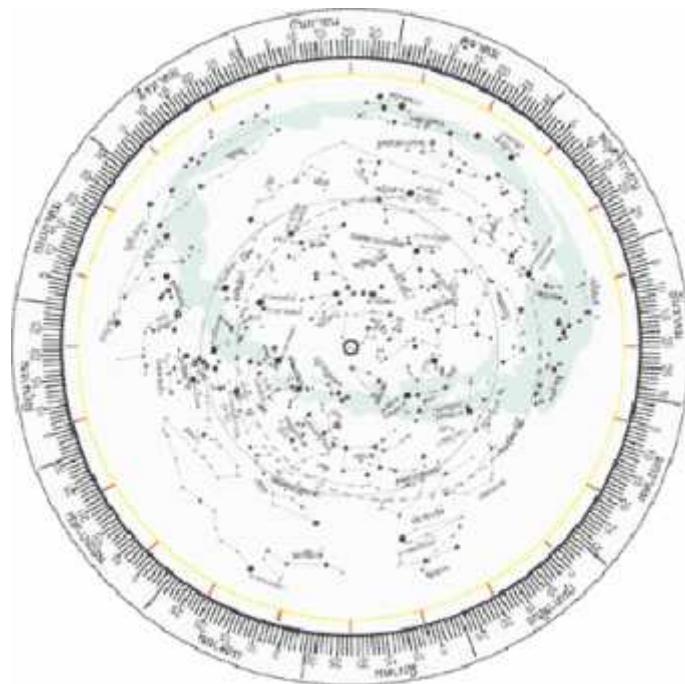
ชี้กลุ่มดาว บนท้องฟ้าให้ผู้อื่นดูเห็นได้อย่างถูกต้อง นอกจากจะ ใช้ปากพูดว่า ตรงมือชี้ที่อยู่ใกล้ ๆ กับดวงสีนั้นสิ นี้ รูปร่างเหมือนอย่างนั้นอย่างนี้ เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะท้องฟ้าที่ครอบเราอยู่นั้น มีรัศมีเป็นอนันต์ คน 2 คนชี้ ดาวดวงเดียวกัน จะชี้ไม่ตรงกันและถ้าเราลากเส้นตรง จากมือที่ชี้ชี้ดาวของคน 2 คน ไปยังดาวดวงเดียวกัน นั้นจะปรากฏว่าเส้น 2 เส้น นี้ขนานกัน

เมื่อเห็นแผนที่ดาว วิธีอ่านที่ถูกต้อง ต้องนอนหงายอ่าน หันศีรษะไป ทิศเหนือ ด้านขวามือจะเป็นทิศ ตะวันตก ด้านซ้ายมือเป็นทิศตะวันออก แล้วหันทิศเหนือ ในแผนที่ดาวไปทางศีรษะ เมื่อจำแผนที่ดาวได้แล้ว ไปดู กลุ่มดาวจริง ๆ บนท้องฟ้าจะเห็นตรงกัน ถ้าก้มลงอ่านแผนที่อย่างอ่านหนังสือธรรมดา จะเห็นภาพกลุ่ม ดาว กลับซ้ายเป็นขวา ขวาเป็นซ้าย ไม่ตรงกัน

วิธีอ่านแผนที่ดาวเปรียบเทียบกับท้องฟ้าจริง ๆ ควรปฏิบัติดังนี้ ขั้นแรกหาทิศเหนือ จริง ๆ ให้ได้ เสียก่อนอยู่ที่ไหน ถ้าจะนอนหงายดูดาวต้องหันศีรษะไปทางทิศเหนือ ถ้ายืนดูดาวหันหน้าไปทางทิศใต้ ยกแผนที่ ดาวขึ้นอ่านเหนือศีรษะหันทิศใน แผนที่ดาวไปทางทิศเหนือให้ตรงกัน จะเห็นกลุ่มดาวในแผนที่ดาว และใน ท้องฟ้าตรงกัน

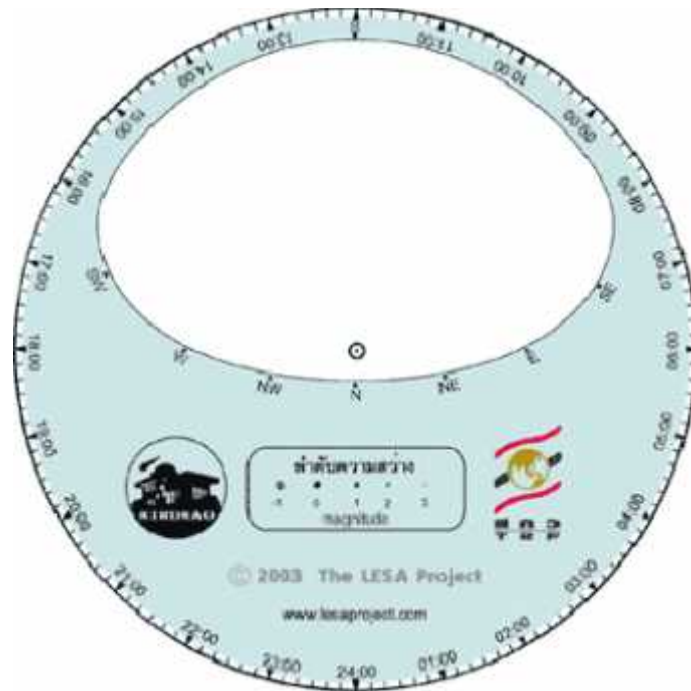
### 2.5.5.3 แผนที่ดาววงกลม

แผนที่ดาววงกลมเป็นอุปกรณ์อย่างง่ายที่ช่วยในการวางแผนและสังเกตการณ์ท้องฟ้า แผนที่ดาวชนิดนี้ประกอบด้วย แผ่นกระดาษสองใบคือ แผ่นแผนที่ (แผ่นล่าง) และแผ่นขอบฟ้า (แผ่นบน) ซ้อนกันอยู่ และยึดติดกันด้วยตาไก่ที่ตรงจุดศูนย์กลาง



ภาพที่ 2.6 แผนที่ดาว (แผ่นล่าง)

แผ่นแผนที่ (ภาพที่ 1) มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ขั้วฟ้าเหนือ ดาวเหนืออยู่ตรงตาไก่พอดีตรงปลายหางของกลุ่มดาวหมีเล็ก เส้นที่บรูวงกลมที่กึ่งกลางของรัศมีของแผนที่ดาว เป็นเส้นศูนย์สูตรฟ้า ภายในวงกลมเป็นซีกฟ้าเหนือ ภายนอกวงกลมเป็นซีกฟ้าใต้ใกล้ๆกับเส้นศูนย์สูตรฟ้ามีเส้นประรูปวงกลมเป็น เส้นสุริยะวิถี กลุ่มดาวที่อยู่บนเส้นสุริยะวิถีเป็นกลุ่มดาวจักราศี 12 กลุ่ม แถบสีเทาอ่อนรูปวงรีบนแผนที่ดาวแสดงตำแหน่งของทางช้างเผือก และที่ขอบของแผ่นแผนที่เป็นสเกล “ปฏิทิน” บอก “วันที่” และ “เดือน”



ภาพที่ 2.7 แผ่นแผนที่ (แผ่นบน)

แผ่นขอบฟ้า (ภาพที่ 2) เป็นแผ่นเจาะช่อง แสดงอาณาเขตของท้องฟ้า เส้นขอบฟ้า ทิศเหนือ (N), ตะวันออกเฉียงเหนือ (NE), ตะวันออก (E), ตะวันออกเฉียงใต้ (SE), ใต้ (S), ตะวันตกเฉียงใต้ (SW), ตะวันตก (W), ตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) ตามลำดับ ที่ขอบของแผ่นท้องฟ้าเป็นสเกลนาฬิกา บอกเวลาเป็น ชั่วโมง และมีสเกลย่อยขีดละ 10 นาที

#### 2.5.5.4 วิธีการใช้งาน

ตั้งเวลาที่จะสังเกตการณ์ โดยหมุนเวลา (นาฬิกา) ที่ขอบแผ่นขอบฟ้าให้ตรง วัน/เดือน/ปี (ปฏิทิน) ที่ขอบแผ่นแผนที่ ตัวอย่างเช่น ต้องการดูดาวในเวลา 05.00 น. ของวันที่ 5 เดือนมกราคม ก็ให้หมุนแผ่นขอบฟ้ามาจนกระทั่งเวลา 05.00 ตรงกับวันที่ 5 เดือนมกราคม ของแผ่นแผนที่ จับแผนที่ดาว แหงนขึ้น โดยให้ทิศเหนือและทิศใต้บนแผนที่ดาวชี้ตรงกับทิศเหนือและทิศใต้ของภูมิประเทศจริง ควรระลึกไว้เสมอว่า การอ่านแผนที่ดาวมิใช่การก้มอ่านหนังสือ แต่เป็นการแหงนขึ้นดู เพื่อเปรียบเทียบท้องฟ้าในแผนที่กับท้องฟ้าจริง เมื่อเวลาเปลี่ยนไปให้หมุนแผ่นขอบฟ้า (แผ่นบน) ในทิศตามเข็มนาฬิกาไปยังเวลาปัจจุบัน จะเห็นได้ว่า กลุ่มดาวทางทิศตะวันออกของแผนที่ จะเคลื่อนที่ห่างจากขอบฟ้า (E) มากขึ้น ในขณะที่กลุ่มดาวในทิศตะวันตก จะเคลื่อนที่เข้าหาขอบฟ้า (W) เหมือนการเคลื่อนที่ ขึ้น-ตก ของดาวบนท้องฟ้าจริง

จะสังเกตเห็นว่า ไม่ว่าจะหมุนแผ่นขอบฟ้าไปอย่างไรก็ตาม เส้นศูนย์สูตรฟ้าจะอยู่ตรงแนวทิศ ตะวันออก (E) และตะวันตก (W) เสมอ เพราะนั่นคือเส้นแบ่งซีกท้องฟ้า และเส้นสุริยวิถีตรงกลุ่มดาวคนคู่ จะอยู่ค่อนไปทางเหนือ (โพลสตัสฤดูร้อน) และเส้นสุริยวิถีตรงกลุ่มดาวคนยิงธนู จะอยู่ค่อนไปทางใต้ (โพลสตัส ฤดูหนาว) วงกลมทั้งสองเอียงตัดกันเป็นมุม  $23.5^\circ$  เนื่องจากแกนของโลกเอียงขณะโคจรรอบดวงอาทิตย์

**ข้อพึงระวัง** แผนที่ดาวแบบวงกลมนี้มีข้อจำกัด เนื่องจากสร้างขึ้นโดยการตีแผ่ทรงกลม ออกเป็น ระนาบสองมิติ ( $360^\circ$  projection) ทำให้ระยะทางเชิงมุมคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

- กลุ่มดาวในซีกฟ้าเหนือจะมีขนาดเล็กกว่าความเป็นจริง และกลุ่มดาวในซีกฟ้าใต้จะขยาย ถ่างเกินสัดส่วนจริง ดังนั้นถ้าหากใช้แผนที่ดาวนี้ดูดาวที่อยู่ใกล้ขอบฟ้าได้

ขอแนะนำให้ดูดาวสว่าง เป็นดวงๆ แล้วค่อยไล่เปรียบเทียบไปกับท้องฟ้าจริง

- ตำแหน่งบอกทิศทั้งแปด มีได้ห่างเท่าๆ กัน สเกลระหว่างทิศเหนือ (N) ไปยังทิศ ตะวันออก (E) และทิศตะวันตก (W) จะอยู่ใกล้ชิดกันมาก ส่วนสเกลไปทางทิศใต้ (S) จะมีระยะห่าง ออกไป กว้างกว่าหลายเท่า

- หากหันหน้าดูดาวทางทิศเหนือ ให้หันเอาด้านอักษร N ลง

- หากหันหน้าดูดาวทางทิศใต้ ให้หันกลับด้านเอาอักษร S ลง

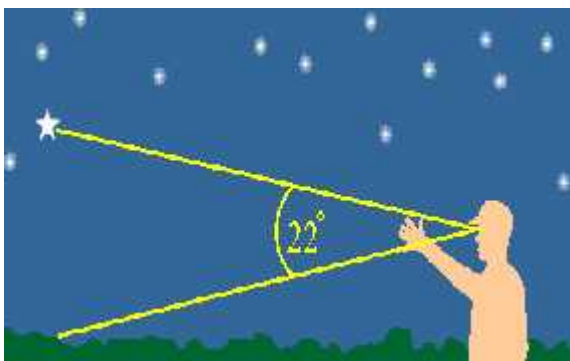
- หากหันหน้าไปทางทิศอื่น ให้พยายามตรึงแนว N - S ให้ขนานกับทิศเหนือ - ใต้ ของ

ภูมิประเทศจริงไว้ตลอดเวลา

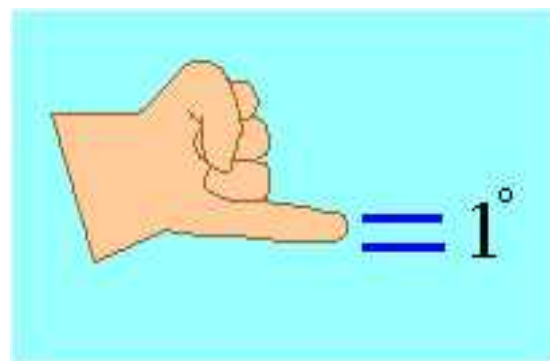
#### 2.5.5.5 การใช้มือวัดระยะทางเชิงมุมของดาว

การวัดระยะทางเชิงมุม เป็นการบอกตำแหน่งของดาวหรือวัตถุท้องฟ้าโดยบอกเป็นมุม (ซึ่งหมายถึงมุมระหว่างเส้นตรง 2 เส้นที่ลากจากตาของเราบนโลกไปยังดวงดาวบนท้องฟ้า) เช่น ดาวเหนืออยู่ สูงจากขอบฟ้า 13 องศา ดวงจันทร์เฉียดดาวเสาร์ 1 องศา เป็นต้น

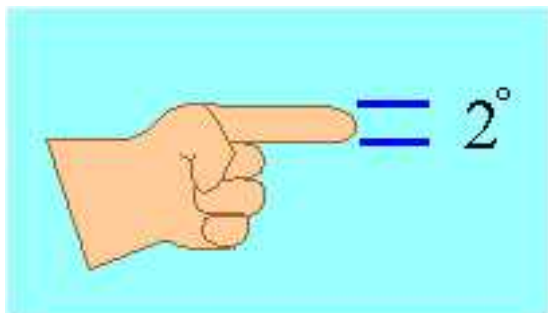
ถ้าเราไปดูดาวกับเพื่อนแล้วเขาบอกว่า "นั่นไงดาวไรเจล อยู่สูงจากขอบฟ้าทิศตะวันออก 22 องศา" เราจะได้รู้ได้อย่างไรว่า 22 องศา นั้นแค่ไหน ก็ใช้มือของเราแหละวัดได้เลย จะใช้มือซ้ายหรือมือ ขวาก็ได้แล้วแต่ถนัดแต่ขอให้เหยียดแขนให้ตรง แล้วกางมือเหยียดนิ้วให้เต็มที่ชี้ตาข้างใดข้างหนึ่งเล็งผ่าน นิ้วก้อยและนิ้วโป้งไปบนท้องฟ้า โดยให้ปลายนิ้วก้อยชี้ที่ขอบฟ้าระยะทางเชิงมุมบนท้องฟ้าจากปลายนิ้วก้อย ถึงปลายนิ้วโป้งจะประมาณ 22 องศา



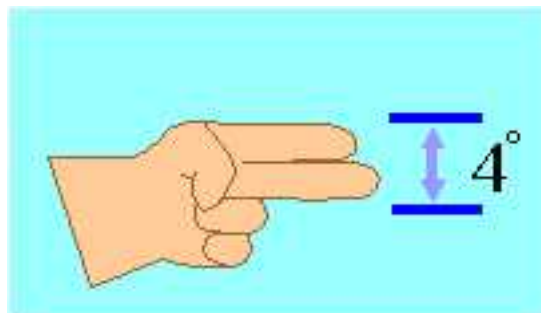
ปลายนิ้วก้อยถึงปลายนิ้วโป้งจะประมาณ 22 องศา



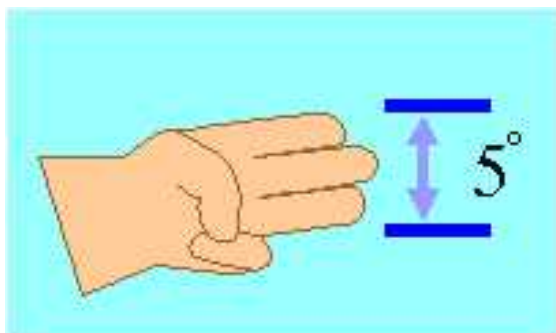
นิ้วก้อย = 1 องศา



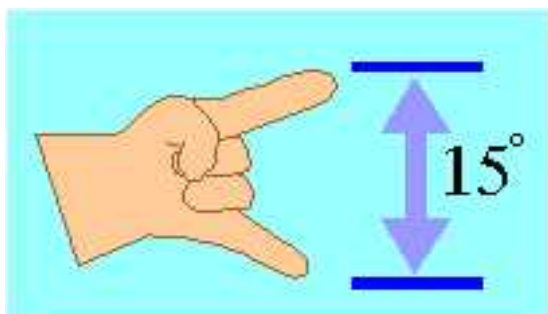
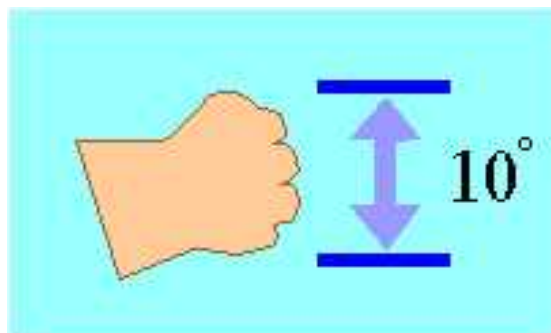
นิ้วชี้ = 2 องศา



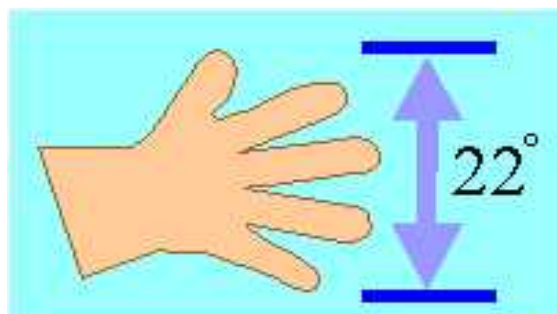
นิ้วชี้กับนิ้วกลาง = 4 องศา



นิ้วชี้กับนิ้วกลางและนิ้วนาง = 5 องศา



ปลายนิ้วชี้ถึงปลายนิ้วก้อย = 15 องศา



กางนิ้วออกปลายนิ้วโป้งถึงปลายนิ้วก้อย = 22 องศา

หนังสืออ้างอิง

นิพนธ์ ทรายเพชร, การดูดาวขั้นต้น, นานมีบุ๊คส์, 2538

อารี สวัสดิ์, ดิน ฟ้า เวลา ดาว, เอกสารประกอบการอบรม"นักดาราศาสตร์ในอนาคต รุ่น 3" สมาคมดาราศาสตร์ไทย, 2539

ภาพที่ 2.8 การใช้มือวัดระยะทางเชิงมุมของดาว

## 2.5.6 กลุ่มดาว

**กลุ่มดาว** คือ กลุ่มของดาวฤกษ์ ที่สามารถเชื่อมต่อกันเป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามแต่จินตนาการในอวกาศสามมิติ. ส่วนใหญ่แล้ว ดาวฤกษ์ในกลุ่มดาวเดียวกันที่เราเห็นอยู่ใกล้กันบนทรงกลมฟ้า ไม่ได้มีความเกี่ยวข้องกัน และห่างไกลกันมากในอวกาศ. กลุ่มดาวอย่าง "ไม่เป็นทางการ" ที่เป็นที่ยุ้จักกันอย่างกว้างขวาง แต่ไม่ได้รับการรับรองโดยนักดาราศาสตร์ หรือสหพันธ์ดาราศาสตร์สากล เรียกว่า **ดาวเรียงเด่น** (asterism) ตัวอย่างเช่น กระจับปี่ใหญ่

คนไทยรู้จักและตั้งชื่อกลุ่มดาวอยู่บ้าง แต่ไม่ทั่วทั้งทรงกลมฟ้า ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มดาวที่มีดาวฤกษ์สว่างเป็นสมาชิก และมักใช้คำว่า "ดาว" นำหน้า เช่น ดาวจระเข้ ดาวเต่า ดาวไถ ดาวโลง เป็นต้น

สหพันธ์ดาราศาสตร์สากล (IAU) แบ่งพื้นที่ในท้องฟ้าออกเป็นกลุ่มดาว 88 กลุ่ม โดยกำหนดเขตแดนที่แน่นอนและแม่นยำ กลุ่มดาวในซีกฟ้าเหนือส่วนใหญ่มาจากกรีกโบราณจนถึงสมัยกลาง

### 2.5.6.1 กลุ่มดาวคางคาว (Cassiopeia)

เป็นกลุ่มดาวเด่นทางซีกฟ้าเหนือ ประกอบด้วยดาวฤกษ์อย่างน้อย 5 ดวง เรียงกันเป็นรูปตัวเอ็ม หรือที่คนไทยมองเห็นเป็นรูปดาวคางคาวที่กำลังบินวนรอบ ดาวเหนือ

### 2.5.6.2 กลุ่มดาวหมีใหญ่ (Ursa Major)

กลุ่มดาวที่มนุษย์รู้จักดีที่สุด และใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด คือ กลุ่มดาวจระเข้ ดาวกลุ่มนี้มี 7 ดวง มีลักษณะคล้ายกระจับปี่ตักน้ำ 4 ดวงเป็นตัวกระจับปี่ อีก 3 ดวง เป็นด้าม ขาวจีนและชาวยุโรปเขาเห็นเป็นรูปกระจับปี่ จึงเรียกกลุ่มดาวกลุ่มนี้ว่า “กระจับปี่ใหญ่” (Big Dipper) ชาวกรีกซึ่งเป็นดินแดนแห่งเทพนิยายอันเกี่ยวกับ ดวงดาวต่าง ๆ เห็นเป็น “หมีใหญ่” (Ursa Major) คนไทยเห็นเป็น “จระเข้” ทั้งกรีกและไทย เห็นเหมือนกันอยู่ 1 อย่างคือ เห็นดาว 3 ดวง ทางด้ามกระจับปี่เป็นหางหมี และหางจระเข้เหมือนกัน

### 2.5.6.3 กลุ่มดาวนายพราน (Orion)

เป็นกลุ่มดาวที่มีความงามบนท้องฟ้ากลุ่มหนึ่งในช่วงฤดูหนาว คนไทยรู้จักกันดี เรียกกลุ่มดาวนี้ว่า กลุ่มดาวเต่า หรือ ดาวไถ ประกอบด้วยดาวฤกษ์อย่างน้อยประมาณ 8 ดวง มีดวงที่สว่างที่สุดอยู่ 2 ดวง มีชื่อว่า บีเทลจัส คือส่วนที่เป็นหัวไหล่ และไรเจล คือส่วนที่เป็นขาหลังขวา

### 2.5.6.4 กลุ่มดาวสุนัขใหญ่ (CANIS Major)

เป็นกลุ่มดาวที่ประกอบด้วยดาวฤกษ์ที่มองเห็นได้ชัด 5 ดวง มีดาวฤกษ์ที่สว่างที่สุดอยู่ตรงส่วนคอมมีชื่อว่า **ซีริอัส** ซึ่งคนไทยรู้จักกันดี เราเรียกดาวดวงนี้ว่า **ดาวโจร**

### 2.5.6.5 กลุ่มดาวสุนัขเล็ก (CANIS MINOR)

เป็นกลุ่มดาวขนาดเล็ก ที่ประกอบไปด้วยดาวฤกษ์ที่มองเห็นได้ชัด 2 ดวง เป็นรูปสุนัขเล็ก สมชื่อ กลุ่มดาวสุนัขเล็ก จะขึ้น - ตก ทางทิศตะวันออก - ตะวันตกพอดี ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนมาก สามารถบอกทิศได้เป็นอย่างดี แต่เมื่อขึ้นไปอยู่สูงสุดจะอยู่เยื้องจากจุดกลางศีรษะไปทางทิศใต้ประมาณ 10 องศา รวมเวลาที่กลุ่มดาวสุนัขเล็กอยู่บนท้องฟ้านานประมาณ 12 ชั่วโมงด้วยกัน

ดาวฤกษ์ที่สว่างที่สุดในกลุ่มดาวสุนัขเล็กมีชื่อว่า ดาวโปรไซออน (Procyon) เป็นดาวฤกษ์สีขาวแกมเหลือง มีอันดับความสว่าง 0.38 อยู่อันดับ 8 ใน 25 ดาวฤกษ์ที่สว่างที่สุดบนท้องฟ้า ดาวโปรไซออนนี้ อยู่ห่างจากโลกเราประมาณ 11.4 ปีแสง

### 2.5.6.6 กลุ่มดาววัว (Taurus)

เป็นกลุ่มดาวที่ประกอบไปด้วยดาวฤกษ์อย่างน้อยประมาณ 9 ดวง มีดวงที่สว่างอยู่ 1 ดวง มีชื่อว่า อัลดิเบแรน เราเรียกว่า ดาวดาววัว ซึ่งอยู่ตรงโหนกวัว บริเวณที่เป็นโหนกวัวเป็นกลุ่มดาวที่รู้จักดีคือ กลุ่มดาวลูกไก่

### 2.5.6.7 กลุ่มดาวคนคู่ (Gemini)

เป็นกลุ่มดาวที่ ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดใหญ่ คนไทยรู้จักกันมาตั้งแต่โบราณแล้ว เรียกกลุ่มดาวนี้ว่า ดาวโลง ประกอบไปด้วยดาวฤกษ์อย่างน้อยประมาณ 8 ดวง มีดวงที่สว่างอยู่ 2 ดวง คือ ดาวพอลลักซ์ และ ดาวคาสเตอร์

### 2.5.6.8 กลุ่มดาวสารถี (Auriga)

เป็นกลุ่มดาวเด่น ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปห้าเหลี่ยมมองเห็นได้บนท้องฟ้า การจินตนาการเป็นรูปคนขับรถค่อนข้างยาก ประกอบไปด้วยดาวฤกษ์อย่างน้อยประมาณ 5 ดวง ซึ่งจะมีดวงที่สว่างที่สุดในกลุ่มดาวนี้มีชื่อว่า คะเพลลา ซึ่งแปลว่าแพะตัวเมีย

### 2.5.6.9 กลุ่มดาวสิงโต (Leo)

กลุ่มดาวสิงห์อยู่ในซีกฟ้าด้านเหนือ ประกอบด้วยดาวฤกษ์ที่สว่างมาก 1 ดวง คือ ดาวหัวใจสิงห์ (รีกิวรัส) และ ดาวที่สว่างรองลงมาอีกอย่างน้อย 8 ดวง เรียงเป็นรูปสิงโตซึ่งกำลังหมอบอยู่ ดาวหัวใจสิงห์และดาวอีก 5 ดวง คือ ดวงที่ 5 ถึงดวงที่ 9 เรียงกันคล้ายรูปเคียวเกี่ยวข้าวหรือเครื่องหมายคำถามเขียนกลับ บริเวณหัวสิงโต ดาวดวงที่ 2, 3, 4 ประกอบ ขึ้นเป็นด้านท้ายของสิงโต โดยมีดวงที่ 2 อยู่ตรงหางสิงโต จึงมีชื่อเรียกว่า ดาวหางสิงห์ (ดาวเดเนบโบล่า)

## บทที่ 2

### เอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 แรงและการเคลื่อนที่

ปริมาณทางฟิสิกส์หรือเรียกว่าปริมาณกายภาพ (Physical Quantity) ได้แก่ การกระจัด, ระยะทาง, มวล, เวลา, ความเร็ว, อัตราเร็ว, ความเร่ง, แรง, สนามแม่เหล็ก, สนามไฟฟ้า เป็นต้น

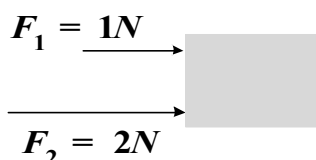
ปริมาณทางฟิสิกส์แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

2.1.1 ปริมาณเวกเตอร์ (Vector Quantity) หมายถึง ปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น การกระจัด, ความเร็ว, ความเร่ง, แรง, โมเมนต์ เป็นต้น

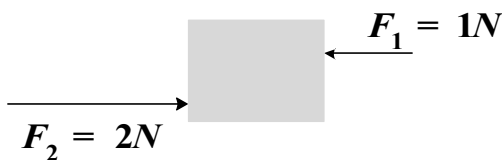
2.1.2 ปริมาณสเกลาร์ (Scalar Quantity) หมายถึง ปริมาณที่มีแต่ขนาดอย่างเดียว ไม่มีทิศทาง เช่น ระยะทาง, อัตราเร็ว, มวล, เวลา, อุณหภูมิ เป็นต้น

การรวมปริมาณเวกเตอร์ต้องรวมทั้งขนาดและทิศทาง เช่น แรง เป็นต้น ซึ่งแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ แรงรวมเราจะเรียกว่าแรงลัพธ์ (Resultant Force) แรงที่นำมารวมกันเรียกว่า แรงย่อยหรือแรงองค์ประกอบ (Component Force)

กรณีที่ 1 เมื่อมีแรงย่อยที่มีทิศทางเดียวกัน ให้นำแรงย่อยมารวมกันสามารถเขียนเวกเตอร์แทนแรงได้ด้วย เส้นตรงและหัวลูกศร



กรณีที่ 2 เมื่อมีแรงย่อยที่มีทิศทางตรงกันข้าม ให้นำค่าของแรงย่อยมาหักล้างกัน เวกเตอร์ของแรงลัพธ์มีทิศทางทางแรงที่มีค่ามากกว่า ค่าของแรงลัพธ์เท่ากับผลต่างของแรงย่อยทั้งสอง



กรณีที่ 3 เมื่อมีแรงย่อยที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม จะได้แรงลัพธ์ที่มีค่าเป็นศูนย์และไม่มีความเร่ง ดังนั้นวัตถุจะคงสภาพเดิม

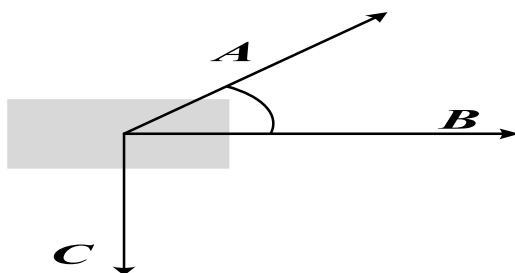




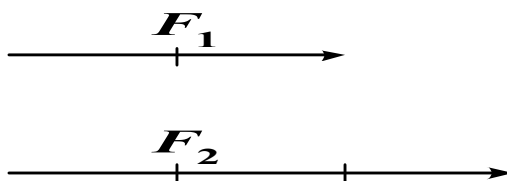
## 2.2 วิธีการหาแรงลัพธ์ มี 2 วิธี

2.2.1 การเขียนรูป (โดยแทนแรงด้วยลูกศร) ดังนี้ ใช้หางต่อหัวคือ เอาหางของลูกศรที่แทนแรงที่ 2 มาต่อหัวลูกศรที่แทนแรงที่ 1 แล้วเอาหางลูกศรที่แทนแรงที่ 3 มาต่อหัวลูกศรที่แทนแรงที่ 2 ...ต่อกันไปจนหมดโดยทิศของลูกศรที่แทนแรงเดิมไม่เปลี่ยนแปลง ขนาดของแรงลัพธ์คือ ความยาวลูกศรที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายมีทิศจากจุดเริ่มต้นไปจุดสุดท้าย

ตัวอย่างที่ 1 เมื่อมีแรง A, B, และ C มากระทำต่อวัตถุ ดังรูป จงหาแรงลัพธ์โดยการเขียนรูป



ตัวอย่างที่ 2 กำหนดให้  $\vec{F}$  แสดงขนาดและทิศทางของแรง ดังรูป จงหาแรงลัพธ์ของ  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$



### 2.2.2 วิธีการคำนวณ

กรณีที่ 1 เมื่อมีแรงย่อยกระทำมุมต่อกัน 0 องศา และมีทิศทางเดียวกัน

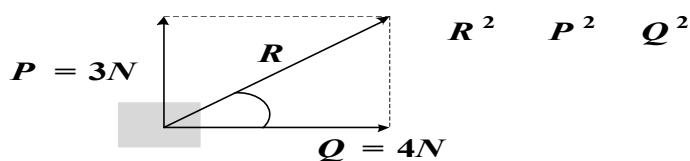
$$\begin{array}{c} \overrightarrow{P = 3N} \qquad \overrightarrow{Q = 5N} \end{array}$$

กรณีที่ 2 เมื่อมีแรงย่อยกระทำมุมกัน 180 องศา และมีทิศทางตรงกันข้าม

แรงลัพธ์เท่ากับแรงที่มีค่ามากกว่าลบด้วยแรงที่มีค่าน้อย ทิศทางของแรงลัพธ์มีทิศเดียวกับแรงที่มีค่ามาก

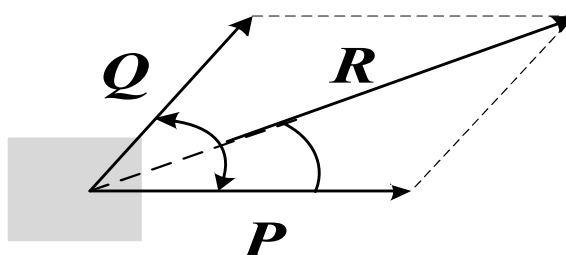
$$\begin{array}{c} \overleftarrow{P = 3N} \qquad \overrightarrow{Q = 5N} \end{array}$$

กรณีที่ 3 เมื่อมีแรงย่อยกระทำมุมกัน 90 องศา หาแรงลัพธ์โดยใช้ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส



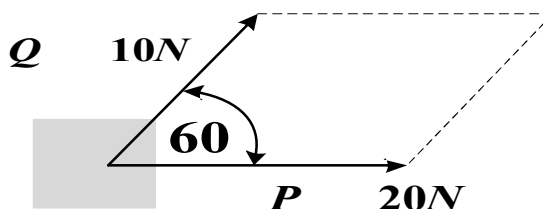
กรณีที่ 4 เมื่อมีแรงสองแรงกระทำมุม  $q$  หาขนาดของแรงลัพธ์โดยใช้สี่เหลี่ยมด้านขนานให้แรงทั้งสองเป็นด้านประกอบของสี่เหลี่ยมด้านขนาน เส้นทแยงมุมคือแรงลัพธ์มีสูตรดังนี้

$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos(q)$$



หาทิศทางแรงลัพธ์ที่กำกับกับเวกเตอร์  $\tan(a) = \frac{Q \sin(q)}{P + Q \cos(q)}$

ตัวอย่างที่ 3 แรง 2 แรงมีขนาดเท่ากับ 10 นิวตัน และ 20 นิวตัน กระทำร่วมกันที่จุดจุดหนึ่งเป็นมุม 60 องศา จงหาค่าของแรงลัพธ์



## 2.3 การเคลื่อนที่

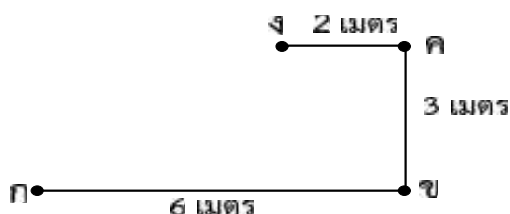
ในชีวิตประจำวันนอกจากเราเคลื่อนที่ในลักษณะต่าง ๆ แล้ว เช่น การเดิน, การวิ่ง, การเคลื่อนที่ของยานพาหนะ เป็นต้น เรายังเห็นการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ หลายรูปแบบ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ถูกขว้างออกไปแนวตั้ง(การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง) ในแนวราบ(การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์) การแกว่งของลูกตุ้ม การหมุนของพัดลม การเคลื่อนที่ของดวงดาวและวัตถุในท้องฟ้า เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ในเบื้องต้นเรามักจะศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นตรงก่อน เพราะมีความซับซ้อนน้อยที่สุด และเข้าใจได้ง่ายที่สุด ดังนั้นเรามาศึกษาปริมาณทางฟิสิกส์ที่ใช้การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

2.3.1 ระยะทาง (Distance) คือ ความยาวตามเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ทั้งหมด เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นเมตร (m) โดยทั่วไปเราใช้สัญลักษณ์เป็น  $s$

2.3.2 การกระจัด (Displacement) คือ เส้นตรงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่เป็นปริมาณเวกเตอร์ คือต้องคำนึงถึงทิศทางด้วย มีหน่วยเป็นเมตร (m) โดยทั่วไปเราใช้สัญลักษณ์เป็น  $\vec{r}$

ตัวอย่างที่ 4 ชายคนหนึ่งเดินทางจากจุด ก ไปยัง ข แล้วเดินต่อจาก ข ไปยัง ค และเดินต่อจาก ค ไปยัง ง ดังรูป จงหาระยะทาง และการกระจัดของชายคนนี้



ตัวอย่างที่ 5 จงหาระยะทาง และการกระจัดของนาย x เมื่อเดินทางตามเส้นทางต่อไปนี้ โดยการวาดรูป

- นาย x เดินทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร หยุดพักเมื่อหายเหนื่อยก็เดินต่อไปอีกในทิศทางเดิม 3 กิโลเมตร
- นาย x เดินทางไปทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร แล้วเดินทางไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 60 องศา
- นาย x เดินทางไปทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร แล้วเดินขึ้นตรงไปทางทิศเหนืออีก 3 กิโลเมตร
- นาย x เดินทางไปทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร แล้วเดินทางไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนืออีก 3 กิโลเมตร
- นาย x เดินทางไปทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร แล้วเดินกลับมาทิศตะวันตกอีก 3 กิโลเมตร

2.3.3 อัตราเร็ว (Speed) คือ การเปลี่ยนแปลงระยะทางต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที เป็นปริมาณสเกลาร์

$$v = \frac{D s}{D t}$$

2.3.4 ความเร็ว (Velocity) คือ การเปลี่ยนแปลงการกระจัดต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที เป็นปริมาณเวกเตอร์

$$\vec{v} = \frac{D \vec{s}}{D t}$$

2.3.5 ความเร่ง (acceleration) คือ การเปลี่ยนแปลงความเร็วต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อ(วินาที)<sup>2</sup> เป็นปริมาณเวกเตอร์

$$\vec{a} = \frac{D \vec{v}}{D t}$$

ตัวอย่างที่ 6 นาย x เดินไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร แล้วเลี้ยวไปทางทิศตะวันออก 12 กิโลเมตร ใช้เวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง จงหา การกระจัด ระยะทาง ความเร็ว อัตราเร็ว

ตัวอย่างที่ 7 นาย y วิ่งในสนามวงกลมซึ่งมีรัศมี 35 เมตร

- ก. เมื่อวิ่งไปได้ครึ่งรอบใช้เวลา 10 วินาที จงหา การกระจัด ระยะทาง ความเร็ว อัตราเร็ว  
ข. เมื่อวิ่งครบรอบใช้เวลา 22 วินาที จงหา การกระจัด ระยะทาง ความเร็ว อัตราเร็ว

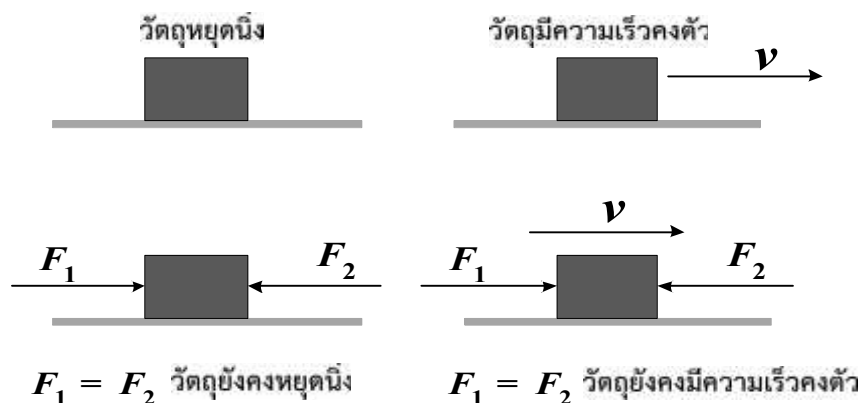
## 2.4 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

เซอร์ไอแซกนิวตัน (Sir Isaac Newton) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ศึกษาธรรมชาติของแรงที่มีผลต่อสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ และได้ตั้งกฎการเคลื่อนที่ 3 ข้อ เพื่ออธิบายถึงสภาพการเคลื่อนที่ และการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังต่อไปนี้

### 2.4.1 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1

ตามกฎบอกการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุไว้ว่า ถ้ามีวัตถุวางนิ่งอยู่บนพื้นราบแล้วไม่มีแรงภายนอกอื่นมากระทำต่อวัตถุ วัตถุจะยังคงหยุดนิ่งเช่นนั้นต่อไป หรือถ้าให้แรงสองแรงมากระทำต่อวัตถุกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันได้ให้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากันและมีทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งเป็นผลให้แรงลัพธ์เป็นศูนย์ จะพบว่าวัตถุจะยังคงสภาพหยุดนิ่งเช่นเดิม จึงสามารถสรุปได้ว่า “ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ หรือแรงลัพธ์ที่มีมากระทำมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่” เช่น ถ้าวัตถุหยุดนิ่งก็จะหยุดนิ่งต่อไป ถ้ากำลังเคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงตัว ( $a = 0$ ) โดยมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$\ddot{a} \quad \vec{F}^1 = 0$$



ภาพที่ 2.1 รูปการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยความเร็วหยุดนิ่งและคงตัว

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันนี้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า **“กฎความเฉื่อย” (Inertia Law)** หมายความว่า วัตถุจะพยายามรักษาสภาพเดิมของมันเอาไว้ เช่น หยุดนิ่งก็จะพยายามรักษาการนิ่งเอาไว้ ถ้าเดิมเคลื่อนที่อยู่ด้วยความเร็วคงตัวเท่าใดก็จะพยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวนั้นไว้ แต่การที่วัตถุจะรักษาสภาพเดิมของมันไว้ได้ดีมากน้อยเพียงใด ก็ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุนั้น โดยวัตถุที่มีมวลมากจะรักษาสภาพการเคลื่อนที่ได้มากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย นั่นคือ วัตถุที่มีมวลมากจะทำให้หยุดได้ง่ายกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย

#### 2.4.2 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2

จากการศึกษาพบว่าวัตถุเมื่อถูกแรงภายนอกที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ และแรงภายนอกนั้นมีค่ามากพอ จะทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่จากเดิมเช่นถ้าเดิมวัตถุหยุดนิ่งเมื่อถูกแรงภายนอกมากระทำ จะส่งผลให้วัตถุเคลื่อนที่หรือเดิม ถ้าวัตถุเคลื่อนที่อยู่แล้วเมื่อถูกแรงภายนอกกระทำก็จะส่งผลให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลงหรือหยุดนิ่งก็ได้ซึ่งการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่เดิมของวัตถุจะมากหรือน้อยขึ้นกับ ปริมาณของแรงภายนอกที่มากระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ นิวตันได้ให้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุไว้ว่า **“ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่”** นั่นคือ ความเร็วของวัตถุอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงหรืออาจเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ เรียกว่า **“วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง”**

เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำมีค่าไม่เป็นศูนย์จะเกิดการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ จากรูปจะเห็นว่าแรงรวมทางด้านขวามือมีค่ามากกว่าแรงรวมทางด้านซ้ายมือจึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปทางขวามือด้วยความเร่งค่าหนึ่ง โดยความเร่งนี้จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุจากความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่งข้างต้น สามารถสรุปเป็น "กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน" ได้ว่า **"เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ"** โดยมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$\ddot{a} \quad F^1 = m \quad a^r$$

#### 2.4.3 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3

ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 และ 2 ของนิวตันเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ นอกจากนี้นิวตันยังพบว่าในขณะที่มีแรงกระทำต่อวัตถุ วัตถุจะออกแรงโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำนั้นโดยทันทีทันใด เช่น ถ้าเรายืนบนสเก็ตบอร์ดหันหน้าเข้าหาผนังแล้วออกแรงผลักฝ่าผนัง เราจะเคลื่อนที่ออกจากฝ่าผนัง การที่เราสามารถเคลื่อนที่ได้ได้แสดงว่าต้องมีแรงจากฝ่าผนังกระทำต่อเรา ถ้าเราผลักฝ่าผนังด้วยขนาดแรงมากขึ้น แรงที่ฝ่าผนังกระทำกับเราก็มากขึ้นตามไปด้วย โดยเราจะเคลื่อนที่ออกห่างจากผนังเร็วขึ้น หรือเมื่อเรากดเครื่องชั่งสปริง เราจะมีความรู้สึกว่าเครื่องชั่งสปริงก็ดึงมือเราด้วย และถ้าเรากดเครื่องชั่งสปริงด้วยแรงมากเท่าใด เครื่องชั่งสปริงก็จะดึงเรากลับ

ด้วยแรงที่มีขนาดเท่ากับแรงที่เราดึงแต่มีทิศตรงกันข้าม จากตัวอย่างและลักษณะการเกิดแรงกระทำระหว่างวัตถุที่กล่าวไว้ด้านบน ทำให้สามารถสรุปได้ว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง วัตถุนั้นจะออกแรงโต้ตอบในทิศตรงกันข้ามกับแรงที่มากระทำ แรงทั้งสองนี้เกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ เราเรียกแรงที่มากระทำต่อวัตถุว่า “แรงกิริยา” (Action Force) และเรียกแรงที่วัตถุโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำว่า “แรงปฏิกิริยา” (Reaction Force) และแรงทั้งสองนี้รวมเรียกว่า “แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา” (Action – Reaction Pair)

จากการศึกษาพบว่า แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยามีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้ามเสมอ นิวตันได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาไว้เป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ซึ่งมีใจความว่า “ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันและทิศตรงกันข้ามเสมอ” ตามความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$



ภาพที่ 2.2 แรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยาที่กระทำระหว่างคนและโลก เมื่อคนยืนอยู่บนผิวโลก

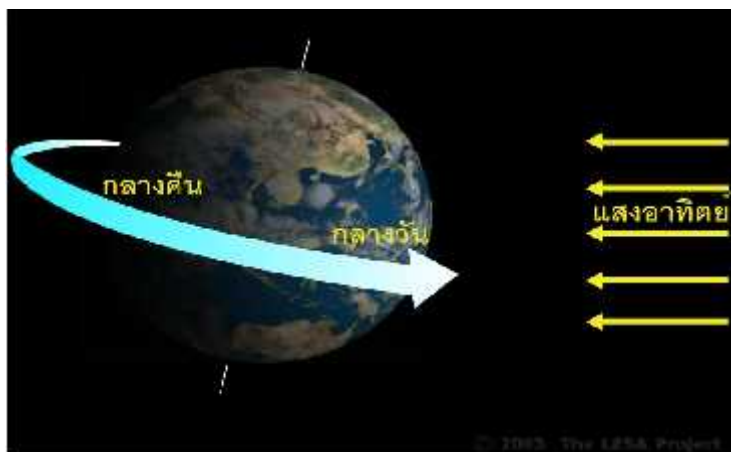
จากรูปสามารถสรุปได้ว่า

- 1) แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจะเกิดพร้อมกันเสมอ
- 2) แรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยาเป็นแรงที่กระทำต่อวัตถุคนละวัตถุกัน ดังนั้นแรงคู่นี้จึงรวมกันไม่ได้
- 3) แรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้

## 2.5 ดาราศาสตร์

### 2.5.1 การเกิดกลางวัน กลางคืน

กลางวันกลางคืนเกิดขึ้นจากการหมุนรอบตัวเองของโลกจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก ด้านที่หันรับแสงอาทิตย์เป็น “กลางวัน” และด้านตรงข้ามที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์เป็น “กลางคืน”



ภาพที่ 2.3 แกนของโลกเอียง  $23.5^\circ$  ขณะที่โคจรรอบดวงอาทิตย์

เราแบ่งพิกัดเส้นแวง (Longitude) ในแนวเหนือ-ใต้ ออกเป็น 360 เส้น โดยมีลองจิจูดที่  $0^\circ$  อยู่ที่ตำบล “กรีนวิช” (Greenwich) ประเทศอังกฤษ และนับไปทางตะวันออกและตะวันตกข้างละ 180 องศา อันได้แก่ ลองจิจูดที่  $1^\circ - 180^\circ$  ตะวันออก และลองจิจูดที่  $1^\circ - 180^\circ$  ตะวันตก เมื่อนำ  $360^\circ$  หารด้วย 24 ชั่วโมง เส้นลองจิจูดที่  $180^\circ$  ตะวันออก และลองจิจูดที่  $180^\circ$  ตะวันตก เป็นเส้นเดียวกันซึ่งเรียกว่า “เส้นแบ่งวันสากล” หรือ “International Date Line” (เส้นหนาทองขวามือของภาพที่ 2) หากเราเดินทางข้ามเส้นแบ่งวันจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก วันจะเพิ่มขึ้นหนึ่งวัน แต่ถ้าเราเดินทางข้ามเส้นแบ่งวันจากทิศตะวันตกมายังทิศตะวันออก วันจะลดลงหนึ่งวัน

เวลาในแต่ละลองจิจูด จะมีความแตกต่างกันชั่วโมงละ 15 องศา เวลามาตรฐานของประเทศไทยถือเอาเวลาลองจิจูดที่  $105^\circ$  ตะวันออก (จังหวัดอุบลราชธานี) จึงเรียกว่า “เวลาสากล” (Universal Time เขียนย่อว่า UT) ซึ่งเป็นเวลาที่ตำบลกรีนวิช ไป 7 ชั่วโมง ( $105^\circ/15^\circ = 7$ ) เวลามาตรฐานประเทศไทยจึงมีค่าเท่ากับ  $UT+7$

### เกร็ดความรู้เรื่องเวลา

- โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์หนึ่งรอบ ใช้เวลา 1 ปี หรือ 365 วัน
- เราแบ่งเวลาหนึ่งปี ออกเป็น 12 เดือน ๆ ละ 30 หรือ 31 วัน เพื่อให้สอดคล้องกับเดือนทางจันทรคติ ซึ่งดวงจันทร์โคจรรอบโลกหนึ่งรอบใช้เวลาประมาณ 30 วัน
- โลกหมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบ ใช้เวลา 1 วัน หรือ 24 ชั่วโมง โดยแต่ละชั่วโมงจะถูกแบ่งย่อยออกเป็น 60 นาที และแต่ละนาทีถูกแบ่งอีกเป็น 60 วินาที

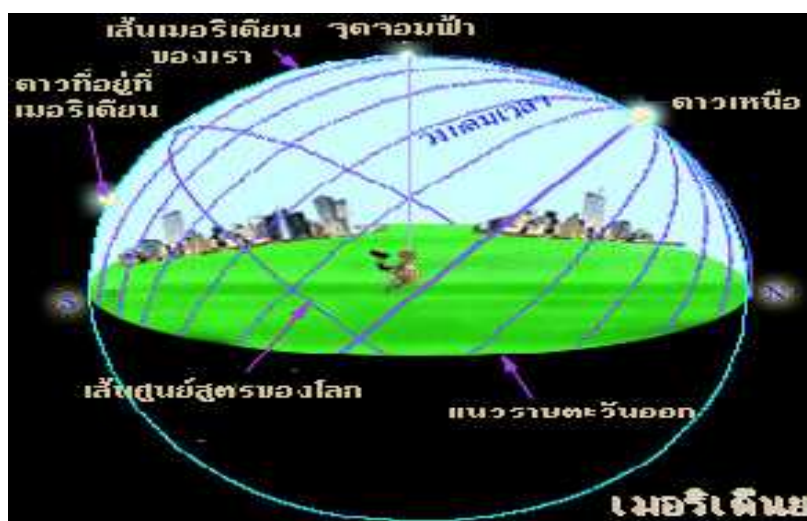
## 2.5.2 กำหนดทิศและเวลา

### 2.5.2.1 เวลากับจุดสังเกตบนพื้นโลก

หากเรายืนอยู่ที่หนึ่งที่ใดบนพื้นโลก เช่นกรุงเทพมหานครที่เส้นละติจูดประมาณ 12 องศา เราจะเห็นดาวเหนือทางทิศเหนือสูงประมาณ 12 องศา แกนการหมุนของโลกหมุนตามแนวทิศดาวเหนือ หากเรายืนตัวตรง จุดกลางศีรษะเราชี้ขึ้นกลางฟ้าตั้งฉากกับพื้นดินเราเรียกว่าจุดจอมฟ้า (Zenith) ถ้าเราอยู่ที่โล่งแจ้งมองไปรอบๆตัวจะเห็นเส้นขอบฟ้าที่เป็นจุดตัดระหว่างพื้นกับท้องฟ้ารอบตัวเรา และถ้าจินตนาการในรูปแบบสามมิติเราจะเห็นว่า แนวหมุนของโลกทำให้มีเส้นศูนย์สูตรโลก การสังเกตดาวบนท้องฟ้าจึงมีการเห็นที่แตกต่างกันเมื่ออยู่บนพื้นโลกที่ตำแหน่งต่างกัน

สิ่งที่น่าสนใจและเป็นสิ่งสำคัญคือแนวที่ลากจากทิศเหนือไปทิศใต้ผ่านทรงกลมท้องฟ้าผ่านจุดจอมฟ้า เราจะเรียกว่าเส้นเมริเดียน (meridian)

แนวทิศเหนือใต้บนทรงกลมท้องฟ้าเป็นจุดอ้างอิงที่สำคัญเกี่ยวกับเวลา โดยเราถือว่าถ้าดวงอาทิตย์อยู่ในแนวเส้นนี้ บนท้องฟ้าเราจะถือว่าเป็นเวลา 12 : 00 น. และการนับเวลาในระบบโซลาร์นี้ใช้ระบบอ้างอิงกับเส้นเมริเดียน การแบ่งเส้นแนวตามแนวเหนือใต้ไปทางทิศตะวันออกและตะวันตกบนทรงกลมนี้ เกิดทำให้มีมุมของเวลาเกิดขึ้น พระอาทิตย์อยู่ที่มุมของเวลาที่ใดก็เทียบกับจุดอ้างอิงของเมริเดียนได้



ภาพที่ 2.4 การแบ่งเส้นแนวตามแนวเหนือใต้ไปทางทิศตะวันออกและตะวันตกบนทรงกลมท้องฟ้า

### 2.5.2.2 การกำหนดทิศ

เมื่อเราอยู่กลางแจ้งและมองไปรอบ ๆ ตัว เราจะเห็นพื้นโลกทอดไกลออกไปจรดขอบฟ้าเป็นรูปครึ่งวงกลม เราเรียกเส้นตัดระหว่างพื้นโลกกับขอบฟ้าว่า เส้นขอบฟ้า (Horizon) เส้นขอบฟ้าเป็นเส้นวงกลมล้อมรอบตัวในแนวราบ เมื่อสังเกตการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในเวลาเช้า จะเห็นดวงอาทิตย์โผล่ขึ้นมาจากขอบฟ้าด้านหนึ่ง เรียกว่า **ทิศตะวันออก** และดวงอาทิตย์ จะเคลื่อนที่ขึ้นสูงที่สุดในเวลาประมาณเที่ยงวัน



จากนั้นดวงอาทิตย์จะเคลื่อนต่ำลงกระทั่งตกลงขอบฟ้าอีกด้านหนึ่งเรียกว่า **ทิศตะวันตก** การขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลกตามแกนเหนือ - ใต้ ดังนั้นการกำหนดทิศทางบนโลก จึงแบ่งออกเป็น 4 ทิศหลัก คือ ทิศเหนือ (North) และทิศใต้ (South) ทิศตะวันออก (East) ทิศตะวันตก (West)

## 2.5.3 ฤดูกาล

### 2.5.3.1 การโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลก

**ฤดูกาล** (อังกฤษ: Season) เป็นช่วงเวลาในแต่ละปีที่แบ่งตามสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป เกิดขึ้นจากการที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ เนื่องจากแกนโลกเอียงเป็นมุม 23.5 องศา จึงทำให้ในแต่ละช่วงของปี แต่ละบริเวณจะได้รับแสงแดดไม่เท่ากัน ทำให้มีอุณหภูมิต่างกัน จึงเกิดเป็นฤดูกาลต่าง ๆ ขึ้น

ในเขตอบอุ่นและเขตกึ่งร้อน จะแบ่งออกเป็น 4 ฤดู ได้แก่ ฤดูใบไม้ผลิ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง และฤดูหนาว ซึ่งโดยทั่วไป ฤดูในเขตอบอุ่นของซีกโลกเหนือจะมีระยะเวลาดังนี้

- 1) วสันตฤดู หรือฤดูใบไม้ผลิ : 21 มีนาคม - 20 มิถุนายน
- 2) คิมหันตฤดู หรือฤดูร้อน : 21 มิถุนายน - 21 กันยายน
- 3) สารทฤดู หรือฤดูใบไม้ร่วง : 22 กันยายน - 21 ธันวาคม
- 4) เหมันตฤดู หรือฤดูหนาว : 22 ธันวาคม - 20 มีนาคม

ในเขตร้อน จะแบ่งออกเป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูหนาว (รวมกันเรียกว่า "ฤดูแล้ง") และฤดูฝน

ฤดูกาลเกิดขึ้นเนื่องจากการเอียงของแกนโลกที่เอียงทำมุมประมาณ 23.5 องศา กับระนาบการหมุนของโลก ส่งผลให้ระยะเวลาในช่วงกลางวันและกลางคืน รวมถึงการดูดซับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงของปี นั่นคือในช่วงที่ซีกโลกเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์ซึ่งถือว่าเป็นช่วงฤดูร้อนของซีกโลกเหนือ เนื่องจากได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์มากที่สุดและมีกลางวันที่ยาวนานที่สุด ทางซีกโลกใต้จะห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุด นั่นคือเป็นฤดูหนาวของซีกโลกใต้ซึ่งมีกลางวันที่ยาวน้อยที่สุด

## 2.5.4 เงามืด เงามัว

### 2.5.4.1 การเกิดเงา

เมื่อแสงตกกระทบบัววัตถุทึบแสง แสงไม่สามารถผ่านทะลุวัตถุ จึงทำให้เกิดเงาของวัตถุนั้นทางด้านที่แสงไม่ได้ตกกระทบบัว เช่น คนเป็นวัตถุทึบแสง ดังนั้นเมื่อยืนอยู่กลางแสงแดดจะเกิดเงาบนพื้นของคนที่ยืนเพราะคนกั้นทางเดินของแสง ทำให้แสงส่องไปไม่ถึงพื้น

เงา คือ บริเวณมืดหลังวัตถุที่เกิดจากวัตถุที่เป็นตัวกลางทึบแสงมาขวางกั้นทางเดินของแสง แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. เงามืด คือ เงาในบริเวณที่ไม่มีแสงผ่านไปถึง ทำให้บริเวณนั้นมีมืดสนิท
2. เงามัว คือ เงาบริเวณที่มีแสงบางส่วนผ่านไปถึง และทำให้บริเวณนั้นมีมืดไม่สนิท

### 2.5.4.2 ลักษณะการเกิดเงามืดและเงามัว

ขนาดของเงามืดและเงามัวจะขึ้นอยู่กับระยะใกล้ - ไกลของฉาก ถ้าฉากอยู่ใกล้วัตถุเงามืดจะมีขนาดใหญ่ แต่เงามัวจะมีขนาดเล็กลง ถ้าฉากอยู่ไกลจากวัตถุมากขึ้น เงามืดจะมีขนาดเล็กลงและเงามัวจะมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้นเฉพาะดวงไฟที่มีขนาดโตเท่ากับวัตถุซึ่งจะให้เงามืดมีขนาดโตเท่ากับขนาดของวัตถุเสมอ

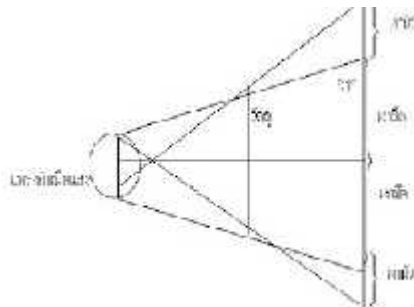
เพื่อศึกษาการเกิดเงา ทำให้ทราบว่าเงาเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยลองเลื่อนวัตถุทึบแสงไปมาระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับฉาก จะเห็นว่าเกิดเงาบนฉาก และเงาของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงคือ เมื่อวัตถุอยู่ใกล้ฉาก เงาจะมีสีดำเข้ม เห็นขอบเงาชัดเจน แต่ถ้าวัตถุอยู่ห่างฉาก ความเข้มเงาจะลดลง เห็นขอบเงาไม่ชัดเจน ส่วนตรงกลางของเงาจะมีมืดกว่าส่วนขอบเราจึงสรุปเกี่ยวกับการเกิดเงาได้ว่า

- 1) เมื่อแสงตกกระทบกับวัตถุทึบแสง แสงไม่สามารถผ่านทะลุวัตถุ จึงทำให้เกิดเงาของวัตถุ
- 2) บริเวณที่แสงส่องไปไม่ถึง เนื่องจากวัตถุทึบแสงกั้นทางเดินของแสง ทำให้เกิดเงาขึ้น 2 แบบ
  - เงามืด = บริเวณที่แสงส่องไปไม่ถึงเลย
  - เงามัว = บริเวณที่แสงส่องไปถึงแค่บางส่วน หรือปริมาณของแสงไม่เพียงพอ
- 3) เงาจะเกิดขึ้นตรงข้ามกับแหล่งกำเนิดแสงเสมอ
- 4) รูปร่างของเงาขึ้นอยู่กับวัตถุที่ทำให้เกิดเงา เช่น ถ้าวัตถุเป็นรูปทรงกลม เงาก็จะเป็นวงกลม
- 5) วัตถุที่โปร่งแสงจะเกิดเงาที่จางกว่า วัตถุทึบแสง เช่น กระดาษฝ้า หรือกระดาษลอกกลายมาแทนวัตถุทึบแสง โดยนำวัตถุโปร่งแสงดังกล่าวมาบังแสง เงาที่เกิดขึ้นจะจางกว่าเงาที่เกิดจากวัตถุทึบแสง
- 6) พระอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออก เงาของวัตถุจะทอดไปทิศตะวันตก แสดงว่าเงาจะเกิดขึ้นตรงข้ามกับ แหล่งกำเนิดแสงเสมอ

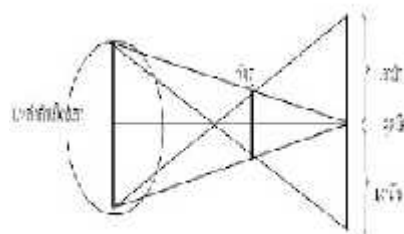
### 2.5.4.3 การเกิดเงาของวัตถุ

เมื่อแสงตกกระทบวัตถุที่ทึบแสง จะเกิดเงาที่ด้านหลังวัตถุเสมอโดยเงาที่เกิดขึ้นอาจจะมีทั้งเงามืดหรือเงามัว จะขึ้นอยู่กับ

- 1) ขนาดของแหล่งกำเนิดแสง



แหล่งกำเนิดแสงกว้างน้อยกว่าวัตถุ



แหล่งกำเนิดแสงกว้างมากกว่าวัตถุ

ภาพที่ 2.5 ขนาดเงาของวัตถุเมื่ออยู่ใกล้และไกลจากแสง

- 2) ขนาดของวัตถุ
- 3) ระยะห่างระหว่างวัตถุกับแหล่งกำเนิดแสง
- 4) การเกิดเงาเมื่อแหล่งกำเนิดแสงเป็นจุด

#### 2.5.4.4 ประโยชน์จากเงา

เรานำประโยชน์จากเงามาใช้ในกิจกรรมต่างๆ

- 1) ใช้ในแง่ให้ความบันเทิง เช่น หนังสืงตลวง
- 2) ใช้ในแง่ของการให้ความร่มรื่น เช่น การปลูกต้นไม้เพื่อช่วยให้เกิดร่มเงา
- 3) ใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น การบอกเวลา โดยใช้ นาฬิกาแดด

นอกจากนี้ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบางอย่าง เช่น จันทรุปราคา สุริยุปราคา ก็ยังเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากเงาอีกด้วย

#### 2.5.5 แผนที่ดาว

แผนที่ดาว คือ แผนที่แสดงตำแหน่งของดวงดาวบนท้องฟ้าที่ครอบโลกของเราอยู่ จะมีลักษณะเป็นทรงกลมไม่ว่าเราจะดูดวงดาวที่ตำแหน่งใดของโลก ตัวผู้ดูจะเป็นศูนย์กลางของท้องฟ้าเสมอ

##### 2.5.5.1 การทำแผนที่

เราอาจทำแผนที่ดาวได้โดยใช้ทรงกลมท้องฟ้าเช่นเดียวกับการทำแผนที่โลก ซึ่งในการใช้แผนที่ดาวหาตำแหน่งดาวหรือการอ่านแผนที่ดาวจะต้องทราบสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ทิศบนท้องฟ้า (direction) เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลกจากทางทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออกและลับของฟ้าทางทิศตะวันตก
- 2) เส้นขอบฟ้า (Horizon) คือ เส้นวงกลมบนพื้นโลกจรดของฟ้าล้อมรอบตัวเรา
- 3) เส้นเมริเดียนท้องฟ้า (meridian) เป็นเส้นที่แบ่งครึ่งท้องฟ้าออกเป็น 2 ส่วน คือ ซีกทางตะวันออกและตะวันตก
- 4) เส้นศูนย์สูตรท้องฟ้า (celestial equator) จะอยู่ในระนาบเดียวกับเส้นศูนย์สูตรของโลก และจะมีจุดผ่าน 3 จุด คือ ขอบฟ้าทิศตะวันตกและขอบฟ้าทิศตะวันออก และจุดที่ 3 คือ จุดเหนือศีรษะ
- 5) จุดยอดท้องฟ้า (zenith) คือ จุดสูงสุดบนท้องฟ้า จะอยู่เหนือศีรษะพอดีหรือเรียกว่าจุดเหนือศีรษะ

##### 2.5.5.2 การอ่านแผนที่ดาว

การอ่านแผนที่ดาว เป็นทำให้ผู้ดูดาวรู้จักกลุ่มดาวบนท้องฟ้าอย่างถูกต้องว่า กลุ่มดาวแต่ละกลุ่ม นั้น มีดาวที่สำคัญอยู่ที่ดวง จินตนาการเห็นเป็นรูปอะไร กลุ่มดาวแต่ละกลุ่มนั้นอยู่ใกล้กันในลักษณะอย่างไร แผนที่ดาวไม่เหมือน แผนที่โลก เพราะแผนที่โลก เรายืนอยู่บนผิวโลก แล้วก้มมองลงไปยังพื้นผิวโลกที่เราอยู่แต่แผนที่ดาวเราอนหงาย บนพื้นผิวโลกแล้วแหงนขึ้นไปดูดวงดาว ซึ่งดูเสมือน ติดอยู่ที่ขอบฟ้าสุดสายตา การดูดาวมีความจำเป็นมากที่จะต้องอ่านแผนที่ดาวเป็น เพราะไม่สามารถใช้มือหรือ เครื่องมือใด ๆ

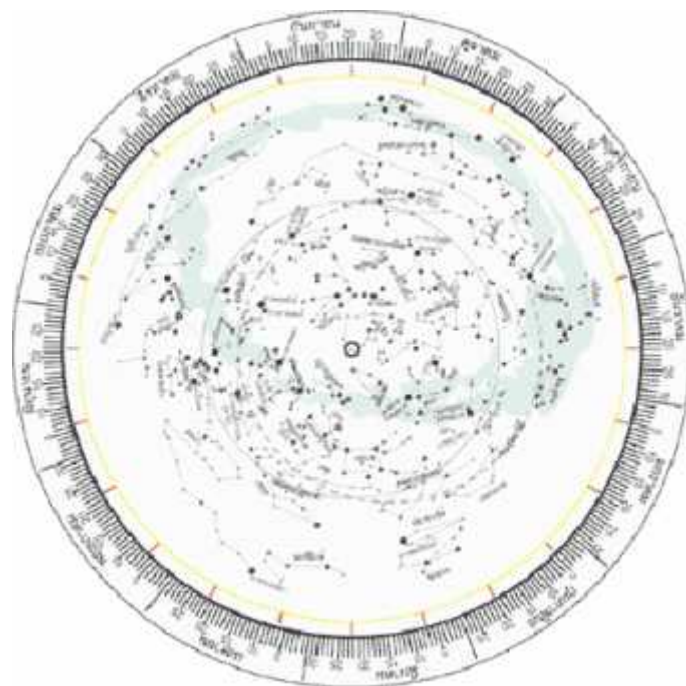
ชี้กลุ่มดาว บนท้องฟ้าให้ผู้อื่นดูเห็นได้อย่างถูกต้อง นอกจากจะ ใช้ปากพูดว่า ตรงมือชี้ที่อยู่ใกล้ ๆ กับดวงสีนั้นสิ นี้ รูปร่างเหมือนอย่างนั้นอย่างนี้ เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะท้องฟ้าที่ครอบเราอยู่นั้น มีรัศมีเป็นอนันต์ คน 2 คนชี้ ดาวดวงเดียวกัน จะชี้ไม่ตรงกันและถ้าเราลากเส้นตรง จากมือที่ชี้ชี้ดาวของคน 2 คน ไปยังดาวดวงเดียวกัน นั้นจะปรากฏว่าเส้น 2 เส้น นี้ขนานกัน

เมื่อเห็นแผนที่ดาว วิธีอ่านที่ถูกต้อง ต้องนอนหงายอ่าน หันศีรษะไป ทิศเหนือ ด้านขวามือจะเป็นทิศ ตะวันตก ด้านซ้ายมือเป็นทิศตะวันออก แล้วหันทิศเหนือ ในแผนที่ดาวไปทางศีรษะ เมื่อจำแผนที่ดาวได้แล้ว ไปดู กลุ่มดาวจริง ๆ บนท้องฟ้าจะเห็นตรงกัน ถ้าก้มลงอ่านแผนที่อย่างอ่านหนังสือธรรมดา จะเห็นภาพกลุ่ม ดาว กลับซ้ายเป็นขวา ขวาเป็นซ้าย ไม่ตรงกัน

วิธีอ่านแผนที่ดาวเปรียบเทียบกับท้องฟ้าจริง ๆ ควรปฏิบัติดังนี้ ขั้นแรกหาทิศเหนือ จริง ๆ ให้ได้ เสียก่อนอยู่ที่ไหน ถ้าจะนอนหงายดูดาวต้องหันศีรษะไปทางทิศเหนือ ถ้ายืนดูดาวหันหน้าไปทางทิศใต้ ยกแผนที่ ดาวขึ้นอ่านเหนือศีรษะหันทิศใน แผนที่ดาวไปทางทิศเหนือให้ตรงกัน จะเห็นกลุ่มดาวในแผนที่ดาว และใน ท้องฟ้าตรงกัน

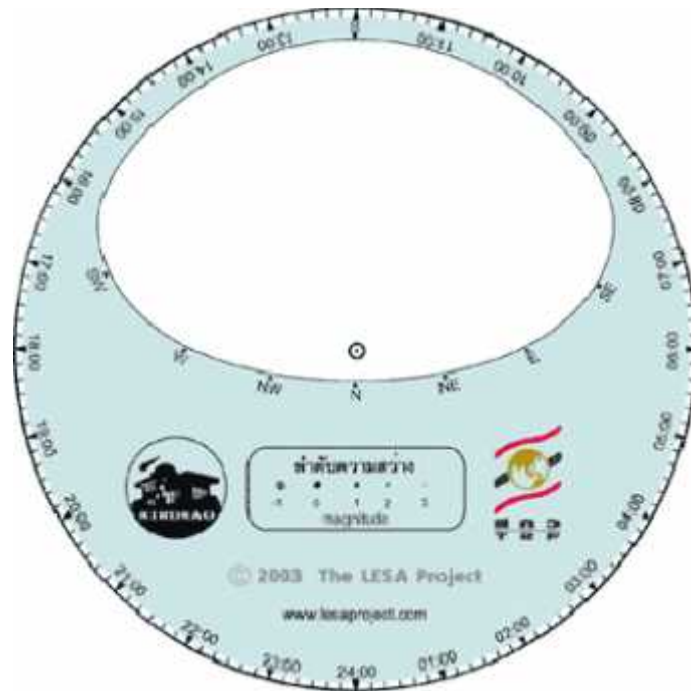
### 2.5.5.3 แผนที่ดาววงกลม

แผนที่ดาววงกลมเป็นอุปกรณ์อย่างง่ายที่ช่วยในการวางแผนและสังเกตการณ์ท้องฟ้า แผนที่ดาวชนิดนี้ประกอบด้วย แผ่นกระดาษสองใบคือ แผ่นแผนที่ (แผ่นล่าง) และแผ่นขอบฟ้า (แผ่นบน) ซ้อนกันอยู่ และยึดติดกันด้วยตาไก่ที่ตรงจุดศูนย์กลาง



ภาพที่ 2.6 แผนที่ดาว (แผ่นล่าง)

แผ่นแผนที่ (ภาพที่ 1) มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ขั้วฟ้าเหนือ ดาวเหนืออยู่ตรงตาไก่พอดีตรงปลายหางของกลุ่มดาวหมีเล็ก เส้นที่บรูวงกลมที่กึ่งกลางของรัศมีของแผนที่ดาว เป็นเส้นศูนย์สูตรฟ้า ภายในวงกลมเป็นซีกฟ้าเหนือ ภายนอกวงกลมเป็นซีกฟ้าใต้ใกล้ๆกับเส้นศูนย์สูตรฟ้ามีเส้นประรูปวงกลมเป็น เส้นสุริยะวิถี กลุ่มดาวที่อยู่บนเส้นสุริยะวิถีเป็นกลุ่มดาวจักราศี 12 กลุ่ม แถบสีเทาอ่อนรูปวงรีบนแผนที่ดาวแสดงตำแหน่งของทางช้างเผือก และที่ขอบของแผ่นแผนที่เป็นสเกล “ปฏิทิน” บอก “วันที่” และ “เดือน”



ภาพที่ 2.7 แผ่นแผนที่ (แผ่นบน)

แผ่นขอบฟ้า (ภาพที่ 2) เป็นแผ่นเจาะช่อง แสดงอาณาเขตของท้องฟ้า เส้นขอบฟ้า ทิศเหนือ (N), ตะวันออกเฉียงเหนือ (NE), ตะวันออก (E), ตะวันออกเฉียงใต้ (SE), ใต้ (S), ตะวันตกเฉียงใต้ (SW), ตะวันตก (W), ตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) ตามลำดับ ที่ขอบของแผ่นท้องฟ้าเป็นสเกลนาฬิกา บอกเวลาเป็น ชั่วโมง และมีสเกลย่อยขีดละ 10 นาที

#### 2.5.5.4 วิธีการใช้งาน

ตั้งเวลาที่จะสังเกตการณ์ โดยหมุนเวลา (นาฬิกา) ที่ขอบแผ่นขอบฟ้าให้ตรง วัน/เดือน/ปี (ปฏิทิน) ที่ขอบแผ่นแผนที่ ตัวอย่างเช่น ต้องการดูดาวในเวลา 05.00 น. ของวันที่ 5 เดือนมกราคม ก็ให้หมุนแผ่นขอบฟ้ามาจนกระทั่งเวลา 05.00 ตรงกับวันที่ 5 เดือนมกราคม ของแผ่นแผนที่ จับแผนที่ดาว แหงนขึ้น โดยให้ทิศเหนือและทิศใต้บนแผนที่ดาวชี้ตรงกับทิศเหนือและทิศใต้ของภูมิประเทศจริง ควรระลึกไว้เสมอว่า การอ่านแผนที่ดาวมิใช่การก้มอ่านหนังสือ แต่เป็นการแหงนขึ้นดู เพื่อเปรียบเทียบท้องฟ้าในแผนที่กับท้องฟ้าจริง เมื่อเวลาเปลี่ยนไปให้หมุนแผ่นขอบฟ้า (แผ่นบน) ในทิศตามเข็มนาฬิกาไปยังเวลาปัจจุบัน จะเห็นได้ว่า กลุ่มดาวทางทิศตะวันออกของแผนที่ จะเคลื่อนที่ห่างจากขอบฟ้า (E) มากขึ้น ในขณะที่กลุ่มดาวในทิศตะวันตก จะเคลื่อนที่เข้าหาขอบฟ้า (W) เหมือนการเคลื่อนที่ ขึ้น-ตก ของดาวบนท้องฟ้าจริง

จะสังเกตเห็นว่า ไม่ว่าจะหมุนแผ่นขอบฟ้าไปอย่างไรก็ตาม เส้นศูนย์สูตรฟ้าจะอยู่ตรงแนวทิศ ตะวันออก (E) และตะวันตก (W) เสมอ เพราะนั่นคือเส้นแบ่งซีกฟ้า และเส้นสุริยวิถีตรงกลุ่มดาวคนคู่ จะอยู่ค่อนไปทางเหนือ (โพลสตัสฤดูร้อน) และเส้นสุริยวิถีตรงกลุ่มดาวคนยิงธนู จะอยู่ค่อนไปทางใต้ (โพลสตัส ฤดูหนาว) วงกลมทั้งสองเอียงตัดกันเป็นมุม  $23.5^\circ$  เนื่องจากแกนของโลกเอียงขณะโคจรรอบดวงอาทิตย์

**ข้อพึงระวัง** แผนที่ดาวแบบวงกลมนี้มีข้อจำกัด เนื่องจากสร้างขึ้นโดยการตีแผ่ทรงกลม ออกเป็น ระนาบสองมิติ ( $360^\circ$  projection) ทำให้ระยะทางเชิงมุมคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

- กลุ่มดาวในซีกฟ้าเหนือจะมีขนาดเล็กกว่าความเป็นจริง และกลุ่มดาวในซีกฟ้าใต้จะขยาย ถ่างเกินสัดส่วนจริง ดังนั้นถ้าหากใช้แผนที่ดาวนี้ดูดาวที่อยู่ใกล้ขอบฟ้าได้

ขอแนะนำให้ดูดาวสว่าง เป็นดวงๆ แล้วค่อยไล่เปรียบเทียบไปกับท้องฟ้าจริง

- ตำแหน่งบอกทิศทั้งแปด มีได้ห่างเท่าๆ กัน สเกลระหว่างทิศเหนือ (N) ไปยังทิศ ตะวันออก (E) และทิศตะวันตก (W) จะอยู่ใกล้ชิดกันมาก ส่วนสเกลไปทางทิศใต้ (S) จะมีระยะห่าง ออกไป กว้างกว่าหลายเท่า

- หากหันหน้าดูดาวทางทิศเหนือ ให้หันเอาด้านอักษร N ลง

- หากหันหน้าดูดาวทางทิศใต้ ให้หันกลับด้านเอาอักษร S ลง

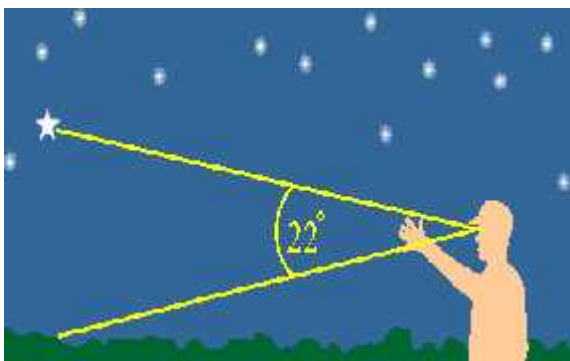
- หากหันหน้าไปทางทิศอื่น ให้พยายามตรึงแนว N - S ให้ขนานกับทิศเหนือ - ใต้ ของ

ภูมิประเทศจริงไว้ตลอดเวลา

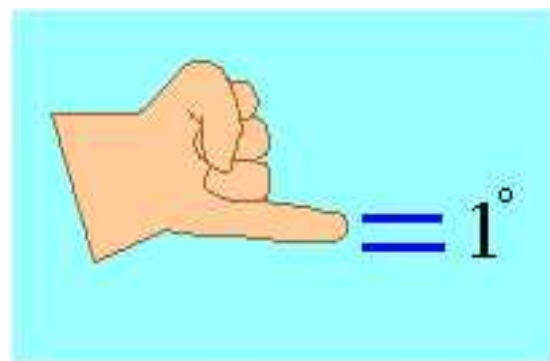
#### 2.5.5.5 การใช้มือวัดระยะทางเชิงมุมของดาว

การวัดระยะทางเชิงมุม เป็นการบอกตำแหน่งของดาวหรือวัตถุท้องฟ้าโดยบอกเป็นมุม (ซึ่งหมายถึงมุมระหว่างเส้นตรง 2 เส้นที่ลากจากตาของเราบนโลกไปยังดวงดาวบนท้องฟ้า) เช่น ดาวเหนืออยู่ สูงจากขอบฟ้า 13 องศา ดวงจันทร์เฉียดดาวเสาร์ 1 องศา เป็นต้น

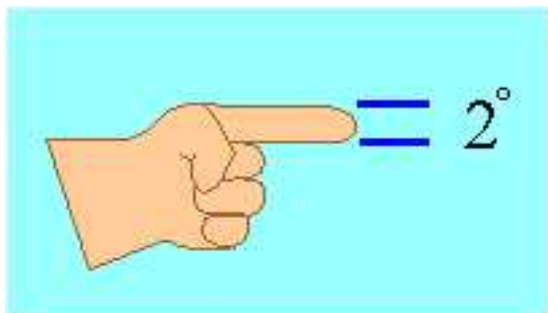
ถ้าเราไปดูดาวกับเพื่อนแล้วเขาบอกว่า "นั่นไงดาวไรเจล อยู่สูงจากขอบฟ้าทิศตะวันออก 22 องศา" เราจะได้รู้ได้อย่างไรว่า 22 องศา นั้นแค่ไหน ก็ใช้มือของเราแหละวัดได้เลย จะใช้มือซ้ายหรือมือ ขวาก็ได้แล้วแต่ถนัดแต่ขอให้เหยียดแขนให้ตรง แล้วกางมือเหยียดนิ้วให้เต็มที่ชี้ตาข้างใดข้างหนึ่งเล็งผ่าน นิ้วก้อยและนิ้วโป้งไปบนท้องฟ้า โดยให้ปลายนิ้วก้อยชี้ที่ขอบฟ้าระยะทางเชิงมุมบนท้องฟ้าจากปลายนิ้วก้อย ถึงปลายนิ้วโป้งจะประมาณ 22 องศา



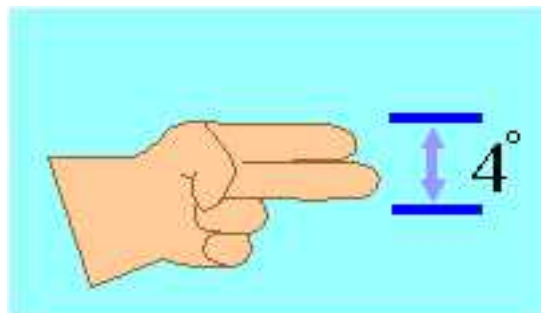
ปลายนิ้วก้อยถึงปลายนิ้วโป้งจะประมาณ 22 องศา



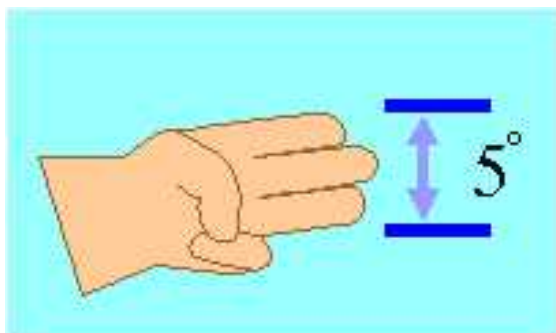
นิ้วก้อย = 1 องศา



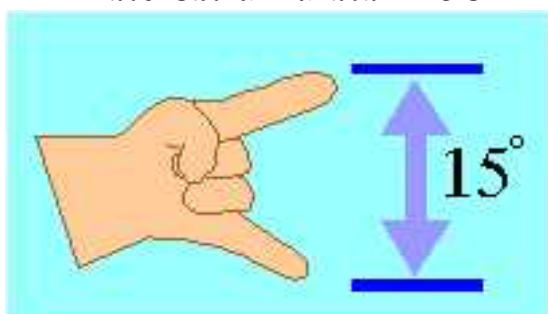
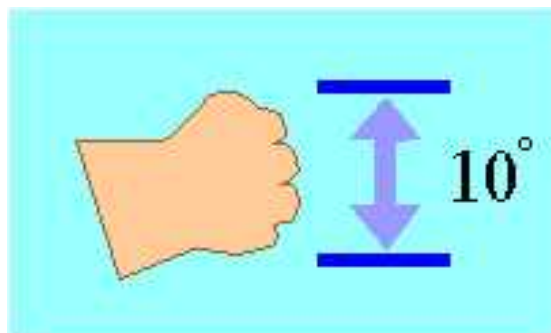
นิ้วชี้ = 2 องศา



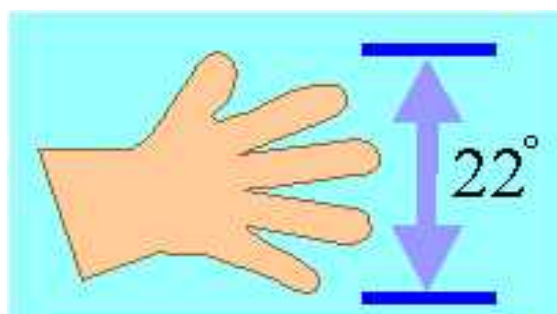
นิ้วชี้กับนิ้วกลาง = 4 องศา



นิ้วชี้กับนิ้วกลางและนิ้วนาง = 5 องศา



ปลายนิ้วชี้ถึงปลายนิ้วก้อย = 15 องศา



กางนิ้วออกปลายนิ้วโป้งถึงปลายนิ้วก้อย = 22 องศา

หนังสืออ้างอิง

นิพนธ์ ทรายเพชร, การดูดาวขั้นต้น, นานมีบุ๊คส์, 2538

อารี สวัสดิ์, ดิน ฟ้า เวลา ดาว, เอกสารประกอบการอบรม"นักดาราศาสตร์ในอนาคต รุ่น 3" สมาคมดาราศาสตร์ไทย, 2539

ภาพที่ 2.8 การใช้มือวัดระยะทางเชิงมุมของดาว

## 2.5.6 กลุ่มดาว

**กลุ่มดาว** คือ กลุ่มของดาวฤกษ์ ที่สามารถเชื่อมต่อกันเป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามแต่จินตนาการในอวกาศสามมิติ. ส่วนใหญ่แล้ว ดาวฤกษ์ในกลุ่มดาวเดียวกันที่เราเห็นอยู่ใกล้กันบนทรงกลมฟ้า ไม่ได้มีความเกี่ยวข้องกัน และห่างไกลกันมากในอวกาศ. กลุ่มดาวอย่าง "ไม่เป็นทางการ" ที่เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง แต่ไม่ได้รับการรับรองโดยนักดาราศาสตร์ หรือสหพันธ์ดาราศาสตร์สากล เรียกว่า **ดาวเรียงเด่น** (asterism) ตัวอย่างเช่น กระจับปี่ใหญ่

คนไทยรู้จักและตั้งชื่อกลุ่มดาวอยู่บ้าง แต่ไม่ทั่วทั้งทรงกลมฟ้า ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มดาวที่มีดาวฤกษ์สว่างเป็นสมาชิก และมักใช้คำว่า "ดาว" นำหน้า เช่น ดาวจระเข้ ดาวเต่า ดาวไถ ดาวโลง เป็นต้น

สหพันธ์ดาราศาสตร์สากล (IAU) แบ่งพื้นที่ในท้องฟ้าออกเป็นกลุ่มดาว 88 กลุ่ม โดยกำหนดเขตแดนที่แน่นอนและแม่นยำ กลุ่มดาวในซีกฟ้าเหนือส่วนใหญ่มาจากกรีกโบราณจนถึงสมัยกลาง

### 2.5.6.1 กลุ่มดาวคังคาว (Cassiopeia)

เป็นกลุ่มดาวเด่นทางซีกฟ้าเหนือ ประกอบด้วยดาวฤกษ์อย่างน้อย 5 ดวง เรียงกันเป็นรูปตัวเอ็ม หรือที่คนไทยมองเห็นเป็นรูปดาวคังคาวที่กำลังบินวนรอบ ดาวเหนือ

### 2.5.6.2 กลุ่มดาวหมีใหญ่ (Ursa Major)

กลุ่มดาวที่มนุษย์รู้จักดีที่สุด และใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด คือ กลุ่มดาวจระเข้ ดาวกลุ่มนี้มี 7 ดวง มีลักษณะคล้ายกระจับปี่ 4 ดวงเป็นตัวกระจับปี่ อีก 3 ดวง เป็นด้าม ขาวจีนและชาวยุโรปเขาเห็นเป็นรูปกระจับปี่ จึงเรียกกลุ่มดาวกลุ่มนี้ว่า “กระจับปี่ใหญ่” (Big Dipper) ชาวกรีกซึ่งเป็นดินแดนแห่งเทพนิยายอันเกี่ยวกับ ดวงดาวต่าง ๆ เห็นเป็น “หมีใหญ่” (Ursa Major) คนไทยเห็นเป็น “จระเข้” ทั้งกรีกและไทย เห็นเหมือนกันอยู่ 1 อย่างคือ เห็นดาว 3 ดวง ทางด้ามกระจับปี่เป็นหางหมี และหางจระเข้เหมือนกัน

### 2.5.6.3 กลุ่มดาวนายพราน (Orion)

เป็นกลุ่มดาวที่มีความงามบนท้องฟ้ากลุ่มหนึ่งในช่วงฤดูหนาว คนไทยรู้จักกันดี เรียกกลุ่มดาวนี้ว่า กลุ่มดาวเต่า หรือ ดาวไถ ประกอบด้วยดาวฤกษ์อย่างน้อยประมาณ 8 ดวง มีดวงที่สว่างที่สุดอยู่ 2 ดวง มีชื่อว่า บีเทลจัส คือส่วนที่เป็นหัวไหล่ และไรเจล คือส่วนที่เป็นขาหลังขวา

### 2.5.6.4 กลุ่มดาวสุนัขใหญ่ (CANIS Major)

เป็นกลุ่มดาวที่ประกอบด้วยดาวฤกษ์ที่มองเห็นได้ชัด 5 ดวง มีดาวฤกษ์ที่สว่างที่สุดอยู่ตรงส่วนคอมมีชื่อว่า ซีริอัส ซึ่งคนไทยรู้จักกันดี เราเรียกดาวดวงนี้ว่า **ดาวโจร**



### 2.5.6.5 กลุ่มดาวสุนัขเล็ก (CANIS MINOR)

เป็นกลุ่มดาวขนาดเล็ก ที่ประกอบไปด้วยดาวฤกษ์ที่มองเห็นได้ชัด 2 ดวง เป็นรูปสุนัขเล็ก สมชื่อ กลุ่มดาวสุนัขเล็ก จะขึ้น - ตก ทางทิศตะวันออก - ตะวันตกพอดี ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนมาก สามารถบอกทิศได้เป็นอย่างดี แต่เมื่อขึ้นไปอยู่สูงสุดจะอยู่เยื้องจากจุดกลางศีรษะไปทางทิศใต้ประมาณ 10 องศา รวมเวลาที่กลุ่มดาวสุนัขเล็กอยู่บนท้องฟ้าประมาณ 12 ชั่วโมงด้วยกัน

ดาวฤกษ์ที่สว่างที่สุดในกลุ่มดาวสุนัขเล็กมีชื่อว่า ดาวโปรไซออน (Procyon) เป็นดาวฤกษ์สีขาวแกมเหลือง มีอันดับความสว่าง 0.38 อยู่อันดับ 8 ใน 25 ดาวฤกษ์ที่สว่างที่สุดบนท้องฟ้า ดาวโปรไซออนนี้ อยู่ห่างจากโลกเราประมาณ 11.4 ปีแสง

### 2.5.6.6 กลุ่มดาววัว (Taurus)

เป็นกลุ่มดาวที่ประกอบไปด้วยดาวฤกษ์อย่างน้อยประมาณ 9 ดวง มีดวงที่สว่างอยู่ 1 ดวง มีชื่อว่า อัลดิบะแรน เราเรียกว่า ดาวตาวัว ซึ่งอยู่ตรงโหนกวัว บริเวณที่เป็นโหนกวัวเป็นกลุ่มดาวที่รู้จักดีคือ กลุ่มดาวลูกไก่

### 2.5.6.7 กลุ่มดาวคนคู่ (Gemini)

เป็นกลุ่มดาวที่ ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดใหญ่ คนไทยรู้จักกันมาตั้งแต่โบราณแล้ว เรียกกลุ่มดาวนี้ว่า ดาวโลง ประกอบไปด้วยดาวฤกษ์อย่างน้อยประมาณ 8 ดวง มีดวงที่สว่างอยู่ 2 ดวง คือ ดาวพอลลักซ์ และ ดาวคาสเตอร์

### 2.5.6.8 กลุ่มดาวสารถี (Auriga)

เป็นกลุ่มดาวเด่น ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปห้าเหลี่ยมมองเห็นได้บนท้องฟ้า การจินตนาการเป็นรูปคนขับรถค่อนข้างยาก ประกอบไปด้วยดาวฤกษ์อย่างน้อยประมาณ 5 ดวง ซึ่งจะมีดวงที่สว่างที่สุดในกลุ่มดาวนี้มีชื่อว่า คะเพลลา ซึ่งแปลว่าแพะตัวเมีย

### 2.5.6.9 กลุ่มดาวสิงโต (Leo)

กลุ่มดาวสิงห์อยู่ในซีกฟ้าด้านเหนือ ประกอบด้วยดาวฤกษ์ที่สว่างมาก 1 ดวง คือ ดาวหัวใจสิงห์ (รีกิวรัส) และ ดาวที่สว่างรองลงมาอีกอย่างน้อย 8 ดวง เรียงเป็นรูปสิงโตซึ่งกำลังหมอบอยู่ ดาวหัวใจสิงห์และดาวอีก 5 ดวง คือ ดวงที่ 5 ถึงดวงที่ 9 เรียงกันคล้ายรูปเคียวเกี่ยวข้าวหรือเครื่องหมายคำถามเขียนกลับ บริเวณหัวสิงโต ดาวดวงที่ 2, 3, 4 ประกอบ ขึ้นเป็นด้านท้ายของสิงโต โดยมีดวงที่ 2 อยู่ตรงหางสิงโต จึงมีชื่อเรียกว่า ดาวหางสิงห์ (ดาวเดเนบโบล่า)