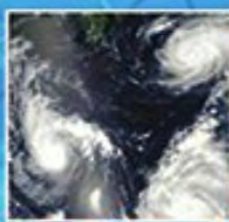
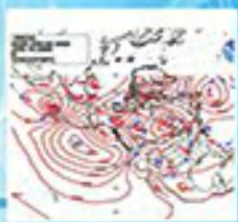


คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

เล่ม ๒



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕-๖

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑







คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม
โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๒
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

ISBN 978-974-01-9595-5

พิมพ์ครั้งที่หนึ่ง ๕,๐๐๐ เล่ม

พ.ศ. ๒๕๕๔

องค์การค้ำของ สกสค. จัดพิมพ์จำหน่าย
พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว
๒๒๔๕ ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร
มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ





ประกาศสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
เรื่อง อนุญาตให้ใช้สื่อการเรียนรู้ในสถานศึกษา

ด้วยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดทำโครงสร้างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม และจัดทำคู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม
โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้พิจารณาแล้วอนุญาตให้ใช้ในสถานศึกษาได้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๑ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๔

(นายชินภัทร ภูมิรัตน)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำนำ

คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๒ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ - ๖ นี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำขึ้นเพื่อให้ครูผู้สอนเลือกใช้ประกอบการเรียนการสอนควบคู่กับหนังสือตามโครงสร้างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม โดยให้พิจารณาเทียบเคียงกับหลักสูตรของสถานศึกษา เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล รวมทั้งข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือครูเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนบุคคลและหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้



(นายชินภัทร ภูมิรัตน)

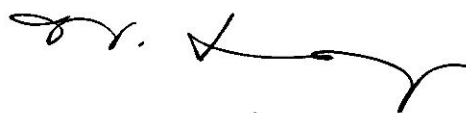
เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการ ให้ดำเนินการจัดทำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระหลัก ๘ สาระ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำหรับผู้เรียนทุกคนที่จะได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้องเหมาะสม โดยมุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๒ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ - ๖ สสวท. ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประกอบกับหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๒ ประกอบด้วยเนื้อหาความรู้ที่เป็นหลักการที่จำเป็น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสำรวจตรวจสอบ การปฏิบัติทดลอง การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย อันจะก่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้และการดำรงชีวิต ในการจัดทำคู่มือครูวิทยาศาสตร์เล่มนี้ ได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากคณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ นักวิชาการ และครูผู้สอนจากสถาบันต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือครูวิทยาศาสตร์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่ครูผู้สอน และผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะให้คู่มือครูวิทยาศาสตร์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง



(นางพรพรรณ ไวทยางกูร)

ผู้อำนวยการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

สารบัญ

	หน้า
มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6	1
ผังมโนทัศน์รายวิชาเพิ่มเติม เล่ม 2 (บรรยากาศ)	5
การจัดการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	6
สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	9
เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน	9
ผลการเรียนรู้	9
สาระสำคัญ	10
บทที่ 1 บรรยากาศ	15
1.1 องค์ประกอบของอากาศ	16
กิจกรรม 1.1 มารู้จักไอโซนกันเถอะ	17
กิจกรรม 1.2 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศ	19
1.2 ชั้นบรรยากาศ	23
กิจกรรม 1.3 การจำแนกชั้นบรรยากาศ	24
เฉลยคำถามท้ายบท	29
บทที่ 2 การหมุนเวียนของระบบลมของโลกและการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร	31
2.1 การหมุนเวียนของระบบลมของโลก	32
กิจกรรม 2.1 การเคลื่อนที่ของอากาศ	32
กิจกรรม 2.2 ความชันของอุณหภูมิ	35
กิจกรรม 2.3 แรงคอริออลิส	37
2.2 การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร	41
กิจกรรม 2.4 แบบจำลองการแบ่งชั้นน้ำ	41
กิจกรรม 2.5 การเกิดน้ำผุด	44
เฉลยคำถามท้ายบท	53

	หน้า
บทที่ 3 เมฆและการเกิดเมฆ	55
3.1 เมฆและการเกิดเมฆ	56
กิจกรรม 3.1 เมฆเกิดได้อย่างไร	57
3.2 เสถียรภาพของอากาศ	67
3.3 แนวปะทะอากาศ	72
กิจกรรม 3.2 แนวปะทะอากาศ	74
เฉลยคำถามท้ายบท	80
บทที่ 4 พายุและมรสุม	82
4.1 พายุ	83
กิจกรรม 4.1 ลักษณะอากาศระหว่างเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง	84
กิจกรรม 4.2 พายุหมุน	85
กิจกรรม 4.3 การเรียกชื่อพายุหมุนเขตร้อน	88
4.2 มรสุม	92
กิจกรรม 4.4 การเกิดมรสุม	93
กิจกรรม 4.5 เต็มข่าวเล่าเรื่อง	94
เฉลยคำถามท้ายบท	99
บทที่ 5 ความแปรปรวนของอากาศ	101
5.1 ปραกฏการณ์เอลนีโญและลานีญา	102
กิจกรรม 5.1 ผลกระทบจากเอลนีโญและลานีญา	105
5.2 ปραกฏการณ์เรือนกระจก	111
กิจกรรม 5.2 ผลกระทบจากปราคาฏการณ์เรือนกระจก	114
5.3 คลื่นความร้อน	119
เฉลยคำถามท้ายบท	129

	หน้า
บทที่ 6 พยากรณ์อากาศ	131
6.1 การตรวจอากาศ ขั้นตอนในการพยากรณ์อากาศ และวิธีการพยากรณ์อากาศ	132
6.2 แผนที่อากาศ	136
กิจกรรม 6.1 แผนที่อากาศ	137
เฉลยคำถามท้ายบท	176
บทที่ 7 ปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า	178
7.1 แสงและสมบัติทางแสง	179
7.2 สีของท้องฟ้า	181
กิจกรรม 7.1 การเปลี่ยนสีของท้องฟ้า	182
7.3 รุ้ง	186
7.4 อาทิตย์ทรงกลมและจันทร์ทรงกลม	190
7.5 มีราจ	197
กิจกรรม 7.2 การเกิดมีราจ	198
เฉลยคำถามท้ายบท	
แหล่งเรียนรู้	209
บรรณานุกรม	210
คณะกรรมการพัฒนาคู่มือครู โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6	211

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4 – 6	1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของอากาศ การแบ่งชั้นบรรยากาศ และอิทธิพลของชั้นบรรยากาศที่มีต่อโลก	- บรรยากาศ มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแก๊สในโตรเจน และแก๊สออกซิเจน สามารถแยกองค์ประกอบของอากาศได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ อากาศที่มีองค์ประกอบคงที่ และอากาศที่มีองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงได้ - การแบ่งชั้นบรรยากาศสามารถใช้เกณฑ์ได้หลายเกณฑ์ แต่เกณฑ์ที่ทางด้านอุตุนิยมวิทยาใช้ คือ เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ แบ่งเป็น โทรโพสเฟียร์ สตราโทสเฟียร์ มีโซสเฟียร์ และเทอร์โมสเฟียร์ โดยชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นล้วนมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมบนโลกทั้งสิ้น
	2. ทดลอง สืบค้น อภิปราย และอธิบายระบบลมของโลก พร้อมระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	การหมุนเวียนของระบบลมของโลกขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยแบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศแบบทั่วไป
	3. ทดลอง สืบค้น อภิปราย และอธิบายการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร พร้อมทั้งระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรมีผลต่ออุณหภูมิของอากาศ และระบบนิเวศทางทะเล โดยปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร คือ ความเค็ม ลม และอุณหภูมิ



ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	4. ทดลอง สืบค้น อภิปราย และอธิบาย การเกิดเมฆ เสถียรภาพของอากาศ และ แนวปะทะอากาศ	เมฆ เกิดจากการยกตัวของกลุ่มอากาศ ผ่าน ความสูงเหนือระดับควบแน่น และมีอุณหภูมิลด ต่ำกว่าจุดน้ำค้าง เมื่ออุณหภูมิลดลง ไอ้ น้ำ ในมวลอากาศจะควบแน่นและรวมตัวกัน เกิด เป็นเมฆ ถ้าอากาศมีเสถียรภาพที่แตกต่างกันจะ มีผลต่อการเกิดเมฆ และตามแนวปะทะอากาศ จะส่งผลต่อการเกิดเมฆในลักษณะที่แตกต่างกัน
	5. สืบค้น อภิปราย และอธิบายการเกิด พายุฝนฟ้าคะนอง ทอร์นาโด พายุหมุน เขตร้อน มรสุม ผลกระทบ และ แนวทางปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากพายุ ต่าง ๆ	<ul style="list-style-type: none"> - พายุฝนฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน และ ทอร์นาโด มีสาเหตุ กระบวนการเกิด ลักษณะ และความรุนแรงแตกต่างกัน ซึ่งมีผลกระทบต่อ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จึงควรมีวิธี ปฏิบัติตนให้ปลอดภัย - มรสุมเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ระหว่างพื้นที่ทวีปกับพื้นมหาสมุทรในแต่ละฤดู โดยมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลต่อภูมิภาคต่าง ๆ ในประเทศไทย - ร่องมรสุม เป็นแนวที่เกิดจากลมทางซีกโลก เหนือและซีกโลกใต้พัดมาบรรจบกันบริเวณ ใกล้เส้นศูนย์สูตร เกิดเป็นแนวความกดอากาศ ต่ำ ทำให้เกิดฝนตกหนัก
	6. สืบค้น อภิปราย และอธิบายการเกิด ความแปรปรวนของอากาศ และผลต่อ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	- ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา เป็น ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่เกิดจาก ความผิดปกติของลมค้าและอุณหภูมิพื้นน้ำทะเล บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทั่วโลก รวมทั้ง



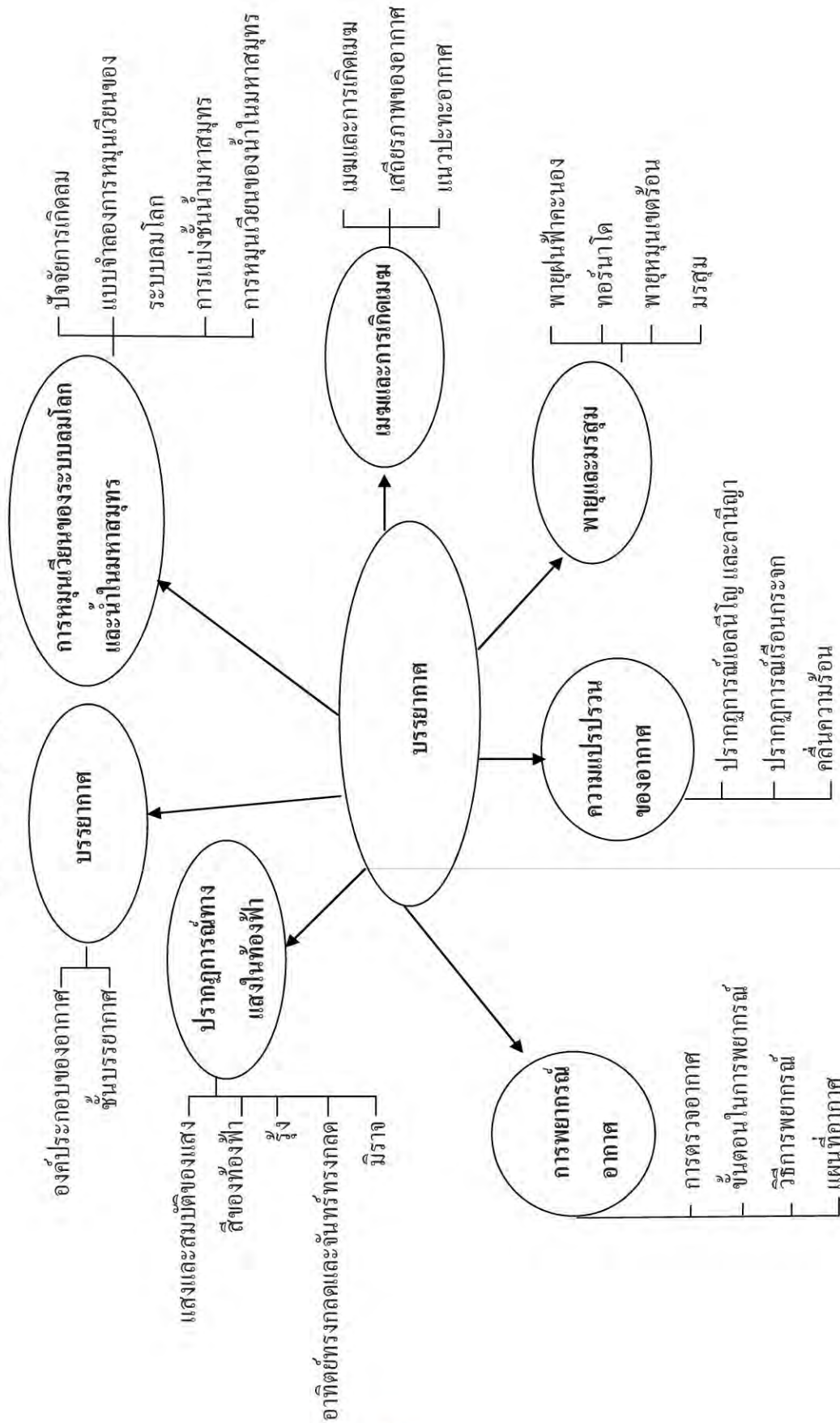
ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>ประเทศไทย</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปรากฏการณ์เรือนกระจกเป็นกระบวนการที่รังสีของดวงอาทิตย์ถูกดูดกลืนและคายความร้อนสู่บรรยากาศ โดยกลุ่มแก๊สเรือนกระจก ซึ่งมีผลต่ออุณหภูมิของโลก
	<p>7. สืบค้น อภิปราย และอธิบายการพยากรณ์อากาศ และลักษณะอากาศจากแผนที่อากาศ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - การพยากรณ์อากาศ มีขั้นตอนที่สำคัญได้แก่ การตรวจอากาศเพื่อให้ทราบสถานะ-อากาศปัจจุบัน การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการคาดหมาย ดังนั้นการพยากรณ์ภูมิอากาศจึงมีวิธีหลัก ๆ คือ การพยากรณ์โดยใช้แนวโน้มใช้ค่าทางสถิติ และการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ - ข้อมูลอากาศในแผนที่อากาศมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งจะทำให้สามารถคาดการณ์ลักษณะอากาศของแต่ละบริเวณได้
	<p>8. ทดลอง สืบค้น อภิปราย และอธิบายปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า</p>	<ul style="list-style-type: none"> - เมื่อแสงขาวจากดวงอาทิตย์กระทบ โมเลกุลของแก๊สในบรรยากาศ จะเกิดการกระเจิงของแสงออกเป็นสีที่แตกต่างกัน ทำให้มองเห็นท้องฟ้าในเวลากลางวันเป็นสีฟ้าและท้องฟ้าในยามเช้าและยามเย็นเป็นสีส้มหรือสีแดง - รุ้ง เกิดจากการหักเหของแสงในหยดน้ำในอากาศ ซึ่งจะเกิดในด้านตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์เสมอ โดยสามารถแบ่งรุ้งเป็นรุ้งปฐมภูมิ และรุ้งทุติยภูมิ - อากาศที่ทรงกลม และดวงจันทร์ทรงกลม เกิดจากการหักเหของแสงผ่านผลึกน้ำแข็งซึ่งมีอยู่มากในเมฆซีโรสเตรตัส ทำให้เกิดวงแสงสีขาว หรือมีสีรอบดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์



ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>- มิวราจ เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ที่ทำให้มองเห็นภาพในตำแหน่งที่ต่างออกไปจากตำแหน่งจริง โดยเกิดจากการหักเหของแสงผ่านอากาศที่มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน</p>



ผังโน้ตค้นคว้าวิจัยเพิ่มเติม เล่ม 2 (บรรยากาศ)



การจัดการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4

การจัดการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4 – ม.6) รายวิชาเพิ่มเติม หลักสูตร โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ใช้เวลาประมาณ 60 ชั่วโมง โดยให้โรงเรียนนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับหลักสูตรสถานศึกษา จำนวน 1.5 หน่วยกิต เพื่อให้ผู้เรียนเมื่อเรียนจบช่วงชั้นที่ 4 (ม.4 – ม.6) แล้ว จะต้องเรียนรู้ครบทั้ง 8 สาระการเรียนรู้

ดังนั้น ก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักสูตร โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ผู้สอนควรสำรวจว่าผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องต่าง ๆ เหล่านี้มาก่อน

เรื่อง	เรื่องที่ต้องเรียนรู้มาก่อน
1. บรรยากาศ - องค์ประกอบของอากาศ - ชั้นบรรยากาศ	ความรู้เดิมเรื่องบรรยากาศ ม.ต้น
2. การหมุนเวียนของระบบลมโลกและน้ำในมหาสมุทร - ปัจจัยการเกิดลม - แบบจำลองการหมุนเวียนของระบบลม โลก - การแบ่งชั้นน้ำมหาสมุทร - การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร	การหมุนรอบตัวเองและการโคจรรอบดวงอาทิตย์ ซึ่งทำให้เกิดฤดูกาล ความร้อนแรงและการเคลื่อนที่
3. เมฆและการเกิดเมฆ - เมฆและการเกิดเมฆ - เสถียรภาพของอากาศ - แนวปะทะอากาศ	ความรู้เดิมเรื่องเมฆ ม.ต้น การถ่ายโอนพลังงาน แรงและการเคลื่อนที่พลังงานความร้อน
4. พายุและมรสุม - พายุฝนฟ้าคะนอง - ทอร์นาโด - พายุหมุนเขตร้อน - มรสุม	ความรู้เดิมเรื่องพายุและมรสุม ม.ต้น



เรื่อง	เรื่องที่ต้องเรียนรู้มาก่อน
5. ความแปรปรวนของอากาศ <ul style="list-style-type: none"> - ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา - ปรากฏการณ์เรือนกระจก - คลื่นความร้อน 	ความรู้เดิมเรื่องความแปรปรวนของอากาศ ม.ต้น
6. การพยากรณ์อากาศ <ul style="list-style-type: none"> - การตรวจอากาศ - ขั้นตอนในการพยากรณ์ - วิธีการพยากรณ์ - แผนที่อากาศ 	ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศ เช่น ความกดอากาศ ความชื้น อุณหภูมิจุดน้ำค้าง เมฆ เป็นต้น
7. ปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า <ul style="list-style-type: none"> - แสงและสมบัติของแสง - สีของท้องฟ้า - รุ้ง - อาทิตย์ทรงกลมและจันทร์ทรงกลม - มิวราจ 	แสง และสมบัติของแสง ในรายวิชาฟิสิกส์

กิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มมือครู รายวิชาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เน้นกระบวนการคิด สำรองตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ประเด็นคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบ จนนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องเป็นวัฏจักรของการสืบเสาะหาความรู้ แล้วนำความรู้ที่ได้ไปอธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ ต่อไป



สำหรับสัญลักษณ์ของคำถามในบทนี้มีอยู่หลายสัญลักษณ์ซึ่งแต่ละสัญลักษณ์มีความหมายต่อไปนี้



.....
หมายถึง คำถามที่อยู่ในหนังสือเรียน และนักเรียนสามารถหาคำตอบได้จากการศึกษาและวิเคราะห์จากหนังสือเรียนหรือพื้นฐานความรู้เดิม



.....
หมายถึง คำถามที่สร้างขึ้นใหม่ในคู่มือครู สำหรับเชื่อมโยงกิจกรรมและเนื้อหาให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ในเรื่องนั้น ๆ โดยนักเรียนสามารถหาคำตอบได้จากการทำกิจกรรม ศึกษาจากหนังสือเรียน หรือสืบค้นข้อมูลแหล่งความรู้อื่น ๆ



.....
หมายถึง คำถามที่อยู่ในหนังสือเรียน โดยเน้นให้นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้อื่น ๆ



สาระที่ 6

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

บทที่ 1	บรรยากาศ	5	ชั่วโมง
บทที่ 2	การหมุนเวียนของระบบลม โลก และน้ำในมหาสมุทร	12	ชั่วโมง
บทที่ 3	เมฆและการเกิดเมฆ	8	ชั่วโมง
บทที่ 4	พายุและมรสุม	8	ชั่วโมง
บทที่ 5	ความแปรปรวนของอากาศ	8	ชั่วโมง
บทที่ 6	พยากรณ์อากาศ	9	ชั่วโมง
บทที่ 7	ปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า	10	ชั่วโมง
	รวม	60	ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของอากาศ การแบ่งชั้นบรรยากาศ และอิทธิพลของชั้นบรรยากาศที่มีต่อโลก
2. ทดลอง สืบค้น อภิปราย และอธิบายระบบลมของโลก พร้อมทั้งระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ทดลอง สืบค้น อภิปราย และอธิบายการหมุนเวียนของกระแส น้ำในมหาสมุทร พร้อมทั้งระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
4. ทดลอง สืบค้น อภิปราย และอธิบายการเกิดเมฆ เสถียรภาพของอากาศ และแนวปะทะอากาศ
5. สืบค้น อภิปราย และอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ทอร์นาโด พายุหมุนเขตร้อน มรสุม ผลกระทบและแนวทางปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากพายุต่าง ๆ
6. สืบค้น อภิปราย และอธิบายการเกิดความแปรปรวนของอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. สืบค้น อภิปราย และอธิบายการพยากรณ์อากาศ และลักษณะอากาศจากแผนที่อากาศ
8. ทดลอง สืบค้น อภิปราย และอธิบายปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า



สาระสำคัญ

บรรยากาศ คือ อากาศที่ห่อหุ้มโลกของเราอยู่ มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแก๊สในโตรเจนและแก๊สออกซิเจน สามารถแยกองค์ประกอบของอากาศได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ อากาศที่มีองค์ประกอบคงที่ และอากาศที่มีองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงได้ เราสามารถแบ่งชั้นบรรยากาศได้โดยใช้เกณฑ์หลายเกณฑ์ แต่เกณฑ์ที่ทางด้านอุตุนิยมวิทยาใช้ คือ เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามระดับความสูง ซึ่งแบ่งได้เป็น โทรโพสเฟียร์ สตราโทสเฟียร์ มีโซสเฟียร์ และเทอร์โมสเฟียร์ โดยชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นล้วนมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมบนโลกทั้งสิ้น

การหมุนเวียนของระบบลมของโลก เกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศของสองบริเวณ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศจากบริเวณความกดอากาศสูงไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำ เกิดเป็นลมพัดจากบริเวณขั้วโลกไปยังบริเวณศูนย์สูตร แต่เนื่องจากมีปัจจัยสำคัญหลายปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของระบบลมของโลก ทำให้มีการหมุนเวียนของลมแตกเป็นส่วนย่อย ๆ หลายส่วน

การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรมี 2 รูปแบบ คือ การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้า เกิดจากอิทธิพลของลมที่พัดเหนือผิวน้ำ ได้แก่ ลมค้าบริเวณศูนย์สูตร และลมตะวันตกบริเวณละติจูด 30 องศาเหนือและใต้ รวมทั้งแรงคอริโอลิส เป็นผลให้เกิดกระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็น และการหมุนเวียนอีกรูปแบบ คือ การหมุนเวียนของกระแสน้ำลึก เกิดจากอิทธิพลความแตกต่างของอุณหภูมิ และความเค็ม

เมฆเป็นกลุ่มละอองน้ำหรือผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กจำนวนมากที่ลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งเกิดจากการยกตัวของกลุ่มอากาศ ผ่านความสูงเหนือระดับควบแน่น และมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้าง เมื่ออุณหภูมิลดลงพอเหมาะไอน้ำในมวลอากาศนั้นจะควบแน่นทำให้ละอองน้ำเปลี่ยนขนาดและรวมตัวกันเกิดเป็นเมฆ หากอากาศมีเสถียรภาพแตกต่างกัน จะส่งผลกระทบต่อส่งเสริมหรือยับยั้งให้กลุ่มอากาศเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงในแนวตั้งจึงมีผลต่อการเกิดเมฆ เราอาจแบ่งประเภทของเมฆได้ตามรูปร่างลักษณะของเมฆ และความสูงของฐานเมฆ โดยในบริเวณรอยต่อของมวลอากาศที่มีสมบัติแตกต่างกัน หรือตามแนวปะทะอากาศนั้น จะพบการเกิดเมฆในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

พายุฝนฟ้าคะนองก่อตัวเมื่ออากาศร้อน มีความชื้นมาก และอากาศไม่มีเสถียรภาพ โดยเริ่มก่อตัวจากเมฆคิวมูลัส แล้วขยายตัวเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัส ในช่วงที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองที่มี



ความรุนแรงในบางพื้นที่อาจเกิดทอร์นาโดร่วมด้วย ซึ่งมักเกิดในที่ราบตอนกลางของสหรัฐอเมริกา ระหว่างเทือกเขาร็อกกีและแม่น้ำมิสซิสซิปปี ทอร์นาโดมีความเร็วที่จุดศูนย์กลางสูงกว่าพายุหมุนอื่น ๆ เกิดได้ทั้งบนบกและในน้ำ หากเกิดในน้ำจะเรียกว่านาคเล่นน้ำ ส่วนพายุหมุนเขตร้อนพัฒนาจากหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงเหนือทะเล และมหาสมุทรในเขตร้อน มีปัจจัยสำคัญในการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน คือ หย่อมความกดอากาศต่ำบนพื้นน้ำ อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลสูงกว่า 26 องศาเซลเซียส มีการไหลเวียนเข้าหาศูนย์กลางของลมในระดับต่ำ มีการไหลเวียนออกจากกันของลมในระดับสูง และในบรรยากาศมีความชื้นสูง

มรสุมเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิของพื้นที่ทวีปกับพื้นมหาสมุทรในแต่ละฤดู โดยในฤดูหนาว อุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นทวีปจะต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นมหาสมุทร เกิดการหมุนเวียนของลมออกจากพื้นทวีปไปยังพื้นมหาสมุทร และลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จึงเรียกว่า มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในฤดูร้อน การหมุนเวียนของลมจะมีทิศตรงกันข้ามและพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ เรียกว่า มรสุมตะวันตกเฉียงใต้

การพยากรณ์อากาศมี 3 ขั้นตอนสำคัญ คือ การตรวจอากาศ การสื่อสารเพื่อรวบรวมข้อมูล ผลการตรวจอากาศ และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการคาดหมาย ข้อมูลสำคัญที่นักพยากรณ์อากาศใช้ประกอบการพิจารณา คือ แผนที่อากาศผิวพื้น แผนที่ลมชั้นบนในระดับต่าง ๆ และข้อมูลจากผลการตรวจอื่น ๆ ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศผิวพื้นต่าง ๆ จะนำมาแสดงในแผนที่อากาศในรูปแบบสัญลักษณ์หรือตัวเลข แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ลักษณะอากาศในบริเวณกว้างได้

ปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้าที่เราพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การเปลี่ยนสีของท้องฟ้า รุ้ง อาทิตย์ทรงกลดและจันทร์ทรงกลด และมิราจ เกิดจากการที่แสงจากดวงอาทิตย์เกิดการกระเจิง การหักเห และการสะท้อนของแสงกับองค์ประกอบต่าง ๆ ในอากาศ เช่น อนุภาคของแก๊ส หยดน้ำ และผลึกน้ำแข็ง เป็นต้น ซึ่งแต่ละปรากฏการณ์มีกลไกการเกิดที่แตกต่างกัน โดยการเปลี่ยนสีของท้องฟ้าจะเกี่ยวข้องกับการกระเจิงของแสงในบรรยากาศ รุ้ง อาทิตย์ทรงกลด และจันทร์ทรงกลดเกิดจากการหักเหของแสงในหยดน้ำและผลึกน้ำแข็งในอากาศ ตามลำดับ ส่วนมิราจหรือการเกิดภาพลวงตา เกิดจากการหักเหของแสงผ่านอากาศที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน



รายการวัสดุ-อุปกรณ์

วัสดุ-อุปกรณ์

รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
1 กระดาษปรู๊ฟ	1 แผ่น
2 ปากกาเมจิก	1 ชุด
3 ใบความรู้เรื่องชั้นบรรยากาศ	1 ชุด
4 ขวดพลาสติกใสขนาดใหญ่หรือกลาง	2 ขวด
5 ฐูป	1 ก้าน
6 น้ำแข็งและน้ำร้อน	2 แก้ว
7 แผ่นใส	1 แผ่น
8 ลูกโลกจำลอง	1 ใบ
9 ใบบันทึกการเรียนรู้ของฉัน	1 ใบ
10 กล่องพลาสติกใสทรงสี่เหลี่ยมก้นด้วยแผ่นพลาสติก	1 ชุด
11 ดินน้ำมัน	1 ก้อน
12 สีผสมอาหาร 2 สี	1 ชุด
13 หลอดหยด	1 หลอด
14 หลอดพลาสติกกึ่งอ	1 หลอด
15 แผนที่โลก	1 ใบ
16 ภาชนะใสทรงกระบอกหรือแก้วน้ำขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5-10 เซนติเมตร สูง 10-15 เซนติเมตร	1 ใบ
17 ภาชนะลักษณะแบน เช่น จานขนาดเล็ก กระจก-นาฬิกา	1 ใบ
18 ไม้ขีดไฟ	1 กล่อง
19 นมจืด	1 กล่อง
20 น้ำ	1 ถัง
21 ตู้ปลา	1 ใบ



รายการ	ปริมาณ/กลุ่ม
22 ไฟฉาย	1 กระบอก
23 แท่งแก้ว	1 อัน
24 ชุดอุปกรณ์การเกิดมิราจ	1 ชุด
25 ภาพที่ใช้ติดบนชุดอุปกรณ์ เช่น ภาพต้นไม้	1 ภาพ
26 เทปใส	1 อัน
27 หลอดฉีดยา	1 อัน
28 น้ำผสมสี	1 แก้ว

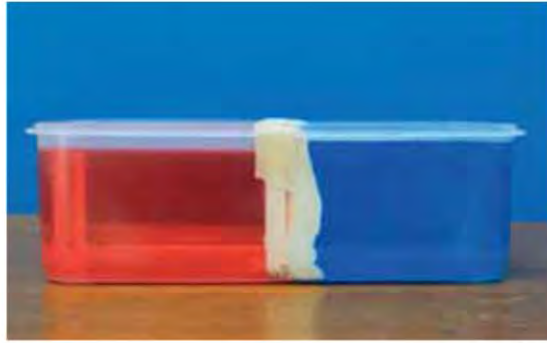


อุปกรณ์ทดลอง การเคลื่อนที่ของอากาศ และความชื้นของอุณหภูมิ

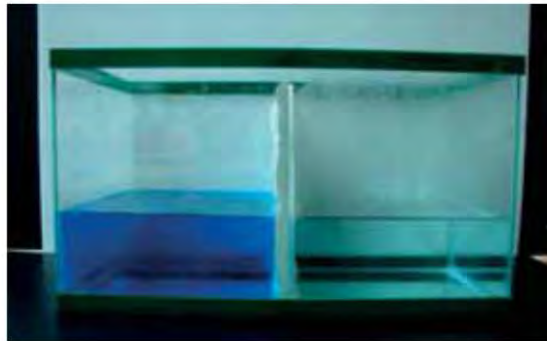


อุปกรณ์ทดลอง การเกิดน้ำฝน





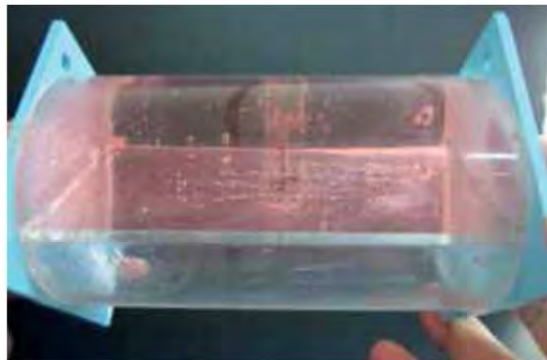
อุปกรณ์ทดลอง แบบจำลองการแบ่งชั้นน้ำ



อุปกรณ์ทดลอง แนวปะทะอากาศ



อุปกรณ์ทดลอง การเปลี่ยนสีของทองไฟฟ้า



อุปกรณ์ทดลอง การเกิดมิมิราจ

บทที่ 1

บรรยากาศ



เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

1. องค์ประกอบของอากาศ	3	ชั่วโมง
2. ชั้นบรรยากาศ	2	ชั่วโมง
รวม	5	ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้ บทที่ 1

1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของอากาศ และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของอากาศ
2. อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของอากาศบางชนิดที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
3. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับการแบ่งชั้นบรรยากาศ และอิทธิพลของชั้นบรรยากาศที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม



สาระสำคัญ

บรรยากาศ คือ อากาศที่ห่อหุ้มโลกของเราอยู่ มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแก๊ส ไนโตรเจน และแก๊สออกซิเจน สามารถแยกองค์ประกอบของอากาศได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ อากาศที่มีองค์ประกอบคงที่ และอากาศที่มีองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงได้ เราสามารถแบ่งชั้นบรรยากาศได้โดยใช้เกณฑ์หลายเกณฑ์ แต่เกณฑ์ที่ทางด้านอุตุนิยมวิทยาใช้ คือ เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามระดับความสูง ซึ่งแบ่งได้เป็น โทรโพสเฟียร์ สตราโทสเฟียร์ มีโซสเฟียร์ และเทอร์โมสเฟียร์ โดยชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นล้วนมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมบนโลกทั้งสิ้น

แนวการจัดการเรียนรู้

1.1 องค์ประกอบของอากาศ

ขั้นนำ (30 นาที)

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเขียนสิ่งที่รู้เกี่ยวกับบรรยากาศและอากาศใส่แผ่นกระดาษเล็ก ๆ แผ่นละ 1 ประเด็น
2. ให้แต่ละกลุ่มสลับกันอ่านข้อมูลของกลุ่มตนเองแล้วนำไปติดไว้ที่กระดาน ถ้าข้อมูลของกลุ่มใดซ้ำกันไม่จำเป็นต้องนำไปติด
3. ระหว่างที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้นั้น ครูควรตรวจสอบว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องดังกล่าวหรือไม่ ถ้ามีให้แยกข้อมูลนั้นไว้เพื่อนำมาอภิปรายหลังจากทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในคู่มือครู แต่ถ้าไม่มีในกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในคู่มือครู ครูควรจัดกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ใหม่

ขั้นสอน (2 ชั่วโมง)

4. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม จากนั้นเล่นเกมหาองค์ประกอบของอากาศ โดยให้นักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งจับฉลากที่แสดงองค์ประกอบของอากาศ แล้วแสดงให้เพื่อนฝ่ายตรงข้ามพิจารณาตามความคิดของตนเอง ในประเด็นที่กำหนดให้ด้านล่าง แล้วนำไปติดไว้ในตารางที่ครูเขียนไว้บนกระดาน ทำเช่นเดิมสลับกันจนครบทุกองค์ประกอบ

- สิ่งที่แสดงเป็นองค์ประกอบที่คงที่ หรือองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงได้ (ให้ครูพิจารณาคำตอบนักเรียนตามตาราง 1.1)
- นักเรียนรู้จักสิ่งเหล่านั้นในด้านใด

แนวคำตอบ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช เป็นแก๊สเรือนกระจก เป็นต้น



ตัวอย่างตาราง

องค์ประกอบของอากาศ	องค์ประกอบที่คงที่	องค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลง

5. ก่อนที่จะให้นักเรียนเล่นเกม ครูควรอธิบายคำว่า องค์ประกอบที่คงที่ หมายถึง องค์ประกอบของอากาศที่มีปริมาณที่แน่นอนไม่ว่าจะอยู่บริเวณใดของโลก ส่วนองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงได้ หมายถึง องค์ประกอบของอากาศที่มีปริมาณไม่แน่นอนสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย

6. ครูนำฉลากไอโซนซึ่งเป็นองค์ประกอบของอากาศชนิดหนึ่งมาแสดงให้นักเรียนดู (ฉลากนี้ไม่ได้บรรจุไว้ในกล่องที่ให้นักเรียนทำกิจกรรม) แล้วให้นักเรียนทำตามกิจกรรม 1.1 มารู้จักไอโซนกันเถอะ

กิจกรรม 1.1 มารู้จักไอโซนกันเถอะ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับความหมาย ประโยชน์ และโทษของไอโซน

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ – อุปกรณ์

1. กระดาษปฐพี
2. ปากกาเมจิก
3. บทความเรื่องสุดไอโซนกันเถอะ

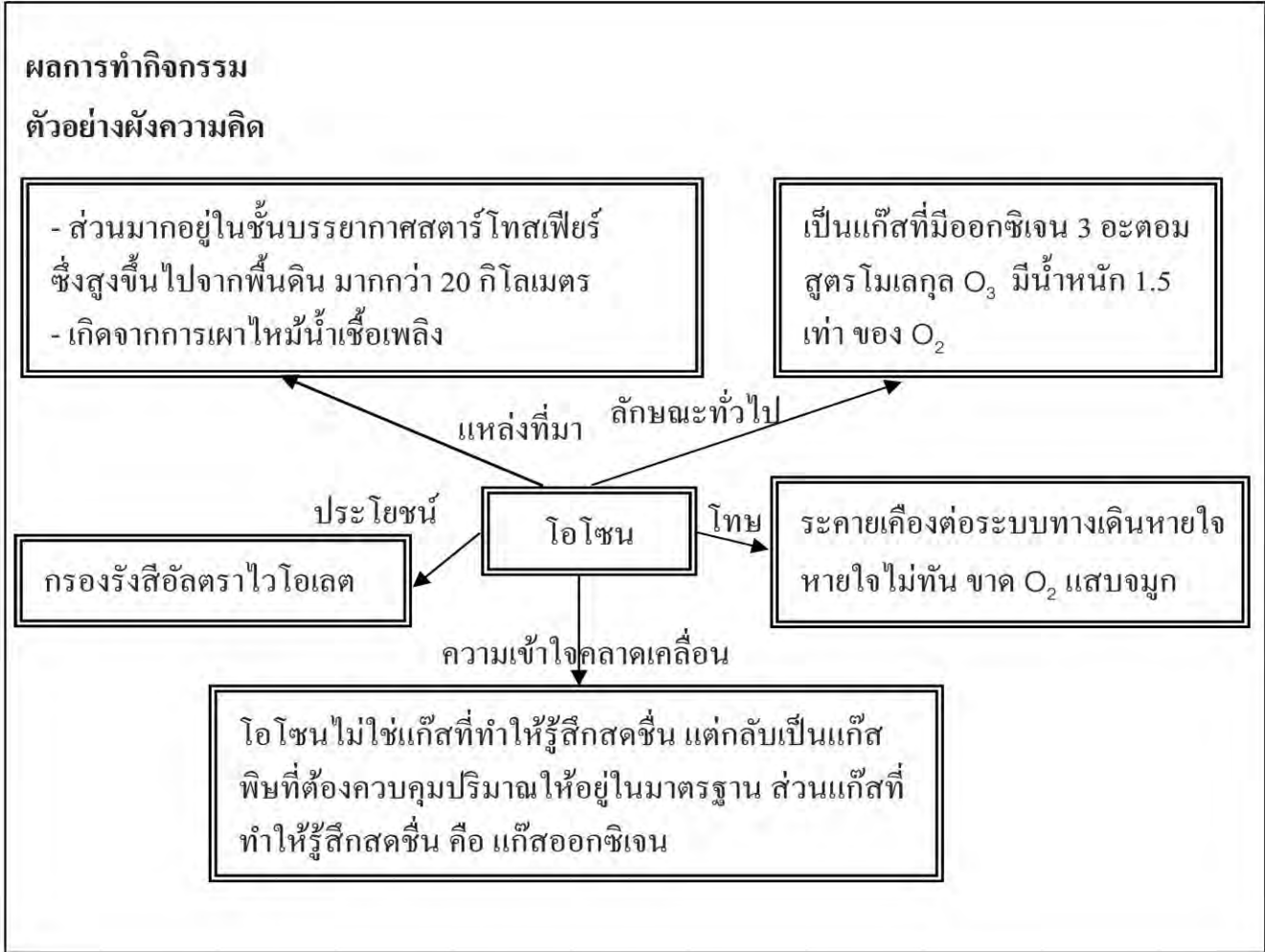
วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับคำพูดที่ว่า “ไปสุดไอโซนที่ชายทะเลกันเถอะ” และนักเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับไอโซน พร้อมเขียนผังความคิดเกี่ยวกับไอโซน

2. ให้นักเรียนอ่านบทความเรื่อง สุดไอโซนกันเถอะ และร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปรายถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ไอโซนหลังจากที่ได้อ่านบทความ แล้วปรับปรุงผังความคิดเกี่ยวกับ ไอโซนให้สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าหลังจากศึกษาบทความ นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับ ไอโซนที่เปลี่ยนแปลงไปหรือมีความรู้เพิ่มเติมในด้านใดบ้าง





7. ให้นักเรียนศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้จากตัวอย่าง หน้า 6 แล้วร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

เพราะเหตุใดในชั้นบรรยากาศสูง ๆ จึงเกือบไม่มีไอน้ำอยู่
แนวคำตอบ เพราะน้ำในบรรยากาศเกิดจากการระเหยของน้ำบนพื้นโลก และการคายน้ำของพืช เมื่อพัดขึ้นสู่บรรยากาศด้านบนซึ่งมีอุณหภูมิต่ำจะกลั่นตัวกลับมาเป็นหยาดน้ำฟ้า โดยกระบวนการเหล่านี้จะเกิดอยู่ในระดับต่ำกว่า 10 กิโลเมตร)

นอกจากปัจจัยดังที่กล่าวข้างต้น นักเรียนคิดว่าไอน้ำ และ โอโซน สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามปัจจัยใดอีกบ้าง

แนวคำตอบ เปลี่ยนแปลงตามสถานที่ เวลา และกิจกรรมของมนุษย์

8. ให้นักเรียนทำกิจกรรม 1.2 เพื่อวิเคราะห์ว่าองค์ประกอบของอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ อื่น ๆ มีการเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยใดบ้าง



กิจกรรม 1.2 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

วิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศ

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

1. กระดาษปฐพี
2. ปากกาเมจิก

วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนสืบค้น วิเคราะห์ และร่วมกันอภิปรายว่า นอกจากไอน้ำ และโอโซน องค์ประกอบของอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ อื่น ๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ แอมโมเนีย ผุ่น ฯลฯ มีการเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยใดได้บ้าง และเปลี่ยนแปลงอย่างไร
2. สรุปความรู้ และนำเสนอต่อชั้นเรียน

ผลการทำกิจกรรม

แนวผลการสืบค้นข้อมูล

แก๊สคาร์บอน ไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเกิดจากธรรมชาติและฝีมือมนุษย์ ดังนั้นจึงเปลี่ยนแปลงได้จากหลายกิจกรรม เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง และการตัดไม้ทำลายป่า ซึ่งถือว่าเป็นตัวการสำคัญที่สุด เนื่องจากต้นไม้และป่าไม้มีคุณสมบัติที่ดี คือ ดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ก่อนที่จะขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ดังนั้นเมื่อพื้นที่ป่า ลดน้อยลง ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จึงสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศได้มากขึ้น

ขั้นสรุป (30 นาที)

9. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของอากาศ โดยใช้คำถามต่อไปนี้



อากาศมีองค์ประกอบส่วนใหญ่คืออะไร และสามารถแบ่งกลุ่มองค์ประกอบของอากาศได้อย่างไร

แนวคำตอบ องค์ประกอบส่วนใหญ่ของอากาศ คือ ไนโตรเจน และออกซิเจน โดยสามารถแบ่งองค์ประกอบของอากาศได้เป็น 2 ประเภท คือ องค์ประกอบคงที่ และองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงได้





องค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงได้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามปัจจัยใดบ้าง

แนวคำตอบ ความสูง ละติจูดและฤดูกาล เวลา และสถานที่



องค์ประกอบของบรรยากาศที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลต่อสภาพอากาศหรือไม่อย่างไร

แนวคำตอบ ส่งผล เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ สาร CFCs ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจก ถ้ามีในปริมาณมากจะก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน หรือ ฝุ่นละอองในอากาศ ถ้ามีปริมาณมากจะส่งผลต่อทัศนวิสัย และสุขภาพของมนุษย์

10. ในกรณีที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในช่วงนำเข้าสู่บทเรียน ให้ครูนำข้อมูลนั้นมาแก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อนอีกครั้ง

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1. ควรเตรียมสลากแสดงองค์ประกอบของอากาศ โดยพิจารณาจากตารางในหนังสือเรียน หน้า 2 แต่ไม่ต้องนำสลากไอโซนใส่รวมกับสลากขององค์ประกอบอื่น ๆ
2. ควรศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแก๊สอื่น ๆ เพื่อใช้ในการร่วมอภิปรายกับนักเรียนในข้อ 4

เอกสารประกอบการสอน

บทความเรื่อง สูดไอโซนกันเถอะ

ไปสูด ไอโซนที่ชายทะเลกันเถอะ คงได้ยินประโยคนี้อันบ่อย ๆ ช่วงหน้าร้อนบ้านเราที่คนเมืองหลวงอยากจะไปรับอากาศบริสุทธิ์ หลังจากที่ต้องทนสูดดมอากาศเหม็น ๆ นำอึดอัดกันอยู่ทุกวัน ท่านทราบหรือไม่ว่าอันที่จริงทุกวันนี้ไอโซนในกรุงเทพมหานครเอง มีปริมาณสูงกว่าที่ท่านจะหาได้จากอากาศชายทะเลเสียอีก ทำไมต้องสูดไอโซน คำว่าไอโซนไม่ใช่ศัพท์ภาษาไทยมาแต่เดิม แต่เป็นคำที่ทับศัพท์มาจากภาษาอังกฤษที่เขียนว่า Ozone ความหมายถึงสารเคมีชนิดหนึ่งซึ่งประกอบไปด้วยออกซิเจนสามอะตอมในหนึ่งโมเลกุล โดยทั่วไปไอโซนอยู่ในสถานะแก๊สมืออยู่มากในบรรยากาศชั้นสูงเหนือพื้นดินขึ้นไปกว่า 20 กิโลเมตร (ชั้นสตราโทสเฟียร์) และมีบทบาทสำคัญในการกรองเอรังสีเหนือม่วง (อัลตราไวโอเล็ต) ออกจากรังสีแสงอาทิตย์ อันเท่ากับเป็นการป้องกันอันตรายของรังสีพลังงานสูงดังกล่าวที่อาจจะทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และพืชส่วนมากบนโลก

ในยุคสมัยที่เริ่มมีการทดลองทางเคมีและเกิดการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ในทวีปยุโรป ช่วงเวลาที่นำต้นตอขึ้นเป็นครั้งแรก ๆ ที่คนเราเริ่ม รู้จักปฏิกิริยาเคมีของสารต่าง ๆ ผ่านการทดลองในห้องแล็บ (ห้องปฏิบัติการ) ราชสมาคมเคมีของอังกฤษมีการประชุมประจำสัปดาห์ ซึ่งเป็นที่ที่



บรรดานักเคมีต่างมาประกวดประชัน นำเสนอการค้นพบใหม่ ๆ ของตน สัปดาห์หนึ่ง เซอร์ฮัมฟรีย์ เดวีส์ นำเอาหลอดแก้วบรรจุของเหลวจำนวนหนึ่งเข้ามาแล้วผสมสารนั้นจากหลอดหนึ่งสู่อีกหลอดหนึ่ง สุดท้ายก่อให้เกิดแก๊สไร้สี ซึ่งท่านได้สาธิตดมให้ทุกคนเห็นว่าหลังจากสูดเข้าไปแล้ว ใบหน้าที่เครื่องเคี้ยวเคี้ยวของทานั้นกลับเกิดรอยยิ้มและแววตาขำขัน ทุกคนปรากฏอาการเดียวกันเมื่อสูดหายใจเอาแก๊สนั้นเช่นกัน จากนั้นท่านจึงแสดงสูตรเคมีที่เขียนขึ้นมาได้จากการคำนวณน้ำหนักตามวิธีการที่พัฒนาขึ้นมานับแต่สมัยของ จอห์น ดาลตันและนักวิทยาศาสตร์อีกหลายคน ผลปรากฏว่าแก๊สที่ก่อให้เกิดอารมณ์ ชื่นบานแม้จะทำให้เสบบวมก้นน้อย ๆ นั้น มีน้ำหนัก 1.5 เท่าของแก๊สติดไฟได้ที่มีอยู่ทั่วไปในบรรยากาศ ซึ่งมีผู้พบก่อนหน้าแล้ว และได้ชื่อว่า ออกซิเจน ที่ประชุมได้ลงมติกันในท้ายที่สุดว่าให้เรียกแก๊สที่พบใหม่นี้ว่า โอโซน นี่เองเป็นที่มาของกิตติศัพท์ อันเลื่องลือของการที่คนในเมืองน่าจะไปสูดโอโซนกัน ไม่แน่ว่ามีการพิสูจน์ในยุคสมัยนั้นหรือไม่ว่าปริมาณแก๊สโอโซนชายฝั่งอังกฤษนั้นสูงกว่าในเมืองหรืออย่างไร

อย่างไรก็ตาม โอโซน ถูกเอามาเรียกเป็นสำนวนเล่นกัน จนกระทั่งวันหนึ่งในฤดูร้อนของนครแห่งเทพ (Los Angeles) บนชายฝั่งตะวันตกของประเทศที่กำลังเติบโตอย่างรวดเร็วจนมีความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจอย่างสหรัฐอเมริกา ท้องฟ้าโปร่งใส แสงแดดจ้า ผู้คนพากันออกมานอกบ้านด้วยเห็นว่าเป็นวันอากาศดี แต่แล้วในชั่วโหมงนั่นเอง โรงพยาบาลก็ได้รับแจ้งเหตุว่ามีผู้ป่วยด้วยอาการหายใจไม่ออก น้ำตาไหลพราก และถูกนำส่งห้องฉุกเฉิน โดยเร็วจำนวนหลายสิบลายทำให้เกิดมีการประกาศเตือนถึงภัยร้ายที่ไม่เคยตระหนักกันมาก่อน Dr. Haagen – Smith นักวิจัยแห่งมหาวิทยาลัย Caltech ได้ทำการทดลองหาสาเหตุเป็นเวลาสองปีจึงได้ข้อสรุปว่าแก๊สที่เป็นสาเหตุของอาการเจ็บป่วยดังกล่าวคือ โอโซนและสารในกลุ่มปฏิกิริยาต้นกำเนิดซึ่งมีต้นตอมาจากแก๊สที่ปล่อยจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงรถยนต์ อันมีจำนวนมากและติดกันแน่นขนัดบนถนนในเมืองและรอบเมือง สภาพบรรยากาศที่มีห่อหุ้มความกดอากาศสูงปกคลุม ทำให้ฟ้าไร้เมฆและแทบไม่มีลมพัดไหวเป็นสูตรสำเร็จที่ลงตัวสำหรับปฏิกิริยาสร้างโอโซนและสารอื่น ๆ ซึ่งเมื่อประกอบกับภาวะความชื้นที่พอเหมาะก็จะเกิดกลิ่นตัวเป็นอนุภาคแขวนลอยในบรรยากาศ ทำให้ทัศนวิสัยพร่ามัว และเมื่อแก๊สเหล่านั้นสัมผัสดวงตาและถูกสูดเข้าไปในปอด ก็ก่อให้เกิดอาการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจโดยเฉียบพลันแทนที่เมื่อสูดโอโซนเข้าไปแล้วจะชื่นบานขำขัน กลับกลายเป็นหายใจไม่ทัน ขาดออกซิเจน โอโซนความเข้มข้นสูงใกล้ผิวคนเป็นปัญหาที่เริ่มรู้จักกันมาจากฝั่งตะวันตกออกรีสอร์ทฝั่งตะวันออก และลุกลามข้ามมหาสมุทรมาฝั่งทวีปยุโรป ที่ใดก็ตามที่มีความเจริญทางอุตสาหกรรมและมีผู้ใช้ยานพาหนะรถยนต์ ซึ่งอาศัยน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นหลัก ปัญหามลพิษอากาศเนื่องจากโอโซนรวมทั้งแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจน ซึ่งเป็นทั้งตัวตั้งต้นและตัวอันตรายเช่นกันนั้น ก็ล้วนเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว



จนล่าสุด ข้อมูลการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ ก็บ่งบอกว่ากรุงเทพมหานคร ซึ่งติดอันดับโลกทั้งด้านความหนาแน่นประชากรและสถานะการจราจรติดขัด ก็เจอปัญหาค่าโอโซนในบรรยากาศทั่วไปสูงเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศรายชั่วโมง ซึ่งเราได้ประกาศเป็นเกณฑ์ไว้เหมือนกันแล้วจะทำอย่างไรต่อออกไป สูดโอโซนกันเสียให้เต็มปอด เพื่อจะได้รับรู้ถึงความจริงแล้วลองเริ่มต้นคิดกันดีไหมว่าจะป้องกันอย่างไร ทุกวันนี้ในทวีปยุโรปและอเมริกาเหนือ เขามีระบบเตือนภัย โดยอาศัยฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษที่เชื่อมโยงกันอยู่กับฐานข้อมูลการจราจร ซึ่งเป็นตัวแปรหลักของต้นกำเนิดโอโซนจากกิจกรรมของมนุษย์ นอกเหนือจากนี้เขายังมีการเก็บข้อมูลแหล่งกำเนิดสารตั้งต้นอื่น ๆ ที่เกิดตามธรรมชาติ ทั้งพื้นที่ป่าสนซึ่งปล่อยแก๊สอินทรีย์ระเหยง่ายอย่าง เทอปีน (Terpene) หรือที่ลุ่มชื้นแฉะที่ปล่อยแอมโมเนียและสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งล้วนเป็นเครื่องปรุงรสคลุกเคล้ารวมกันเป็น โอโซน แบบจำลองคณิตศาสตร์มีหน้าที่จำลองการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการส่งผ่านแก๊สต่าง ๆ เหล่านั้นทั้งโดยการพัดพาของลมและการหมุนวนหรือตกสู่พื้นดินซึ่งถูกจำลองขึ้นมาโดยใช้แบบจำลองอคูนิยมวิทยาเดียวกับที่ใช้พยากรณ์การเกิดพายุฝนหรือทอร์นาโด

บทความ “สูดโอโซนกันเถอะ” ดร.วนิดา สุรพิพิช (<http://aqnis.pcd.go.th/tapce/O3.html>)

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

องค์ประกอบของอากาศ นอกจากไอน้ำ และ โอโซน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ ยังมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ มีเทน และสารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเกิดจากธรรมชาติและฝีมือมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง และการตัดไม้ทำลายป่า ซึ่งถือว่าเป็นตัวการสำคัญที่สุด เนื่องจากต้นไม้และป่าไม้มีคุณสมบัติที่ดี คือ ดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ก่อนที่จะขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ดังนั้นเมื่อพื้นที่ป่าลดน้อยลง ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จึงสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศได้มากขึ้น

2. แก๊สมีเทน

แหล่งกำเนิดของแก๊สมีเทนมีอยู่มากมายทั้งในธรรมชาติ และที่เกิดจากฝีมือมนุษย์ เช่น จากแหล่งนาข้าว จากการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิต จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน น้ำมัน และแก๊สธรรมชาติ โดยเฉพาะการเผาไหม้ที่เกิดจากธรรมชาติ และเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆ สามารถทำให้เกิดแก๊สมีเทนในบรรยากาศสูงถึง 20% ของแก๊สมีเทนในชั้นบรรยากาศทั้งหมด



3. แก๊สไนตรัสออกไซด์

แหล่งกำเนิดแก๊สไนตรัสออกไซด์คืออุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในขบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยในลอน อุตสาหกรรมเคมี หรืออุตสาหกรรมพลาสติกบางชนิด เป็นต้น แม้ว่าแก๊สไนตรัสออกไซด์ที่เกิดจากธรรมชาติจะมีอยู่มากในภาวะปกติก็ตาม แต่อัตราการเพิ่มปริมาณดังกล่าวก็จัดอยู่ในภาวะที่สมดุลในธรรมชาติ ส่วนแก๊สไนตรัสออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากฝีมือมนุษย์นั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นับตั้งแต่เริ่มมีอุตสาหกรรมเกิดขึ้นถึงปัจจุบัน

4. แก๊สที่มีสารประกอบคลอโรฟลูออโรคาร์บอน

แก๊สที่มีสารประกอบพวกคลอโรฟลูออโรคาร์บอนมีแหล่งกำเนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม และอุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ แม้ว่าแก๊สประเภทนี้จะมีปริมาณลดลง 40% เมื่อเทียบกับสิบกว่าปีก่อนหน้านี้ตามมาตรการควบคุมโดยสนธิสัญญามอนทรีออล (Montreal Protocol) แต่ปริมาณแก๊สคลอโรฟลูออโรคาร์บอนที่ยังมีสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศโดยฝีมือมนุษย์

1.2 ชั้นบรรยากาศ

ชั้นนำ (10 นาที)

1. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ถ้าพูดถึงชั้นบรรยากาศนักเรียนจะนึกถึงหรือเปรียบเทียบกับสิ่งใด เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

ชั้นสอน (1.5 ชั่วโมง)

2. ให้นักเรียนทำกิจกรรม 1.3 เรื่องการจำแนกชั้นบรรยากาศ เพื่อศึกษาว่า สามารถแบ่งชั้นบรรยากาศได้กี่ชั้น ใช้เกณฑ์ใดในการแบ่ง และชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นมีประโยชน์อย่างไร



กิจกรรม 1.3 การจำแนกชั้นบรรยากาศ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

วิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายความแตกต่างของชั้นบรรยากาศ และเกณฑ์ในการจำแนกชั้นบรรยากาศ

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ - อุปกรณ์

1. กระดาษปฐพี
2. ปากกาเมจิก
3. ใบความรู้เรื่องชั้นบรรยากาศ

วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความแตกต่างของชั้นบรรยากาศจากใบความรู้แล้วพิจารณาว่าการแบ่งชั้นบรรยากาศดังกล่าวน่าจะใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก
2. สรุปความรู้ และนำเสนอต่อชั้นเรียน

ผลการทำกิจกรรม

จากใบความรู้เรื่องชั้นบรรยากาศ เกณฑ์ที่ใช้มีดังนี้

1. เกณฑ์อุณหภูมิตามระดับความสูง แบ่งเป็น โทรโพสเฟียร์ สตราโทสเฟียร์ มีโซสเฟียร์ และเทอร์โมสเฟียร์
2. เกณฑ์องค์ประกอบของแก๊สหรืออนุภาคในชั้นบรรยากาศ แบ่งเป็น โทรโพสเฟียร์ โอโซนสเฟียร์ ไอโอโนสเฟียร์ และเอกโซสเฟียร์


3. ให้นักเรียนศึกษาการแบ่งชั้นบรรยากาศตามเกณฑ์อุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา ในหน้า 9-12 ให้ละเอียดพร้อมกับตอบคำถาม ดังนี้



อุณหภูมิสูงสุดในชั้นสตราโทสเฟียร์มีค่าประมาณเท่าไร


แนวคำตอบ ประมาณ 0 องศาเซลเซียส ถึงแม้ในชั้นนี้จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามความสูงหรือที่เรียกว่า Inversion ซึ่งเป็นผลมาจากแก๊สโอโซนดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตทำให้อุณหภูมิในชั้นนี้สูงขึ้น หากไม่มีแก๊สโอโซนก็จะทำให้อุณหภูมิลดลงตามความสูง



 เพราะเหตุใดในชั้นสตราโทสเฟียร์จึงไม่มีฝน ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และพายุ เกิดขึ้น
แนวคำตอบ เนื่องจากในชั้นบรรยากาศนี้เริ่มมีอากาศเบาบางลง และมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิตามความสูง (inversion) ทำให้อากาศเคลื่อนที่ในแนวตั้งลำบาก ไม่มีการหมุนเวียนของอากาศและการพาความร้อนในแนวตั้ง ทำให้ไม่มีเมฆ จึงไม่มีปัจจัยที่ทำให้เกิดฝน ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และพายุ

 ชั้นมิโซสเฟียร์มีประโยชน์ต่อโลกของเราอย่างไร

แนวคำตอบ ป้องกันวัตถุจากนอกโลกตกลงมาสู่โลก เพราะจะเกิดการเผาไหม้ในบรรยากาศชั้นนี้ก่อน

 การที่อากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์อยู่ในสถานะของประจุไฟฟ้า นักเรียนคิดว่าลักษณะดังกล่าวมีประโยชน์ต่อโลกของเราอย่างไร

แนวคำตอบ ในด้านการติดต่อสื่อสาร

ขั้นสรุป (20 นาที)

4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับชั้นบรรยากาศ โดยใช้คำถามต่อไปนี้



บรรยากาศชั้นใดมีอิทธิพลต่อสภาพอากาศบนโลกมากที่สุด เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ชั้นโทรโพสเฟียร์ เพราะเป็นชั้นบรรยากาศที่มีอากาศหนาแน่น มีการหมุนเวียนของอากาศตลอดเวลา และมีเมฆ จึงทำให้เกิดฝน พายุ และความแปรปรวนของสภาพอากาศต่าง ๆ



บรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์มีประโยชน์ต่อมนุษย์อย่างไร เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ โอโซนดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งเป็นอันตราย ชั้นล่างสุดของบรรยากาศชั้นนี้สามารถใช้ในการบินได้ เนื่องจากไม่มีลักษณะอากาศที่เป็นอันตรายต่อการบิน เช่น ฝน ฟ้าแลบ และพายุ



มนุษย์สามารถอยู่ในชั้นมิโซสเฟียร์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ไม่ได้ เพราะมีปริมาณออกซิเจนน้อยมาก



ชั้นเอ็กโซสเฟียร์ อยู่บริเวณใดของชั้นบรรยากาศ และมีลักษณะที่โดดเด่นอย่างไร

แนวคำตอบ อยู่เหนือชั้นเทอร์โมสเฟียร์ขึ้นไปที่ระยะความสูงประมาณ 500 กิโลเมตร โมเลกุลของอากาศอยู่ห่างกันมาก จึงอาจหลุดพ้นอิทธิพลจากแรงโน้มถ่วงของโลกไปสู่อวกาศได้



ใบความรู้ เรื่องชั้นบรรยากาศ

เกณฑ์ที่ 1 สามารถแบ่งชั้นบรรยากาศได้ ดังนี้

1. โทรโพสเฟียร์ อยู่ระหว่าง 0-10 กิโลเมตร โดยอุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดลงตามความสูง โดยเฉลี่ยกิโลเมตรละ 6.5°C เป็นชั้นที่สำคัญมากเพราะเป็นบริเวณที่มีไอน้ำ เมฆ หมอก และพายุ
2. สตราโทสเฟียร์ อยู่ระหว่างความสูง 10-50 กิโลเมตร เป็นชั้นที่ไม่มีเมฆ ชั้นล่างสุดของสตราโทสเฟียร์มักใช้ในการเดินทางทางอากาศ เนื่องจากอุณหภูมิก่อบคงที่ จนถึงความสูง 50 กิโลเมตร และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในอัตรา 0.5°C ต่อ 1 กิโลเมตร.
3. มีโซสเฟียร์ เป็นชั้นบรรยากาศระหว่าง 50-80 กิโลเมตร โดยอุณหภูมิลดลงตามความสูง
4. เทอร์โมสเฟียร์ ตั้งแต่ 80-500 กิโลเมตร อุณหภูมิจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก แล้วอัตราการสูงขึ้นจะลดลง อุณหภูมิจะอยู่ระหว่าง $227-1,727^{\circ}\text{C}$ โดยชั้นนี้จะมีความหนาแน่นของอนุภาคต่าง ๆ งามมาก แต่แก๊สต่าง ๆ ในชั้นนี้จะอยู่ในลักษณะที่เป็นอนุภาคที่เป็นประจุไฟฟ้า เรียกว่า อีออน

เกณฑ์ที่ 2 สามารถแบ่งชั้นบรรยากาศได้ดังนี้

1. โทรโพสเฟียร์ เป็นบรรยากาศที่อยู่ติดกับพื้นโลก สูง 0-10 กิโลเมตร มีแก๊สที่สำคัญคือ ไอน้ำ
2. โอโซโนสเฟียร์ เป็นชั้นบรรยากาศสูง 10-50 กิโลเมตร มีแก๊สที่สำคัญคือ โอโซน
3. ไอโอโนสเฟียร์ เป็นชั้นบรรยากาศสูง 80-600 กิโลเมตร มีสิ่งที่สำคัญคือ อีออน
4. เอกโซสเฟียร์ เป็นชั้นบรรยากาศซึ่งสูงตั้งแต่ 600 กิโลเมตร ขึ้นไป โดยความหนาแน่นของอะตอมและ โมเลกุลของแก๊สต่าง ๆ มีค่าต่ำมาก

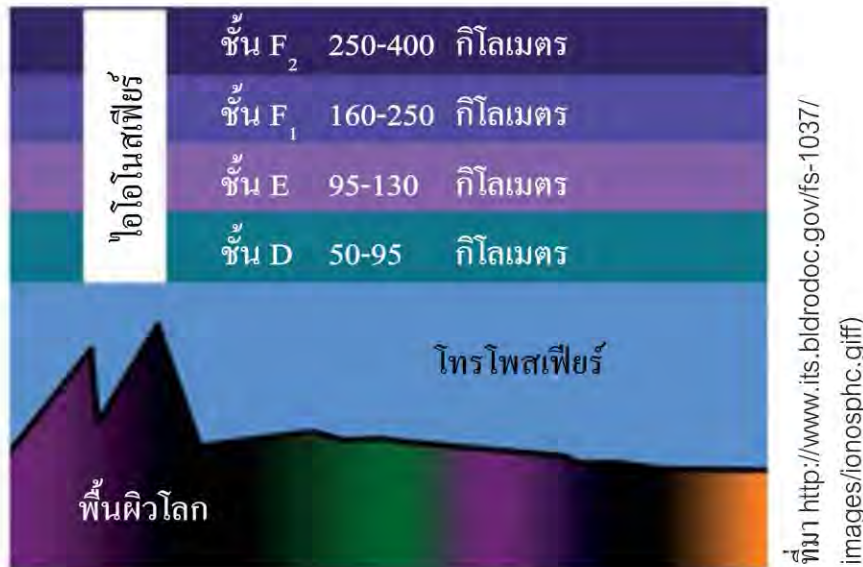


ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

1. ชั้นไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere)

อะตอมและโมเลกุลของแก๊สในบรรยากาศชั้นนี้จะถูกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปของรังสีเอ็กซ์ รังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ และรังสีคอสมิกกาแลคซี (galaxy cosmic ray) ซึ่งมีพลังงานสูงจนอะตอมและโมเลกุลของแก๊สเหล่านั้นแตกตัวเป็นประจุไฟฟ้าหรืออิออน ประจุอนุภาคในไอโอโนสเฟียร์เมื่อพบกับสนามแม่เหล็กโลกที่มีความเข้มสูงที่ขั้วโลกเหนือและใต้ทำให้เกิดแสงสว่างหลากสีบนท้องฟ้า เรียกว่า แสงเหนือ (aurora borealis) และแสงใต้ (aurora australis) ตามลำดับ

เนื่องจากในชั้นไอโอโนสเฟียร์ประกอบไปด้วยประจุอนุภาคเป็นส่วนใหญ่ จึงสามารถดูดกลืน และเบี่ยงเบนการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ โดยเฉพาะในย่านความถี่วิทยุ ดังนั้น ไอโอโนสเฟียร์จึงส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างดาวเทียมและสถานีภาคพื้นดิน เช่น ระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีภาคพื้นดินติดต่อกันได้ระยะที่ไกลขึ้น เนื่องจากชั้นไอโอโนสเฟียร์สามารถสะท้อนคลื่นวิทยุในบางช่วงได้



เนื่องจากความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในชั้นไอโอโนสเฟียร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเทียบกับระดับความสูง นักวิทยาศาสตร์จึงแบ่งชั้นไอโอโนสเฟียร์ออกเป็นชั้นย่อยๆ ได้แก่

ชั้น D อยู่ระหว่างความสูง 50-95 กิโลเมตร เป็นชั้นล่างสุดของชั้นไอโอโนสเฟียร์ ชั้นนี้มี O_2^+ อยู่มาก สามารถสะท้อนได้เฉพาะคลื่นยาว ซึ่งจะแปรผันตามช่วงเวลากลางวันและกลางคืน จึงมีผลต่อการส่งผ่านคลื่นวิทยุย่าน AM และคลื่นวิทยุย่านนี้จะถูกดูดกลืนค่อนข้างมากในช่วงเวลากลางวัน ส่วนในเวลากลางคืนอิเล็กตรอนจะหายไปทำให้คลื่นวิทยุย่าน AM สามารถส่งสัญญาณออกไปได้ในระยะทางหลายร้อยกิโลเมตร



ชั้น E อยู่ระหว่างความสูง 95-160 กิโลเมตร มี NO^+ มาก และมี O_2^{2+} กับ O^{+2} น้อย จำนวนอิเล็กตรอนหนาแน่นกว่าในชั้น D ในตอนกลางคืนอิเล็กตรอนจึงยังคงอยู่ไม่หายไปหมด ทำให้สะท้อนคลื่นวิทยุความถี่ปานกลางได้ดีมาก

ชั้น F ซึ่งแบ่งเป็น F_1 อยู่ระหว่างความสูง 160-250 กิโลเมตร และ F_2 อยู่ระหว่างความสูง 250-1,000 กิโลเมตร มี O^{+2} NO^+ และ O_2^{2+} ส่วน F_2 มี O^{+2} และ O_2^{2+} ทั้งสองชั้นสามารถสะท้อนวิทยุคลื่นสั้น

ในช่วงเวลากลางวัน สัญญาณวิทยุย่าน AM ช่วงความถี่ 530 kHz – 1.65 MHz จะถูกดูดกลืนในบรรยากาศชั้น D แต่ตอนกลางคืนอิเล็กตรอนชั้น D สลายตัวลงอย่างรวดเร็ว คลื่นวิทยุย่าน AM จึงทะลุผ่านชั้น D ได้ และสะท้อนกลับสู่โลกด้วยประจุนุญภาคในชั้น E จึงเป็นเหตุผลว่าเหตุใดสถานีวิทยุ AM จึงส่งสัญญาณไปได้ไกลกว่าในเวลากลางคืน ส่วนคลื่นวิทยุเชิงพาณิชย์ในย่านคลื่นสั้น (short-wave radio frequency) ในช่วงความถี่ 6-30 MHz จะถูกสะท้อนในชั้น E และ F การส่งคลื่นในย่านนี้จะสะท้อนกับพื้นผิวโลกด้วย ดังนั้นจึงมีการสะท้อนกลับไปมาได้ระหว่างชั้นไอโอโนสเฟียร์และพื้นโลกหลายรอบ

เนื่องจากความถี่ของสัญญาณวิทยุที่ต่ำกว่า 30 MHz จะสะท้อนที่ชั้น E และ F ความถี่ย่านนี้จึงไม่เหมาะที่จะถูกนำมาใช้ในการสื่อสารความถี่วิทยุ ยกเว้นสัญญาณวิทยุในช่วง 300 MHz และ 300 GHz เพราะสามารถผ่านชั้นบรรยากาศได้ อย่างไรก็ตามสัญญาณวิทยุดังกล่าวยังคงถูกรบกวนในลักษณะของการหักเหที่ชั้น F₂ จึงทำให้สัญญาณวิทยุสามารถเดินทางระหว่างตัวส่งและตัวรับไปได้ไกลกว่าแนวตรง เป็นผลให้การรับสัญญาณช้าไปกว่าเดิมจึงมีผลกระทบต่อระบบที่ต้องอาศัยความแม่นยำของเวลา เช่น ดาวเทียมสำหรับระบุตำแหน่ง หรือ ดาวเทียม GPS (Global Positioning System)

http://www.space.mict.go.th/knowledge.php?id=environ#t2_5

2. เมฆสุกใส (Noctilucent cloud) เป็นเมฆที่ไม่ทราบส่วนประกอบแน่ชัด มีลักษณะพริ้วคล้ายเมฆชั้นสูงพวกซีร์รัส (cirrus) สว่างสุกใส มีสีน้ำเงินอ่อนหรือสีเงินยวง จะเกิดในบริเวณสูง ประมาณ 75-90 กิโลเมตร มักเกิดในช่วงฤดูร้อนของซีกโลกทั้งสอง ระหว่างละติจูด 50 – 75 องศาเหนือ และ 40-60 องศาใต้ ไม่ปรากฏบ่อยนัก



3. เมฆมุก (Nacreous cloud หรือ Mother of pearl cloud) เป็นเมฆที่เกิดขึ้นในระดับสูงจากพื้นดิน ประมาณ 20-30 กิโลเมตร มีลักษณะคล้ายเมฆจำพวกเมฆซีร์รัส หรือเมฆแอลโตคิวมูลัส มีลักษณะ วาวคล้ายไข่มุก จะมองเห็นในบางพื้นที่เหนือละติจูด 50 องศาขึ้นไป เช่น บริเวณสกอตแลนด์และ คาบสมุทรสแกนดิเนเวียในฤดูหนาว และบริเวณรัฐอลาสกาในบางครั้งคราว



ที่มา พจนานุกรม ศัพท์ภูมิศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พิมพ์ครั้งที่ 4 พ.ศ. 2549

เฉลยคำถามท้ายบท

1. ในบริเวณหมู่บ้านหรือโรงเรียนของนักเรียน น่าจะมีองค์ประกอบของอากาศ อะไรบ้าง เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น
แนวคำตอบ ในทุกพื้นที่จะมีองค์ประกอบของอากาศตามตารางที่ 1.1 แต่สัดส่วนของแก๊ส ที่ไม่คงที่อาจเปลี่ยนแปลงได้
2. นักเรียนคิดว่าองค์ประกอบของอากาศแต่ละชนิดมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม อย่างไร ให้ยกตัวอย่างองค์ประกอบของอากาศที่นักเรียนสนใจมาอย่างน้อย 3 องค์ประกอบ
แนวคำตอบ อากาศมีความชุ่มชื้นหากมีไอน้ำมาก เช่น ในเขตร้อน สภาพอากาศแห้งแล้ง หากไอน้ำน้อย เช่น ในบริเวณทะเลทราย แก๊สเรือนกระจก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ โอโซน จะส่งผลให้บรรยากาศร้อนขึ้น หรือสภาวะที่บรรยากาศมี ฝุ่นละออง เช่น ฝุ่นทราย เขม่าดิน ก็จะส่งผลต่อทัศนวิสัยการมองเห็น เป็นต้น
3. นักเรียนคิดว่าองค์ประกอบของอากาศบน โลกจากอดีตจนถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไป หรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ เปลี่ยนแปลง ในอดีตองค์ประกอบของอากาศเริ่มต้นจากแก๊สไฮโดรเจน และฮีเลียม และได้มีวิวัฒนาการจนกระทั่งมีสัดส่วนดังเช่นในปัจจุบัน เช่น แก๊สออกซิเจน มีสัดส่วนเท่ากับปัจจุบัน (21%) เมื่อประมาณ 450 ล้านปีเท่านั้น



4. นักเรียนคิดว่าถ้าขาดบรรยากาศชั้นใดชั้นหนึ่งไป หรือโลกเราไม่มีชั้นบรรยากาศ จะส่งผลต่อโลกของเราอย่างไร

แนวคำตอบ อุณหภูมิของโลกสูงมากในเวลากลางวัน และเย็นลงในเวลากลางคืน ทำให้มีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างเวลากลางวันและกลางคืนมาก สิ่งมีชีวิตอาจไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

5. ชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นมีประโยชน์ต่อโลกของเราอย่างไร

แนวคำตอบ

- โทรโพสเฟียร์ เกิดการหมุนเวียนของน้ำในบรรยากาศและจากแหล่งน้ำ ทำให้เกิดวัฏจักรของน้ำ
- สตราโทสเฟียร์ มีโอโซนหนาแน่นทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งเป็นอันตราย และช่วยทำให้อุณหภูมิใกล้ผิวโลกไม่สูงจนเกินไป
- มีโซสเฟียร์ ป้องกันวัตถุจากนอกโลกตกลงมาสู่โลก เพราะจะเกิดการเผาไหม้ในบรรยากาศชั้นนี้ก่อน
- เทอร์โมสเฟียร์ ช่วยในการสื่อสาร

6. ชั้นบรรยากาศใดมีอากาศเบาบางที่สุด และมีลักษณะสำคัญอย่างไร

แนวคำตอบ เทอร์โมสเฟียร์ จำนวนโมเลกุลของอากาศมีอยู่น้อยที่สุด

7. ระดับโทรโพสแตกต่างจากชั้นโทรโพสเฟียร์อย่างไร

แนวคำตอบ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามความสูง

8. นักเรียนคิดว่าเครื่องบินโดยสารเจ็ทบินอยู่ระดับชั้นบรรยากาศใด

แนวคำตอบ โทรโพส

9. บริเวณโทรโพส สตราโทส และมิโซส มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ เหมือนกัน อุณหภูมิไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามความสูงหรือที่เรียกว่า Isothermal zone

10. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของอากาศมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ มี องค์ประกอบของอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ส่วนใหญ่เป็นแก๊สเรือนกระจก ซึ่งมีผลต่ออุณหภูมิในบรรยากาศ

11. อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศจะลดลงตามความสูงเสมอไปหรือไม่ ให้อธิบาย

แนวคำตอบ ไม่ ในบางชั้นอุณหภูมิลดลงตามความสูง ในขณะที่บางชั้นอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามความสูง



บทที่ 2

การหมุนเวียนของระบบลมของโลกและการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร



เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

1. การหมุนเวียนของระบบลมโลก	6	ชั่วโมง
2. การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร	6	ชั่วโมง
รวม	12	ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้ บทที่ 2

1. ทดลอง อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับการเกิดลม
2. สืบค้น อภิปราย และอธิบายการหมุนเวียนของระบบลมของโลก พร้อมระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
3. สืบค้น อภิปราย และอธิบายแบบจำลองการหมุนเวียนของระบบลมโลก
4. ทดลอง อภิปราย และอธิบายการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร พร้อมทั้งระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
5. สืบค้น และอภิปรายผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรที่มีต่ออุณหภูมิของอากาศและระบบนิเวศทางทะเล



สาระสำคัญ

การหมุนเวียนของระบบลมของโลก เกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศของสองบริเวณ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศจากบริเวณความกดอากาศสูงไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำเกิดเป็นลมพัดจากบริเวณขั้วโลกไปยังบริเวณศูนย์สูตร แต่เนื่องจากมีปัจจัยสำคัญหลายปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของระบบลมของโลก ทำให้มีการหมุนเวียนของลมแตกเป็นส่วนย่อย ๆ หลายส่วน

การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรมี 2 รูปแบบ คือ การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าเกิดจากอิทธิพลของลมที่พัดเหนือผิวน้ำ ได้แก่ ลมค้าบริเวณศูนย์สูตร และลมตะวันตกบริเวณละติจูด 30 องศาเหนือและใต้ รวมทั้งแรงคอริโอลิส เป็นผลให้เกิดกระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็น และการหมุนเวียนอีกรูปแบบ คือ การหมุนเวียนของกระแสน้ำลึก เกิดจากอิทธิพลความแตกต่างของอุณหภูมิ และความเค็ม

แนวการจัดการเรียนรู้

2.1 การหมุนเวียนของระบบลมของโลก

ขั้นนำ (10 นาที)

1. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเองว่า นักเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับลม แล้วบันทึกลงในใบเรียนรู้ของฉัน ดังเอกสารแนบท้ายบท

ขั้นสอน (5 ชั่วโมง)

2. ครูตั้งคำถามว่า ลมเคลื่อนที่ไปยังบริเวณต่าง ๆ บนโลก ได้อย่างไร จากนั้นให้นักเรียนทดลองตามกิจกรรม 2.1 การเคลื่อนที่ของอากาศ



กิจกรรม 2.1 การเคลื่อนที่ของอากาศ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง สังเกต อธิบาย และอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของควันรูป ณ บริเวณที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน
2. อธิบาย และอธิบายการเคลื่อนที่ของอากาศ

เวลา 1.5 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ขวดพลาสติกใสขนาดใหญ่ที่ตัดปากขวด 2 ใบ
2. ฐูป
3. น้ำแข็งและน้ำร้อน
4. แผ่นใส
5. ไม้ขีดไฟ

วิธีทำกิจกรรม

1. ประกอบอุปกรณ์และจัดเตรียมชุดทดลอง ดังรูป



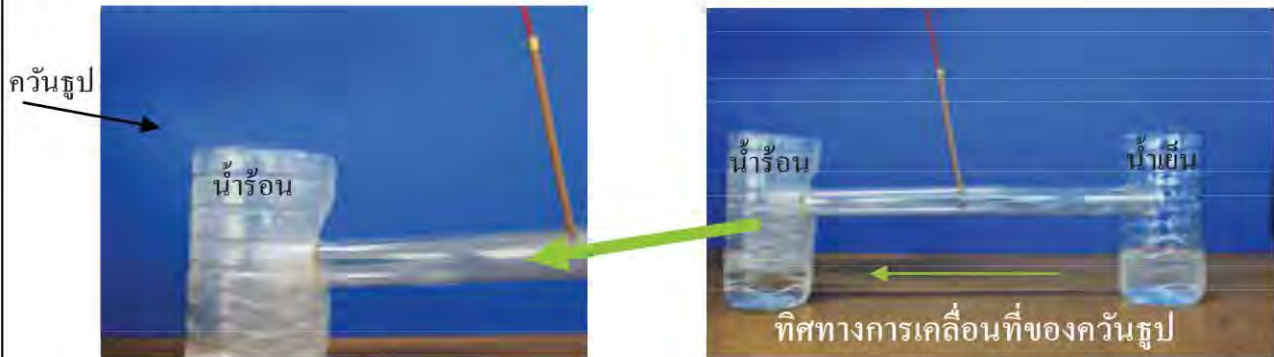
2. ใส่ น้ำแข็ง ลงขวด จากนั้นปล่อยควันรูปผ่านรูที่เจาะไว้ข้างขวด สังเกตการเคลื่อนที่ของควันรูป
3. ทำเช่นเดิมแต่เปลี่ยนเป็นใส่น้ำร้อนลงในขวด สังเกตการเคลื่อนที่ของควันรูป
4. นำขวดเปล่า 2 ขวด เชื่อมต่อกันด้วยท่อ นำความร้อนที่ทำจากพลาสติกใส ดังรูป







5. ออกแบบการทดลอง เพื่อสังเกตการเคลื่อนที่ของควันรูป





ผลการทำกิจกรรม



ให้นักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามต่อไปนี้

-  **จุดที่มีอุณหภูมิต่ำ** ควันทูปเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร
แนวคำตอบ ในจุดที่มีอุณหภูมิต่ำ อากาศ มีความหนาแน่นสูง จึงจมตัวอยู่ด้านล่าง
-  **จุดที่มีอุณหภูมิสูง** ควันทูปเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร
แนวคำตอบ ในจุดอากาศที่มีอุณหภูมิสูง มีความหนาแน่นต่ำ จะลอยตัวสูงขึ้น
-  **เมื่อจุดทั้งสองมีอุณหภูมิต่างกัน** ควันทูปเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร
แนวคำตอบ ควันทูปเคลื่อนที่จากจุดที่มีอุณหภูมิต่ำ ไปยังจุดที่มีอุณหภูมิสูง
-  **ถ้าจุดทั้งสองมีอุณหภูมิลikeเคียงกันมากหรือเท่ากัน** ควันทูปเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร
แนวคำตอบ มีการเคลื่อนที่น้อยมากหรือเกือบไม่เคลื่อนที่ จะอยู่ภายในท่อพลาสติก

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถามต่อไปนี้

-  **เพราะเหตุใดบริเวณต่าง ๆ บนโลกจึงได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน**
แนวคำตอบ เพราะแกนโลกเอียง จึงทำให้บริเวณที่ได้รับรังสีของดวงอาทิตย์ในมุมตั้งฉากกับพื้นผิวโลก มีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่ได้รับรังสีของดวงอาทิตย์ในมุมขนาดอื่น ๆ
-  **ลมเคลื่อนที่ระหว่างขั้วโลก และเส้นศูนย์สูตรอย่างไร**
แนวคำตอบ ลมพัดจากบริเวณขั้วโลกไปยังบริเวณศูนย์สูตร เพราะอากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่อุณหภูมิต่ำไปยังบริเวณที่อุณหภูมิสูง

4. ครูกล่าวนำว่า การเกิดลมนี้มีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดลม ซึ่งนักเรียนจะได้ปฏิบัติตามกิจกรรม 2.2 เรื่องความชันของอุณหภูมิ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับความชันของความกดอากาศที่มีผลต่อการเกิดลม โดยศึกษาจากความแตกต่างของอุณหภูมิ



กิจกรรม 2.2 ความชันของอุณหภูมิ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง สังเกต อธิบาย และอธิบายความเร็วในการเคลื่อนที่ของควันรูป ณ บริเวณที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน
2. อธิบาย และอธิบายความชันของอุณหภูมิ และผลที่เกิดจากการที่มีความชันของอุณหภูมิแตกต่างกัน

เวลา 1.5 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ขวดพลาสติกใสขนาดใหญ่ปานกลางที่ตัดปากขวดออก 2 ใบ
2. รูป
3. น้ำที่อุณหภูมิห้อง น้ำแข็ง และน้ำร้อน
4. แผ่นใส

วิธีทำ

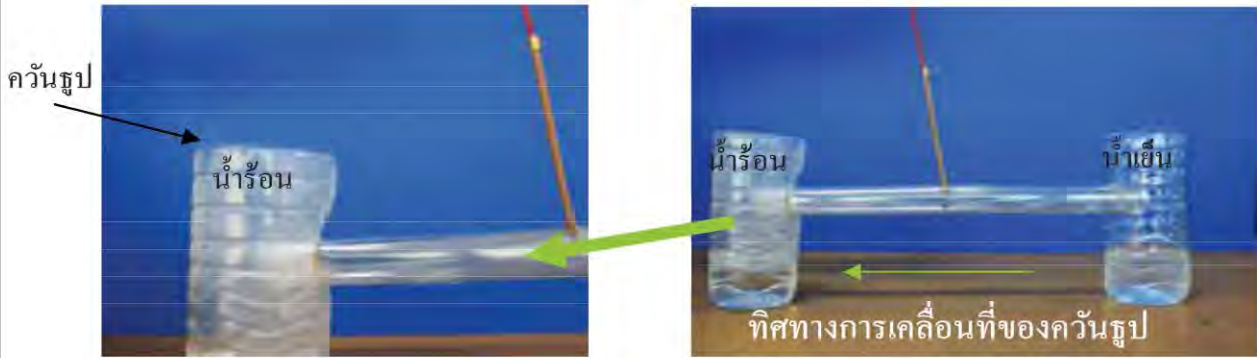
1. ประกอบอุปกรณ์และจัดเตรียมชุดทดลอง ดังรูป







2. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อสังเกตการเคลื่อนที่ของควันรูปเมื่ออุณหภูมิของภาชนะทั้ง 2 มีความแตกต่างกัน 3 ระดับ



ผลการทำกิจกรรม



ให้นักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามต่อไปนี้

-  การเคลื่อนที่ของควันทูปของทั้ง 3 ครั้ง ต่างกันอย่างไร
แนวคำตอบ ยิ่งอุณหภูมิของขวดทั้งสองแตกต่างกันมาก ควันทูปจะเคลื่อนที่เร็ว
-  นักเรียนคิดว่า การทดลองครั้งใดจะทำให้ความชันของอุณหภูมิอากาศมีค่ามากที่สุด และน้อยที่สุด
แนวคำตอบ ครั้งที่ทำให้ขวดทั้งสองมีอุณหภูมิต่างกันมาก ความชันของอุณหภูมิอากาศจะมีค่ามาก และเมื่อขวดทั้งสองมีอุณหภูมิแตกต่างกันน้อย ความชันของอากาศจะมีค่าน้อย
-  การที่มีความแตกต่างของความชันของอุณหภูมิอากาศมากมีผลต่อการเกิดลมอย่างไร
แนวคำตอบ ลมจะเคลื่อนที่เร็ว หรือลมแรง
-  ความชันของอุณหภูมิอากาศสัมพันธ์กับความชันของความกดอากาศอย่างไร
แนวคำตอบ ความชันของอุณหภูมิอากาศมาก ความชันของความกดอากาศจะมากด้วยเช่นกัน

5. ให้นักเรียนทำกิจกรรม 2.3 แรงคอริโอลิส เพื่อศึกษาผลของแรงคอริโอลิสที่มีผลต่อการเกิดลม

กิจกรรม 2.3 แรงคอริโอลิส

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง สังเกต อภิปราย และอธิบายลักษณะของเส้นตรงที่ลากจากขั้วโลกมายังเส้นศูนย์สูตร ขณะที่โลกหมุน
2. อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับผลของแรงคอริโอลิสที่มีต่อการเคลื่อนที่ของลม

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ลูกโลกจำลอง หรือวัตถุทรงกลม
2. ปากกามะจิก หรือปากกาไวท์บอร์ด

วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนลากปากกานบนลูกโลก จากขั้วโลกเหนือ ไปยังเส้นศูนย์สูตร และจากขั้วโลกใต้ ไปยังเส้นศูนย์สูตร โดยจับให้ลูกโลกอยู่นิ่ง สังเกตลักษณะของเส้นที่เกิดขึ้น
2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่ลากเส้นไปพร้อม ๆ กับหมุนลูกโลกตาม ทิศทางการหมุนรอบตัวเองของโลก เปรียบเทียบลักษณะของเส้นที่วาดก่อนและ หลังการหมุนลูกโลก



ผลการทำกิจกรรม



ทิศทางลมตามแรงคอริโอลิส



ทิศทางลมตามแรงคอริโอลิส



ให้นักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามต่อไปนี้



เมื่อลากเส้นในขณะที่ลูกโลกอยู่นิ่งกับขณะลูกโลกหมุน ลักษณะเส้นที่ปรากฏเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่าง คือ เมื่อลากเส้นในขณะที่ลูกโลกอยู่นิ่ง จะเป็นเส้นตรง แต่เมื่อลากเส้นในขณะที่ลูกโลกหมุน จะเป็นเส้นโค้ง




เมื่อลากเส้นในขณะที่ลูกโลกหมุนตามทิศทางการหมุนรอบตัวเองของโลก ลักษณะเส้นที่ปรากฏฝั่งซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร


แนวคำตอบ เส้นที่ปรากฏในฝั่งซีกโลกเหนือ จะโค้งไปทางขวามือ ส่วนในซีกโลกใต้ จะโค้งไปทางซ้ายมือ




6. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่ผลต่อการเกิดลมเพิ่มเติม โดยใช้คำถามต่อไปนี้

 แรงคอริโอลิสนอกจากจะมีผลกับลมแล้ว นักเรียนคิดว่ามีผลกับสิ่งใดบนโลกอีกหรือไม่ อย่างไร


แนวคำตอบ มี เช่น การบินของเครื่องบิน และการพุ่งขึ้นของจรวด ถ้าไม่มีการปรับพิคัดเพื่อให้ไปยังตำแหน่งที่กำหนด เครื่องบินและจรวดจะเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้งตามแรงคอริโอลิส เป็นต้น

 นักเรียนคิดว่า แรงเสียดทานมีผลต่อการเคลื่อนที่ของลมหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ มีผล ทำให้ความเร็วลมลดลง

 เพราะเหตุใด ที่บริเวณใกล้พื้นผิวโลกจึงมีแรงเสียดทานของลมมากกว่าที่ระดับสูงขึ้นไป

แนวคำตอบ เพราะที่บริเวณใกล้พื้นผิวโลก มีสภาพภูมิประเทศที่ไม่เรียบ มีทั้งภูเขา และต้นไม้ จึงทำให้มีแรงเสียดทานสูงกว่าที่ระดับสูงขึ้นไป

 เพราะเหตุใดลมที่เกิดเหนือมหาสมุทรจึงมีแรงเสียดทานน้อยกว่าลมที่เกิดเหนือทวีป

แนวคำตอบ เพราะบริเวณทวีป มีพื้นที่ที่ไม่เรียบ จึงทำให้มีแรงเสียดทานของลมมากกว่า


 แรงสู่ศูนย์กลางมีผลต่อลมอย่างไร

แนวคำตอบ ทำให้ลมเกิดการหมุน

7. ครูร่วมอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของลมระหว่างบริเวณขั้วโลก และบริเวณศูนย์สูตร โดยใช้คำถามต่อไปนี้

 นักเรียนคิดว่า ลมจะเคลื่อนที่จากขั้วโลกมายังบริเวณศูนย์สูตรเป็นเส้นตรงหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ไม่ เพราะมีแรงคอริโอลิสเนื่องจากโลกหมุนรอบตัวเอง

 เพราะเหตุใด การที่มีข้อจำกัดดังที่กล่าวไว้ในหน้า 22-23 จึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของลมตามแบบจำลองแบบเซลล์เดียว





แบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศแบบเซลล์เดียว

แนวคำตอบ เพราะการที่รังสีของดวงอาทิตย์ส่องตรงมาบริเวณศูนย์สูตรเท่านั้น ทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่างบริเวณขั้วโลก และบริเวณศูนย์สูตรอย่างชัดเจน การที่โลกหยุดนิ่งส่งผลให้ไม่มีแรงคอริโอลิสทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ รวมทั้งพื้นผิวโลกเป็นพื้นผิวแบบเดียวกันหมดทำให้มีความจุความร้อนเท่ากัน ดังนั้นพื้นที่ใด ๆ ที่ได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์เท่ากันจะส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเท่ากันด้วย ลมจึงเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงจากบริเวณขั้วโลกมายังบริเวณศูนย์สูตรได้โดยง่าย

ขั้นสรุป (50 นาที)

8. ให้นักเรียนศึกษาหนังสือเรียน หน้า 23-25 และร่วมกันสรุปความรู้เรื่องการหมุนเวียนของระบบลมของโลก โดยใช้คำถามต่อไปนี้



การหมุนเวียนของลมแต่ละบริเวณบนโลกเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ แฮดลีย์เซลล์ เฟอร์เรลเซลล์ และโพลาร์เซลล์ ตามคำอธิบายหน้า 23 หรือแบ่งเป็น 3 แถบ ตามเส้นแบ่งเขตตามคำอธิบายในหน้า 24-25



ปัจจัยใดที่มีผลทำให้เกิดการหมุนเวียนของระบบลมของโลก ตามแบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศแบบทั่วไป และมีผลอย่างไร

แนวคำตอบ การหมุนรอบตัวเองของโลก พื้นผิวโลกแตกต่างกัน แต่ละบริเวณบนโลกได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน จึงทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศที่แตกเป็น 3 ส่วนย่อย ๆ โดยอากาศจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ และเคลื่อนที่เบี่ยงไปทางขวาในซีกโลกเหนือและเบี่ยงไปทางซ้ายในซีกโลกใต้



การหมุนเวียนของอากาศแบบทั่วไป



การหมุนเวียนของอากาศแบบทั่วไป 2



โพลาร์เซลล์ (Polar cell)



เฟอร์เรลเซลล์ (Ferrel cell)



แฮดลีย์เซลล์ (Hadley cell)



เอกสารประกอบการสอน

บันทึกการเรียนรู้ของฉัน



ฉันรู้อะไร	ฉันเรียนรู้อะไร	ฉันเรียนรู้ได้อย่างไร
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- * หมายเหตุ
1. ฉันรู้อะไร หมายถึง ความรู้เดิมของนักเรียน
 2. ฉันเรียนรู้อะไร หมายถึง หลังจากทีนักเรียนได้เรียนหรือปฏิบัติกิจกรรมแล้วได้เรียนรู้อะไรจากกิจกรรมเหล่านั้น
 3. ฉันเรียนรู้ได้อย่างไร หมายถึง ได้ความรู้เหล่านั้นมาด้วยวิธีการใด เช่น สังเกต ทดลอง สืบค้นข้อมูล เป็นต้น





2.2 การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร

ขั้นนำ (20 นาที)

1. ให้นักเรียนทบทวนปัจจัยที่มีผลต่อการหมุนเวียนของระบบลมโลก โดยใช้คำถามต่อไปนี้
 -  มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการหมุนเวียนของระบบลมของโลก
 - แนวคำตอบ** การหมุนรอบตัวเองของโลก พื้นที่ผิวโลกแตกต่างกัน แต่ละบริเวณบนโลกได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน
 -  นักเรียนคิดว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการหมุนเวียนของระบบลมของโลก มีผลต่อการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรหรือไม่ อย่างไร
 - แนวคำตอบ** ให้ตอบตามความคิดของนักเรียน

ขั้นสอน (5 ชั่วโมง)

2. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับขั้นน้ำในมหาสมุทรตามความคิดของนักเรียนเอง โดยใช้คำถามต่อไปนี้
 -  น้ำในมหาสมุทรแต่ละระดับความลึก มีอุณหภูมิแตกต่างกันอย่างไร
 -  น้ำในมหาสมุทรที่มีอุณหภูมิต่างกันจะอยู่รวมกันหรือไม่
3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2.4 แบบจำลองการแบ่งชั้นน้ำ เพื่อศึกษาว่าการที่น้ำในแต่ละระดับความลึกมีความแตกต่างกันอย่างไร จะมีผลต่อการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรอย่างไร

กิจกรรม 2.4 แบบจำลองการแบ่งชั้นน้ำ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับแบ่งชั้นน้ำ และการเคลื่อนที่ของน้ำที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน
2. อภิปราย และอธิบายการหมุนเวียนของมวลน้ำในมหาสมุทร

เวลา 1.5 ชั่วโมง



วัสดุ-อุปกรณ์

1. กล่องพลาสติกใสทรงสี่เหลี่ยมก้นกลางด้วยแผ่นพลาสติก
2. ดินน้ำมัน
3. น้ำเย็นผสมเกลือ
4. สีผสมอาหาร 2 สี
5. น้ำร้อน

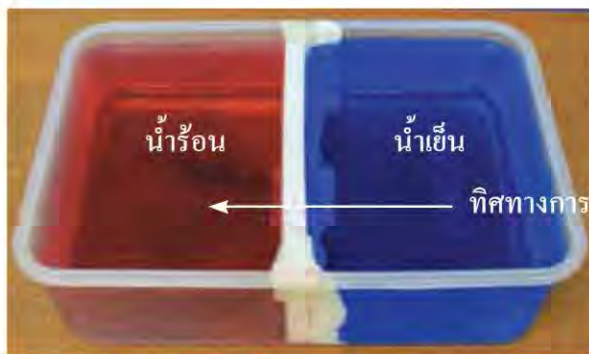
วิธีทำกิจกรรม

1. จัดเตรียมชุดอุปกรณ์ ดังรูป โดยอุดขอบแผ่นพลาสติกที่กั้นไว้ตรงกลาง และรูที่เจาะด้วยดินน้ำมันป้องกันไม่ให้น้ำรั่วซึมถึงกันได้
2. ใส่น้ำที่อุณหภูมิต่างกันลงในกล่องพลาสติกสองฝั่งให้ท่วมระดับรูที่เจาะไว้ตรงแผ่นกั้นพลาสติก และเติมสีผสมอาหารที่มีสีแตกต่างกันลงไปให้น้ำเพื่อให้เห็นสามารถสังเกตความแตกต่างของมวลน้ำทั้งสองอุณหภูมิได้
3. เชี่ยดินน้ำมันรูล่างออก สังเกตการเคลื่อนที่ของมวลน้ำ จากนั้นดึงดินน้ำมันที่อุดรูบนออก สังเกตการเคลื่อนที่ของน้ำอีกครั้ง
4. ให้นักเรียนบันทึกผล และสรุปผล พร้อมนำเสนอต่อชั้นเรียน



*หมายเหตุ ผสมสีน้ำเงินในฝั่งน้ำเย็น และผสมสีแดงในฝั่งน้ำร้อน จะทำให้สังเกตการเคลื่อนที่ของมวลน้ำได้ชัดเจน

ผลการทำกิจกรรม



ให้นักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามต่อไปนี้



เมื่อเจียดินน้ำมันรูปร่างออก มวลน้ำทั้งสองอุณหภูมิเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ มวลน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะเคลื่อนที่ไปยังฝั่งมวลน้ำที่มีอุณหภูมิสูง และอยู่ชั้นล่างสุด



เมื่อเจียดินน้ำมันรูปร่างออก มวลน้ำทั้งสองอุณหภูมิเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ มวลน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะเคลื่อนที่ไปยังฝั่งมวลน้ำที่มีอุณหภูมิสูง และไหลลงมาอยู่ชั้นล่างสุด



มีการผสมของมวลน้ำทั้งสองอุณหภูมิหรือไม่

แนวคำตอบ ไม่ผสม จะแยกชั้นกันอยู่อย่างชัดเจน โดยมวลน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะอยู่ชั้นล่างสุด



4. ให้นักเรียนศึกษาหนังสือเรียนหน้า 28 เกี่ยวกับการแบ่งชั้นน้ำ แล้วร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้



ถ้าแบ่งชั้นน้ำตามอุณหภูมิและความเค็ม สามารถแบ่งชั้นน้ำได้กี่ระดับ ระดับใดบ้าง

แนวคำตอบ 3 ระดับ คือ น้ำชั้นบน น้ำชั้นล่าง และน้ำชั้นเทอร์โมไคลน์









น้ำแต่ละระดับมีความแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ น้ำชั้นบน มีอุณหภูมิสูง ความเค็มต่ำ น้ำชั้นล่าง มีอุณหภูมิต่ำ และมีความเค็มสูง น้ำชั้นเทอร์โมไคลน์ เป็นชั้นที่มีการลดลงของอุณหภูมิต่างรวดเร็วตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น และมีความเค็มเพิ่มขึ้นตามความลึก

5. แจกแผนที่โลก แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวาดเส้นทางการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรตามความคิดของนักเรียนเอง

6. ให้นักเรียนศึกษาหนังสือเรียนหน้า 29-31 เกี่ยวกับรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร และร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบแนวความคิดของตนเองในข้อ 5 โดยใช้คำถามต่อไปนี้



- 
 การหมุนเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทรที่มีรูปแบบ รูปแบบใดบ้าง
 แนวคำตอบ 2 รูปแบบ คือ การหมุนเวียนของน้ำในแนวราบ และการหมุนเวียนของน้ำในแนวตั้ง
- 
 สิ่งใดมีอิทธิพลต่อการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้า
 แนวคำตอบ ลม
- 
 กระแสลมใดมีผลต่อการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้า
 แนวคำตอบ ลมค้าบริเวณศูนย์สูตร ลมตะวันตกบริเวณละติจูด 30 องศาเหนือและใต้
- 
 การหมุนเวียนของน้ำในแนวราบมีลักษณะอย่างไร
 แนวคำตอบ ดังคำอธิบายในหน้า 29
- 
 สิ่งใดมีอิทธิพลต่อการหมุนเวียนของกระแสน้ำลึก
 แนวคำตอบ ความแตกต่างของอุณหภูมิ และความเค็ม
- 
 การหมุนเวียนของน้ำในแนวตั้งมีลักษณะอย่างไร
 แนวคำตอบ ดังคำอธิบายในหน้า 30-31

7. ให้นักเรียนทำกิจกรรม 2.5 การเกิดน้ำผุด เพื่อศึกษาว่านอกจากกระแสลมจะมีผลต่อการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าแล้ว ยังมีผลต่อปรากฏการณ์ใด และมีผลอย่างไร

กิจกรรม 2.5 การเกิดน้ำผุด

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง สังเกต อธิบาย และอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของสีผสมอาหารในถาดน้ำ
2. อธิบาย และอธิบายการเกิดน้ำผุด

เวลา 1.5 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ถ้วยพลาสติกทรงสี่เหลี่ยม
2. น้ำ
3. สารละลายสีผสมอาหารที่แช่เย็น
4. หลอดหยด
5. หลอดพลาสติกงอ



วิธีทำกิจกรรม

1. เติมน้ำลงในถาดสี่เหลี่ยม หยดสีผสมอาหารไว้ที่ก้นภาชนะด้านใดด้านหนึ่ง
2. ใช้หลอดพลาสติกเป่าลมผ่านผิวน้ำขนานกับขอบกล่องพลาสติกด้านที่หยดสีผสมอาหาร สังเกตการเคลื่อนที่ของสีผสมอาหาร



ผลการทำกิจกรรม



ให้นักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- 📖 เมื่อเป่าลมผ่านผิวน้ำ สีผสมอาหารจะเคลื่อนที่อย่างไร
แนวคำตอบ เคลื่อนที่จากน้ำชั้นล่างขึ้นสู่ชั้นบน ในทิศตั้งฉากกับทิศทางลม
- 📖 ถ้าไม่เป่าลมสีของผสมอาหารจะเกิดการเคลื่อนที่อย่างไร เพราะเหตุใด
แนวคำตอบ ไม่เคลื่อนที่มาชั้นบน เพราะน้ำสีมีอุณหภูมิต่ำจะอยู่แต่บริเวณชั้นล่างเท่านั้น
- 📖 นักเรียนคิดว่าน้ำผุดเกิดขึ้นได้อย่างไร
แนวคำตอบ เมื่อมีลมพัดขนานกับชายฝั่ง รวมทั้งผลของแรงคอริโอลิส ทำให้น้ำชั้นบนถูกพัดออกไปจากชายฝั่งในแนวตั้งฉากกับทิศทางลม และน้ำชั้นล่างจะเคลื่อนที่ขึ้นมาแทนที่น้ำชั้นบน



8. ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับน้ำผุด และน้ำจืดเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนหน้า 33-34 และร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถามต่อไปนี้



น้ำผุดมีผลต่อระบบนิเวศอย่างไร



การเกิดน้ำผุด

แนวคำตอบ ช่วยพัดพาสารอาหารจากใต้ทะเลหรือมหาสมุทรขึ้นมา ทำให้ชายฝั่งบริเวณนั้นอุดมสมบูรณ์



น้ำจืดเกิดขึ้นได้อย่างไร



การเกิดน้ำจืด

แนวคำตอบ ลมพัดผ่านผิวน้ำชั้นบนในทิศทางขนานกับชายฝั่ง

รวมทั้งผลจากแรงคอริโอลิส ทำให้น้ำชั้นบนถูกพัดเข้าสู่ชายฝั่งในแนวตั้งฉากกับทิศทางลม แล้วจมตัวลงสู่น้ำชั้นล่าง



น้ำจืดมีผลต่อระบบนิเวศตามชายฝั่งทะเลเหมือนน้ำผุดหรือไม่

แนวคำตอบ ไป

ขั้นสรุป (40 นาที)



การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวน้ำ



การหมุนเวียนของกระแสน้ำลึก

9. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้คำถามต่อไปนี้



การหมุนเวียนของน้ำในแนวราบแตกต่างจากการหมุนเวียนของน้ำในแนวตั้งอย่างไร

แนวคำตอบ การหมุนเวียนของน้ำในแนวตั้งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิและความเค็ม เริ่มต้นจาก มวลน้ำที่มีอุณหภูมิสูงบางส่วนจากเส้นศูนย์สูตรไหลไปทางเขตขั้วโลก น้ำบริเวณนี้มีอุณหภูมิเย็นจัด เพราะได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์น้อย ประกอบกับลมพัดแรงทำให้น้ำสูญเสียความร้อนให้กับบรรยากาศ จนน้ำทะเลกลายเป็นน้ำแข็งที่ผิวน้ำก็จะคายเกลือให้กับน้ำทะเลที่เหลือ จึงทำให้น้ำขั้วโลกมีความหนาแน่นสูง มวลน้ำก่อนนี้จึงจมตัวลง และเคลื่อนตัวไปตามก้นทะเลไปทางเส้นศูนย์สูตร ส่วนการหมุนเวียนของน้ำในแนวราบเป็นผลมาจากลม เริ่มต้นจากลมค้าพัดน้ำผิวน้ำบริเวณศูนย์สูตรให้ไหลไปทางทิศตะวันตกไปปะทะกับแผ่นดินทำให้ระดับผิวน้ำเกิดความลาดเอียง กระแสน้ำบางส่วนจึงไหลย้อนกลับใต้ผิวน้ำ และน้ำส่วนใหญ่ไหลขึ้นเหนือและใต้เส้นศูนย์สูตร และเมื่อน้ำไหลขึ้นไปถึงแนวละติจูด 30 องศา จะมีลมตะวันตกพัดพาน้ำไปทางทิศตะวันออก เมื่อมวลน้ำชนแผ่นดิน น้ำบางส่วนจะไหลเข้าหาเส้นศูนย์สูตร



กระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็น เกิดกับน้ำชั้นใด และเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ เกิดกับกระแสน้ำผิวน้ำในน้ำชั้นบน โดยลมค้าพัดน้ำผิวน้ำบริเวณศูนย์สูตรให้ไหลไปทางทิศตะวันตกไปปะทะกับแผ่นดินทำให้ระดับผิวน้ำเกิด



ความลาดเอียง กระแสน้ำบางส่วนไหลย้อนกลับใต้ผิวน้ำ และมวลน้ำส่วนใหญ่ไหลขึ้นเหนือและใต้เส้นศูนย์สูตรกลายเป็นกระแสน้ำอุ่น และเมื่อน้ำไหลขึ้นไปถึงแนวละติจูด 30 องศา จะมีลมตะวันตกพัดพาน้ำไปทางทิศตะวันออก เมื่อมวลน้ำชนแผ่นดิน น้ำบางส่วนจะไหลเข้าหาเส้นศูนย์สูตร กลายเป็นกระแสน้ำเย็นทางฝั่งตะวันออกของมหาสมุทร



การหมุนเวียนของมวลน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกับน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ จะหมุนเวียนผสมกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ไม่ น้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะอยู่ในน้ำชั้นบนของมหาสมุทรที่บริเวณศูนย์สูตร และละติจูดตอนกลางเท่านั้น ส่วนน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะอยู่ในน้ำชั้นล่างของมหาสมุทร ซึ่งจะหมุนเวียนจากขั้วโลกไปยังบริเวณศูนย์สูตร

ข้อเสนอแนะ

ครูควรให้นักเรียนไปศึกษาข่าวหรือบทความที่เกี่ยวข้องกับการหมุนเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทร การเกิดน้ำผุด เพิ่มเติม โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทย ดังบทความและข่าวที่เกี่ยวข้องกับการเกิดน้ำผุดในประเทศไทย เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของปรากฏการณ์ดังกล่าวมากขึ้น

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

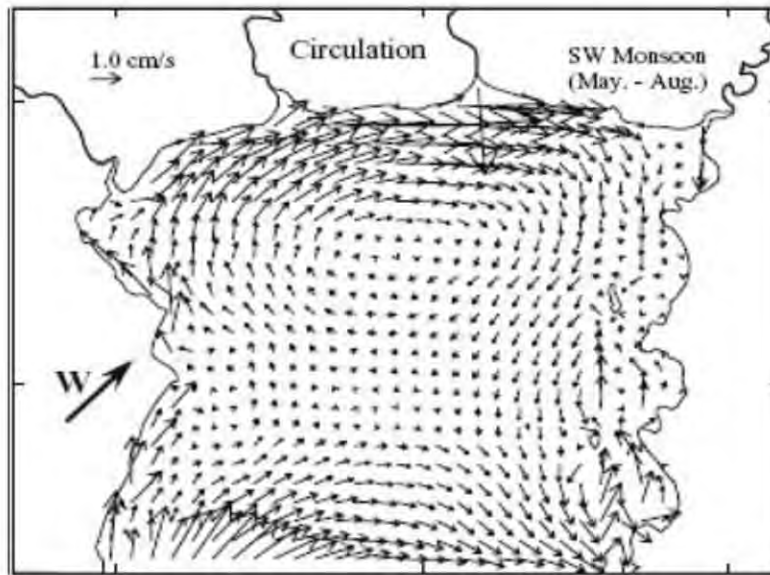
- น้ำชั้นล่างของมหาสมุทรเป็นน้ำเย็น 75% ของน้ำทะเลมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 1-4 องศาเซลเซียส
- น้ำชั้นบน ในระดับความลึกไม่เกิน 200 เมตร อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ส่วนน้ำชั้นล่างจะมีอุณหภูมิกิ่งที่ตลอดทั้งปี
- ความหนาแน่นของน้ำขึ้นกับอุณหภูมิ ความเค็ม และความดัน (ความลึก) ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง ความเค็ม และความดันเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของน้ำเป็นตัวการทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำในแนวตั้ง และการหมุนเวียนของน้ำที่เรียกว่า Thermohaline circulation สำหรับความหนาแน่นของน้ำชายฝั่ง จะขึ้นกับตัวแปรเพียง 2 ตัว คือ ความเค็มและอุณหภูมิ เนื่องจากความดันของน้ำไม่เปลี่ยนแปลงมากเพราะน้ำตื้น
- อุณหภูมิ น้ำทะเลได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ พลังงานจากดวงอาทิตย์ส่งลงไปใต้น้ำได้ไม่เกิน 200 เมตร น้ำผิวหน้าได้รับความร้อนและพลังงานในการผสมผสานจากลมจึงให้เกิดชั้นน้ำอุ่นที่ผิวมหาสมุทร หนา 100-200 เมตร ซึ่งมีอุณหภูมิสูง (20-30 องศาเซลเซียส) และเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล น้ำทะเลที่ระดับความลึกมากกว่า 200 เมตรจะไม่ได้รับพลังงานและความร้อนจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิของน้ำจึงคงที่ และมีอุณหภูมิต่ำอยู่ตลอดปี (2-4 องศาเซลเซียส) ระหว่างรอยต่อของน้ำอุ่นและชั้นน้ำเย็นจะมีชั้นน้ำที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงตามความลึกอย่างรวดเร็วเรียกว่า ชั้นเทอร์โมแฮไลน์



บทความและข่าวที่เกี่ยวข้องกับการเกิดน้ำผุดในประเทศไทย

1. การหมุนเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบน

การหมุนเวียนของน้ำเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาการแพร่กระจายของสารละลายและตะกอนแขวนลอยในอ่าวไทย โดยปกติแรงขับเคลื่อนที่ก่อให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำมี 4 ประการคือ น้ำขึ้น-น้ำลง ลมเหนือผิวน้ำ น้ำท่า และความแตกต่างของความหนาแน่นของน้ำ โดยการหมุนเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยได้รับอิทธิพลจากลมเป็นหลัก โดยลมและกระแสน้ำทำให้น้ำท่าผสมผสานกับน้ำทะเล เกิดเป็นชั้น Ekman layer หนา 30-50 เมตร ลอยอยู่เหนือน้ำทะเลที่มีความเค็มมากกว่า

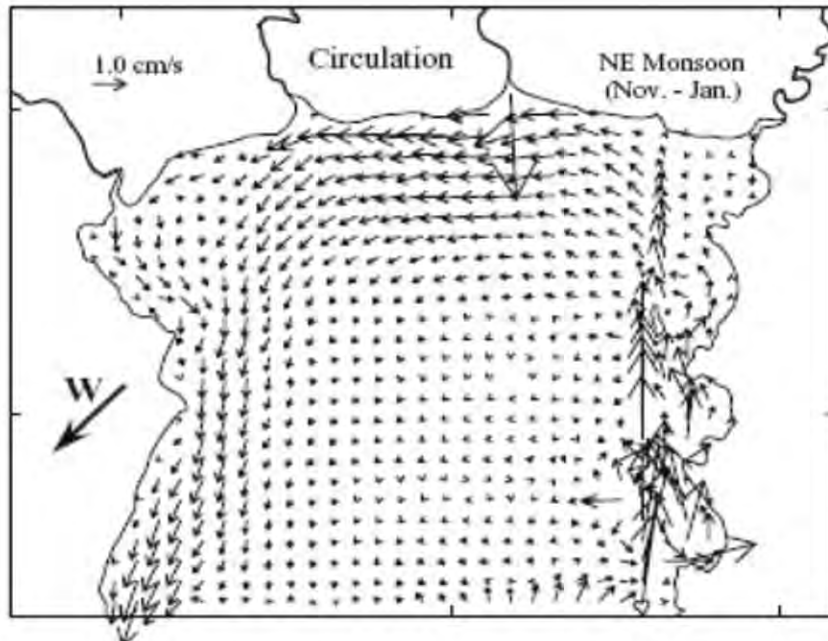


การหมุนเวียนของน้ำในอ่าวไทยจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้
ที่มา: อนุกุล บุรณะประทีปรัตน์. 2551. การหมุนเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบน.
วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 13(1): 75-83.

มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนพฤษภาคม-กันยายน) พัดพาน้ำชั้นบนออกไปจากอ่าวไทย ทำให้ระดับน้ำทะเลทั่วทั้งอ่าวต่ำลง เกิด Upwelling ของน้ำชั้นล่างที่ชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันตกบางบริเวณ และที่ด้านในสุดของอ่าวไทยตอนล่าง กระแสน้ำไหลแยกตัวออกจากกัน ทำให้เกิด Upwelling บริเวณกลางอ่าวเช่นกัน น้ำจากทะเลจีนใต้ไหลเข้าอ่าวไทยทางฝั่งตะวันออกของปากอ่าวไทยทุกระดับความลึก โดยน้ำไหลเข้ามาได้ระยะทางหนึ่งแล้วไหลวนออกทะเลจีนใต้ทางฝั่งตะวันตกของปากอ่าวเป็นลักษณะน้ำไหลแบบทวนเข็มนาฬิกา มีน้ำไหลเป็นวงแบบตามเข็มนาฬิกาที่ด้านในสุดของอ่าวไทยตอนล่าง ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นการเปลี่ยนถ่ายน้ำชั้นล่างของอ่าวไทยจากการเกิด Upwelling และการได้รับน้ำใหม่จากทะเลจีนใต้ทางฝั่งตะวันออกของปากอ่าวไทย



ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมในเดือนตุลาคม สถานการณ์ยังคงคล้ายกับช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ความเร็วลมลดลงทำให้ขบวนการ Upwelling ลดน้อยลง น้ำชั้นบนมีการหมุนเวียนแบบทวนเข็มนาฬิกาทั้งอ่าว ในขณะที่น้ำระดับล่างลงไปยังมีการหมุนเวียนเป็นวงแบบตามเข็มนาฬิกาที่ด้านในของอ่าวไทย



การหมุนเวียนของน้ำในอ่าวไทยจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ
 ที่มา: อนุกุล บุรณะประทีปรัตน์. 2551. การหมุนเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบน.
 วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 13(1): 75-83.

ช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) มีน้ำจากทะเลจีนใต้พัดเข้าสู่อ่าวไทยรวมทั้งน้ำท่าจากแม่น้ำโขงด้วย หากน้ำท่าออกมาล่าช้ากว่าปกติ มวลน้ำที่ล้นพัดเข้ามาทำให้ระดับน้ำในอ่าวเพิ่มสูงขึ้น เกิดน้ำทะเลหนุนที่ปากแม่น้ำที่กั้นอ่าวไทยตอนบน การเกิด Upwelling จะลดน้อยลง

ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมในเดือนมีนาคม-เมษายน สถานการณ์ยังคงคล้ายกับฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็วของลมลดลงทำให้น้ำทะเลลดลง

2. ปραกฏการณ์สัตว์น้ำในแนวปะการังแถบหินม่วง-หินแดงตายเมื่อต้นปี 2550

โดย นิพนธ์ พงศ์สุวรรณ นักวิชาการประมง 8 ว

ปะการังอ่อนและสัตว์น้ำตายตอนต้นปี 2550 ในพื้นที่แนวปะการังหลายแห่งแถบจังหวัดกระบี่ ตรัง และสตูล จนเป็นข่าวใหญ่สือฮาในวงการท่องเที่ยวดำน้ำ นักดำน้ำหลายรายได้รายงาน



สถานการณ์ในช่วงนั้นว่า น้ำทะเลเย็นผิดปกติ คือประมาณ 23-24 องศาเซลเซียส (ซึ่ง โดยปกติแล้ว ในช่วงหน้าแล้งอุณหภูมิมีน้ำทะเลจะอยู่ราว 28-29 องศาเซลเซียส) มวลน้ำเย็นสีน้ำตาลคล้ำ ไหลมา เป็นกลุ่มก้อน สัตว์น้ำและปะการังอ่อนตามเกาะต่าง ๆ ตั้งแต่กระบี่ลงไปถึงสตูลตายเกลื่อน โดยเฉพาะที่หินม่วง หินแดง หมู่เกาะห้าใหญ่ ได้รับผลกระทบมากกว่าที่อื่น

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน ได้รับตัวอย่าง สัตว์น้ำที่ตายจากนักดำน้ำ แต่ก็ไม่สามารถบอกสาเหตุจากการตรวจสอบซากสัตว์ได้ สถาบันฯ ได้ออกเก็บข้อมูลสภาพน้ำทะเลเมื่อวันที่ 6 เมษายน 2550 ตลอด 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำทะเลยังคงเย็นถึง 23-24 องศาเซลเซียสที่ระดับลึก 30 เมตร นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) มีค่าเพียง 1.5-2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถือว่าต่ำมาก จึงเป็นไปได้ว่าสัตว์น้ำตายน่าจะเป็นผลจากการขาดออกซิเจน

ทำไมเกาะที่อยู่ห่างไกลชายฝั่งแผ่นดินใหญ่เช่นนั้นถึงมีมวลน้ำที่มีออกซิเจนต่ำ สิ่งที่เป็นไปได้คือ มวลน้ำเย็นจากก้นทะเลลึกได้ผุดขึ้นสู่ที่ตื้น (cool upwelling) โดยปกติแล้ว มวลน้ำจากก้นทะเลลึกมีอุณหภูมิต่ำ และมีออกซิเจนต่ำด้วย เมื่อมวลน้ำผุดขึ้นมา มันจะหอบเอาสารอาหารที่สะสมอยู่ปริมาณมากที่สะสมบนก้นทะเลขึ้นมาด้วย สารอาหารเหล่านั้นเป็นอาหารอย่างดีสำหรับแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนพืชจึงขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืช (plankton bloom) ตามหมู่เกาะนอกชายฝั่ง

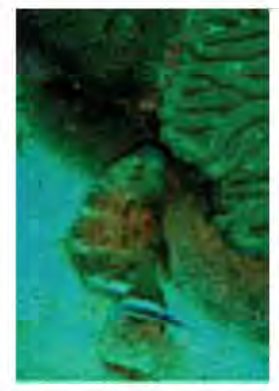
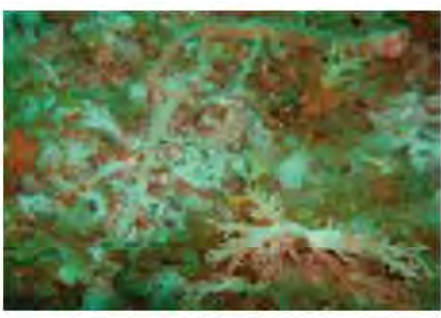
มวลน้ำเย็นผุดขึ้นมา เกิดจากสาเหตุใด นักวิจัยที่สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน ศึกษาเรื่องนี้ พบว่ามวลน้ำเย็นผุดเป็นผลจากปรากฏการณ์คลื่นใต้น้ำ (internal waves) ซึ่งเคลื่อนตัวเข้าสู่ชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยในต้นปี 2550 ชั้นน้ำที่เป็นคลื่นใต้น้ำอยู่ในชั้นน้ำตื้น ทำให้คลื่นใต้น้ำดังกล่าวเกิดปะทะกับแนวไหลทวีปที่ระดับความลึกประมาณ 90-100 เมตร ส่งผลให้เกิดการฟุ้งกระจายของมวลน้ำเย็นที่อยู่เบื้องล่างกระจายขึ้นสู่แนวชายฝั่งของเกาะ

ปรากฏการณ์เช่นนี้เกิดรุนแรงเป็นพิเศษในช่วงต้นปี 2550 โดยอาจมีสาเหตุเกี่ยวเนื่องกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านสมุทรศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์พบว่าเมื่อปลายปี 2549 มีปรากฏการณ์ "Indian Ocean Dipole" กล่าวคือระดับน้ำในมหาสมุทรอินเดียทางฝั่งตะวันตกสูงมากผิดปกติ ในขณะที่ทางฝั่งตะวันออก (เช่นแถบประเทศไทย) ต่ำกว่าปกติ สภาพเช่นนี้มักเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับปีที่เกิดเอลนีโญ เหตุการณ์เช่นนี้ เคยเกิดรุนแรงเช่นกันในปลายปี 2537 ถึงต้นปี 2538 และปลายปี 2540 ถึงต้นปี 2541 โดยเฉพาะในต้นปี 2541 ผู้เขียนได้สังเกตเห็นชัดว่าน้ำลงต่ำกว่าปกติและนานกว่าปกติ คือตั้งแต่เที่ยงวันจนถึงสี่โมงเย็น ปะการังที่อยู่บนโซนพื้นราบ (reef flat) จึงถูกแสงแดดแผดเผา ตายเป็นดงกว้างหลายแห่งทางฝั่งทะเลอันดามัน



การที่น้ำลดลงต่ำกว่าปกติ ทำให้ชั้นน้ำ thermocline ขยับตัวขึ้นมาด้วย มวลน้ำเย็นจึงมี โอกาสกระทบแนวปะการังมากขึ้น ถ้าเป็นมวลน้ำเย็นที่มีออกซิเจนไม่ต่ำเกินไป สัตว์น้ำก็อยู่ได้ แต่ ถ้ามีออกซิเจนต่ำก็มีโอกาสตายสูง มีข้อที่น่าสังเกตอีกอย่างหนึ่งสำหรับในปี 2541 ซึ่งเป็นปีที่เกิด เอลนีโญรุนแรงด้วย อุณหภูมิน้ำทะเลในแนวปะการังหลายแห่งทั่วโลกสูงขึ้น จนเกิดปะการังฟอก ขาว ปะการังเสียหายมากเป็นประวัติการณ์ แต่ทางฝั่งทะเลอันดามัน น้ำเย็นผิดปกติ (อาจเกี่ยวพันกับ การเกิด Indian Ocean Dipole) ทำให้การฟอกขาวของปะการังไม่รุนแรงมากเท่าที่อื่น ดังนั้นจึงดู เหมือนว่า Indian Ocean Dipole อาจมีผลได้ 2 ทาง คือช่วยให้น้ำทะเลไม่ร้อนเกินไป ทำให้ปะการัง ฟอกขาวเกิดน้อยลง หรือในอีกทางหนึ่ง อาจเป็นผลเสีย ถ้ามวลน้ำเย็นที่ผุดขึ้นมา นั้น มีออกซิเจนต่ำ เกินไป จนสัตว์น้ำอยู่ไม่ได้

(หมายเหตุ ผู้เขียนมิใช่ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสมุทรศาสตร์ ข้อมูลเนื้อหาทางด้านสมุทรศาสตร์ที่ใช้ ประกอบการเขียน ได้จากการสนทนากับนักสมุทรศาสตร์ หากผู้ขียนนำเสนอผิดพลาดประการใด โปรดให้ความเห็นด้วย)



สัตว์น้ำตายที่หมู่เกาะห้า และเกาะบิตะนอก ต้นปี 2550
(เอื้อเฟื้อภาพโดย Christian Mietz)

3. การแพร่กระจายของฉลามวาฬ

ฉลามวาฬชอบอาศัยอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิในช่วง 21 - 26 องศาเซลเซียส ดังนั้นจะพบฉลามวาฬ ในทะเลเขตร้อนทั่วโลก ยกเว้นทะเลเมดิเตอร์เรเนียน หรือบางครั้งอาจมีความสัมพันธ์กับกระแสน้ำอุ่น ในบางบริเวณ เนื่องจากฉลามวาฬเป็นปลาที่กรองอาหารจากมวลน้ำ จึงมักพบฉลามวาฬในบริเวณที่ เกิดขบวนการน้ำผุด (Upwelling) เพราะจะมีสารอาหารจากพื้นที่ท้องทะเลที่ตกตะกอนอยู่ลอยขึ้นมา ทำให้ในบริเวณนี้มีแพลงก์ตอนจำนวนมาก และอาหารของฉลามวาฬก็คือแพลงก์ตอนที่ล่องลอยอยู่ และฝูงปลาขนาดเล็กที่เข้ามากินแพลงก์ตอน





ฉลามวาฬในเมืองไทย

ฉลามวาฬในเมืองไทยส่วนใหญ่พบตามกองหินใต้น้ำที่อยู่ในเขตทะเลเปิด มีความลึก 30 ม. ขึ้นไปเช่น ริเชลิว หินม่วง กองตุงกู โลซินอย่างไรก็ตามมีการรายงานว่าพบฉลามวาฬทั้งสองฝั่งของทะเลไทย โดยจะมีการพบบ่อยครั้งที่เกาะเต่าและโลซินในฝั่งอ่าวไทย ขณะที่ฝั่งอันดามันมีรายงานว่าพบบ่อยครั้งที่หินแดงและหินริเชลิว ปัจจุบันมีรายงานการพบฉลามวาฬลดน้อยลงมากซึ่งยังไม่มีข้อมูลที่แน่ชัดว่าเกิดจากสาเหตุใดอาจมาจากปัจจัยทางธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงไป หรืออาจเกิดจากน้ำมือของมนุษย์ที่เข้าไปมีบทบาทมากมายในทะเลซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของฉลามวาฬ

แนวปะการังในประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบจากมนุษย์มากเช่นเดียวกัน เพราะมีกลุ่มคนเพียงจำนวนน้อยเท่านั้นที่พยายามจะดูแลรักษาระบบนิเวศแนวปะการังไว้ได้ดี ขณะที่กลุ่มคนอีกจำนวนมหาศาลที่เข้ามาใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศนี้ในแง่ของการพักผ่อนหย่อนใจกลับไม่ได้คำนึงถึงความสำคัญของแนวปะการังเลย ซึ่งก็ได้แต่หวังว่าในอนาคตอันใกล้นี้พวกเขาจะใช้มันอย่างมีจิตสำนึกที่สุดก่อนที่แนวปะการังของเมืองไทยจะหมดไป

<http://www.marinewave95.com/sara8.html>



เฉลยคำถามท้ายบท

1. มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการหมุนเวียนของระบบลม โลกและน้ำในมหาสมุทร
แนวคำตอบ ความแตกต่างของอุณหภูมิ แรงคอริโอลิส
2. มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการหมุนเวียนของลม จงอธิบาย
แนวคำตอบ รังสีของดวงอาทิตย์ ลักษณะของพื้นผิวโลก การหมุนรอบตัวเองของโลก
3. มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร จงอธิบาย
แนวคำตอบ ลมจะมีผลต่อการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้า โดยกระแสน้ำจะเคลื่อนที่ไปตามทิศทางลม ส่วนความเค็มและอุณหภูมิจะมีผลต่อการหมุนเวียนของกระแสน้ำลึก โดยน้ำที่มีอุณหภูมิสูงบางส่วนไหลเข้าไปทางเขตขั้วโลกจะจมตัวลง และเคลื่อนตัวไปตามก้นทะเลไปทางเส้นศูนย์สูตร
4. กระแสน้ำลึก และกระแสน้ำผิวหน้า แตกต่างกันอย่างไร
แนวคำตอบ กระแสน้ำลึกเป็นกระแสน้ำที่หมุนเวียนอยู่ในน้ำชั้นล่าง และการหมุนเวียนขึ้นอยู่กับความเค็มและอุณหภูมิ ส่วนกระแสน้ำผิวหน้าเป็นกระแสน้ำที่หมุนเวียนอยู่ในน้ำชั้นบน และการหมุนเวียนขึ้นอยู่กับทิศทางลม
5. การหมุนเวียนของลมบน โลกมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร
แนวคำตอบ ทำให้เกิดลักษณะอากาศที่แตกต่างกัน เช่น มรสุมร้อนและมรสุมฤดูหนาว ทำให้เกิดความสมดุลของพลังงานระหว่างบริเวณศูนย์สูตรกับขั้วโลก ทำให้เกิดการคมนาคมระหว่างทวีปต่าง ๆ
6. การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร
แนวคำตอบ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ณ บริเวณต่าง ๆ เช่น การเกิดเอลนีโญ ลานินญา ทำให้เกิดการหมุนเวียนของแร่ธาตุใต้ทะเลในบริเวณต่าง ๆ ทำให้เกิดความสมดุลพลังงานระหว่างบริเวณศูนย์สูตรกับขั้วโลก
7. กระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็น เกิดจากการหมุนเวียนของน้ำรูปแบบใด และเกิดได้อย่างไร
แนวคำตอบ กระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็นเกิดจากการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้า โดยลมค้าพัดน้ำผิวหน้าบริเวณศูนย์สูตรให้ไหลไปทางทิศตะวันตกไปปะทะกับแผ่นดินทำให้ระดับผิวน้ำเกิดความลาดเอียง กระแสน้ำบางส่วนไหลย้อนกลับใต้ผิวน้ำ และมวลน้ำส่วนใหญ่ไหลขึ้นเหนือและใต้เส้นศูนย์สูตรกลายเป็นกระแสน้ำอุ่น และเมื่อน้ำไหลขึ้นไป



ถึงแนวละติจูด 30 องศา จะมีลมตะวันตกพัดพาน้ำไปทางทิศตะวันออก เมื่อมวลน้ำชนแผ่นดิน น้ำบางส่วนจะไหลเข้าหาเส้นศูนย์สูตร กลายเป็นกระแสน้ำเย็นทางฝั่งตะวันออกของมหาสมุทร

8. น้ำผุดเกิดขึ้นได้อย่างไร และมีประโยชน์อย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อมีลมพัดขนานกับชายฝั่ง รวมทั้งผลของแรงคอริโอลิส ทำให้น้ำชั้นบนถูกพัดออกไปจากชายฝั่งในแนวตั้งฉากกับทิศทางลม และน้ำชั้นล่างจะเคลื่อนที่ขึ้นมาแทนที่ น้ำชั้นบน มีประโยชน์ คือ ช่วยพัดพาสารอาหารขึ้นมาด้วย ทำให้ชายฝั่งบริเวณนั้นอุดมสมบูรณ์

9. แรงคอริโอลิสมีอิทธิพลต่อการหมุนเวียนของระบบลม โลกและน้ำในมหาสมุทรอย่างไร

แนวคำตอบ ทำให้การเคลื่อนที่ของลมและน้ำมีทิศทางที่เปลี่ยนแปลงไปจากทิศทางเดิม

10. นักเรียนคิดว่าบริเวณชายฝั่งของประเทศไทยมีการเกิดน้ำผุดบ้างหรือไม่ น่าจะอยู่บริเวณใด และมีผลต่อระบบนิเวศทางทะเลแถบนั้นอย่างไร

แนวคำตอบ อ่าวไทยและอันดามัน ส่วนหนึ่งทำให้ทะเลบริเวณนั้นอุดมสมบูรณ์ด้วยแพลงก์ตอน จนบางครั้งอาจพบสัตว์ทะเลที่หายากมาหากินบริเวณนั้น เช่น ฉลามวาฬ แต่บางครั้งถ้าเกิดกระแสน้ำผุดที่นำน้ำที่อุณหภูมิต่ำมากขึ้นมา จะทำให้ปะการังหรือสัตว์บริเวณนั้นตายได้



บทที่ 3

เมฆและการเกิดเมฆ



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Cumulus_clouds_in_fair_weather.jpeg

เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

1. เมฆและการเกิดเมฆ	4	ชั่วโมง
2. เสถียรภาพของอากาศ	2	ชั่วโมง
3. แนวปะทะอากาศ	2	ชั่วโมง
รวม	8	ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้ บทที่ 3

1. สืบค้น ทดลอง อภิปรายและอธิบายการเกิดเมฆ
2. สืบค้น อภิปรายและอธิบายการเกิดเสถียรภาพของอากาศ
3. สืบค้น ทดลอง อภิปรายและอธิบายการเกิดแนวปะทะอากาศ
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดเมฆ กับเสถียรภาพของอากาศ และแนวปะทะอากาศ



สาระสำคัญ

เมฆเป็นกลุ่มละอองน้ำหรือผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กจำนวนมากที่ลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งเกิดจากการยกตัวของกลุ่มอากาศ ผ่านความสูงเหนือระดับควบแน่น และมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้าง เมื่ออุณหภูมิลดลงพอเหมาะไอน้ำในมวลอากาศนั้นจะควบแน่นทำให้ละอองน้ำเปลี่ยนขนาดและรวมตัวกันเกิดเป็นเมฆ หากอากาศมีเสถียรภาพแตกต่างกัน จะส่งผลต่อการส่งเสริมหรือยับยั้งให้ก้อนอากาศเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงในแนวดิ่งจึงมีผลต่อการเกิดเมฆ โดยในบริเวณรอยต่อของมวลอากาศที่มีสมบัติแตกต่างกัน หรือตามแนวปะทะอากาศนั้น จะพบการเกิดเมฆในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

แนวการจัดการเรียนรู้

3.1 เมฆและการเกิดเมฆ

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเมฆ โดยอภิปรายร่วมกันในประเด็นคำถามต่อไปนี้



เมฆ คืออะไร

แนวคำตอบ กลุ่มละอองน้ำหรือผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กจำนวนมากที่ลอยอยู่ในอากาศ



เมฆกับหมอกแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ ต่างกันในเรื่องบริเวณที่อยู่ โดยเมฆจะลอยสูงในอากาศ แต่หมอกซึ่งเป็นเมฆแผ่นบาง จะลอยสูงเหนือพื้นดินไม่มากนัก บางครั้งลอยต่ำปกคลุมเหนือพื้นดิน



นักเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับเมฆ

แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน



นักเรียนอยากรู้อะไรเกี่ยวกับเมฆ

แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน

2. ครูนำภาพเมฆรูปร่างต่าง ๆ เช่น เมฆที่มีลักษณะเป็นก้อน เป็นแผ่น หรือเป็นริ้ว ๆ มาแสดงให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า




เมฆมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันเพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เมฆมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันเพราะมีกลไกการยกตัวของอนุภาคอากาศที่แตกต่างกัน และเนื่องจากนักเรียนยังไม่ได้ศึกษาเกี่ยวกับ




เรื่องดังกล่าว คำตอบข้อนี้จึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน


 เมฆเกิดได้อย่างไร

แนวคำตอบ นักเรียนอาจมีความรู้เดิมมาแล้วว่า เมฆเกิดจากการยกตัวของกลุ่มอากาศร้อนด้านล่าง ขึ้นสู่อากาศชั้นบนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้าง แล้วเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ

ขั้นสอน (3.5 ชั่วโมง)

3. จัดกลุ่มนักเรียนให้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยให้ระดมความคิดและร่วมกันอภิปรายว่า

 เมฆเกิดได้อย่างไร

 ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการเกิดเมฆ

 หากต้องการสร้างเมฆขึ้นเอง จะทำได้หรือไม่ อย่างไร

4. นักเรียนทำกิจกรรม 3.1 เรื่อง เมฆเกิดได้อย่างไร เพื่อสำรวจตรวจสอบเรื่องการเกิดเมฆ และปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเมฆ

กิจกรรม 3.1 เมฆเกิดได้อย่างไร

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง และสังเกตการเปลี่ยนแปลงภายในภาชนะที่มีอุณหภูมิต่างกัน
2. อภิปรายและอธิบายกระบวนการเกิดเมฆ และปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเมฆ

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ - อุปกรณ์

1. ภาชนะใสทรงกระบอกหรือแก้วน้ำขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5-10 เซนติเมตร สูง 10-15 เซนติเมตร
2. ภาชนะลักษณะแบน เช่น จานขนาดเล็ก กระจกนาฬิกา
3. น้ำร้อน และน้ำเย็น
4. น้ำแข็งทุบละเอียด
5. ธูป
6. ไม้ขีดไฟ



วิธีทำกิจกรรม

1. นำน้ำร้อนใส่ในภาชนะ แล้วสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นในภาชนะ
2. จุกจุ่มและเอาเข้าไปจ่อในภาชนะเพื่อให้ควันรูปอยู่ในภาชนะ สังเกตการเปลี่ยนแปลงภายในภาชนะ
3. นำน้ำแข็งใส่ลงในภาชนะแบนและนำไปวางบนปากภาชนะ จากนั้นสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น
4. ทำตามขั้นตอนข้อ 1-3 อีกครั้ง แต่ไม่ใช่ควันรูปจ่อในภาชนะ สังเกตการเปลี่ยนแปลง
5. ทำตามขั้นตอนข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนเป็นใช้น้ำเย็นแทนน้ำอุ่น สังเกตการเปลี่ยนแปลง



ผลการทำกิจกรรม

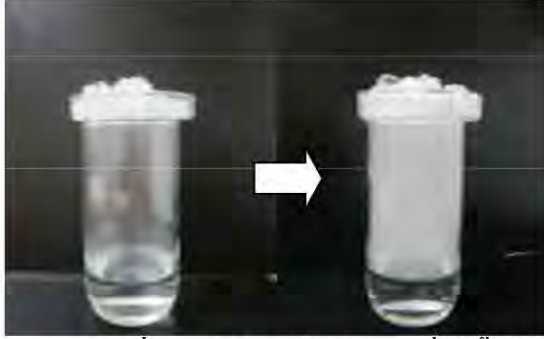
กิจกรรมนี้ทำการทดลองเพื่อจำลองการเกิดเมฆ และศึกษาปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดเมฆ โดยน้ำร้อนเปรียบเป็นแหล่งกำเนิดไอน้ำในบรรยากาศ เพราะเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงจะทำให้ไอน้ำระเหยขึ้นไปในบรรยากาศ ควันรูปเปรียบเสมือนอนุภาคแกนกลางการควบแน่น (cloud condensation nuclei, CCN) ที่เป็นแกนกลางให้ไอน้ำมาเกาะแล้วเกิดการควบแน่นบนอนุภาคนี้น้ำแข็งที่ใส่ภาชนะแบนแล้ววางบนปากภาชนะเปรียบเสมือนอุณหภูมิลดต่ำลงเมื่ออยู่ในบรรยากาศระดับสูงที่ระดับควบแน่น

จากกิจกรรม ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามต่อไปนี้

📖 เมื่อจ่อควันรูปในภาชนะที่มีอุณหภูมิต่างกัน แล้ววางภาชนะแบนที่ใส่น้ำแข็งบนปากภาชนะ นักเรียนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ ในภาชนะที่ใส่น้ำร้อน จะเห็นกลุ่มละอองน้ำในแก้วเกิดเพิ่มมากขึ้นอย่างหนาแน่น แต่ในภาชนะที่ใส่น้ำเย็นไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ ควันรูปภายในภาชนะค่อยๆ จางหายไป








ภาพการเปลี่ยนแปลงภายในภาชนะที่ใส่น้ำร้อน
เมื่อวางภาชนะบนที่ใส่น้ำแข็งบนปากภาชนะ





ภาพการเปลี่ยนแปลงภายในภาชนะที่ใส่น้ำเย็น
เมื่อวางภาชนะบนที่ใส่น้ำแข็งบนปากภาชนะ


-  เหตุใดจึงต้องวางภาชนะบนที่ใส่น้ำแข็งบนปากภาชนะ

แนวคำตอบ เพื่อเปรียบเสมือนอุณหภูมิที่ลดต่ำลงเมื่ออยู่ในบรรยากาศระดับสูงขึ้นไปจนถึงระดับควบแน่น เมื่ออากาศร้อนจากด้านล่างยกตัวสูงขึ้นมากระทบกับอากาศเย็นที่ปากภาชนะ อากาศภายในจึงเกิดการควบแน่นเกิดละอองน้ำจำนวนมาก
-  หากไม่ใช่ควันทันรูป นักเรียนจะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงภายในภาชนะหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ไม่เห็น เนื่องจากไม่มีอนุภาคที่เป็นแกนกลางให้เกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำมากมายภายในภาชนะ
-  กลุ่มของละอองน้ำภายในภาชนะเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ ไอน้ำร้อนจะยกตัวสูงขึ้นมากระทบกับอากาศเย็นที่ปากภาชนะ เนื่องจากมีควันทันรูปแขวนลอยอยู่ จึงช่วยเป็นแกนกลางให้ไอน้ำมาเกาะและควบแน่นบนอนุภาคของควันทันรูป เกิดเป็นกลุ่มละอองน้ำ
-  ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อละอองน้ำในภาชนะ

แนวคำตอบ อุณหภูมิของน้ำที่ใส่ในภาชนะ อนุภาคแกนกลางการควบแน่น (ควันทันรูป) อุณหภูมิต่ำที่ปากภาชนะ
-  การเกิดละอองน้ำในภาชนะเหมือนหรือแตกต่างกับการเกิดเมฆอย่างไร

แนวคำตอบ เหมือนกัน คือ ในการเกิดเมฆจะมีการยกตัวของกลุ่มอากาศร้อนด้านล่างขึ้นสู่อากาศชั้นบนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้าง แล้วเกิดการควบแน่นรอบอนุภาคแกนกลางการควบแน่นซึ่งแขวนลอยในอากาศ สำหรับการจำลองการเกิดเมฆในกิจกรรมนั้น แสดงให้เห็นว่า ไอน้ำร้อนจากก้นภาชนะจะยกตัวสูงขึ้นมากระทบกับอากาศเย็นที่ปากภาชนะ จากนั้นเกิดการควบแน่นบนอนุภาคของควันทันรูปเกิดเป็นกลุ่มละอองน้ำมากมายขึ้นภายในภาชนะ
-  ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อเกิดเมฆ

แนวคำตอบ อนุภาคแกนกลางการควบแน่น การยกตัวของอากาศ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นในอากาศ



5. นักเรียนศึกษาเรื่องกระบวนการเกิดเมฆ จากภาพ 3.2 ในหนังสือเรียนหน้า 42 พร้อมกับสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมและอภิปรายร่วมกันเพื่อคำถามในประเด็นต่อไปนี้



อุณหภูมิของอากาศที่ความสูงระดับต่าง ๆ เป็นอย่างไร

แนวคำตอบ ในบรรยากาศที่สูงขึ้นไป อุณหภูมิของอากาศจะลดต่ำลง



อัตราการลดลงของอุณหภูมิของกลุ่มอากาศต่อความสูงก่อนและหลังการควบแน่นเหมือนหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ต่างกัน ที่ความสูงก่อนถึงระดับควบแน่น อุณหภูมิของอากาศต่ำลงด้วยอัตรา 10°C ต่อความสูง 1,000 เมตร ที่ระดับการควบแน่นและสูงขึ้นไปจากนั้น อัตราการลดลงของอุณหภูมิเป็น 6°C ต่อความสูง 1,000 เมตร โดยประมาณที่เป็นเช่นนี้เพราะคุณสมบัติของอากาศ เช่น ค่าความชื้นสัมพัทธ์ จะแตกต่างกันตามระดับความสูง



หากอุณหภูมิของอากาศที่ระดับความสูงต่าง ๆ มีค่าเท่ากัน จะส่งผลอย่างไรต่อการเกิดเมฆ

แนวคำตอบ ไม่สามารถเกิดเมฆได้



หากอากาศจากพื้นดินไม่สามารถยกตัวสูงขึ้นได้ จะส่งผลอย่างไรต่อการเกิดเมฆ

แนวคำตอบ ไม่สามารถเกิดเมฆได้



การยกตัวของอนุภาคอากาศ สำคัญอย่างไร

แนวคำตอบ ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศลดลงตามระดับความสูง และเมื่ออนุภาคอากาศลอยสูงเหนือระดับควบแน่น จะเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำได้



อากาศจากพื้นดินยกตัวสูงขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ อนุภาคอากาศยกตัวด้วยกลไกต่าง ๆ ได้แก่ ความร้อนของพื้นผิวที่มีอุณหภูมิสูง การเปลี่ยนแปลงความสูงของพื้นที่หรือภูเขา การเคลื่อนที่ของอากาศเนื่องจากแรงต่าง ๆ และมวลอากาศเคลื่อนที่เข้าหากันตามแนวปะทะอากาศ

จากกิจกรรมนี้ นักเรียนควรสร้างความรู้ได้ว่า การเกิดเมฆได้นั้น อนุภาคอากาศต้องมีการยกตัวขึ้นสูง ด้วยกลไกต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศลดลงตามระดับความสูงจนสามารถควบแน่นเป็นละอองน้ำขนาดเล็กได้ โดยกลไกการยกตัวของอนุภาคอากาศ มี 4 กลไก ได้แก่ ความร้อนของพื้นผิวที่มีอุณหภูมิสูง การเปลี่ยนแปลงความสูงของพื้นที่หรือภูเขา การเคลื่อนที่ของอากาศเนื่องจากแรงต่าง ๆ และมวลอากาศเคลื่อนที่เข้าหากันตามแนวปะทะอากาศ

6. นักเรียนศึกษาเรื่องการยกตัวของอนุภาคอากาศจากกลไกต่าง ๆ ในหนังสือเรียน หน้า 44-45 แล้วสืบค้นข้อมูลเพื่อตอบคำถามว่า





เมฆที่แตกต่างกันเหล่านี้ มีกลไกการเกิดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lenticularis_cloud_above_gletscher_Skaftafell_Iceland_26jun05.JPG

ภาพเมฆรูปเลนส์



<http://www.fluent.com/about/news/newsletters/04v13i2/img/a6i1.jpg>

ภาพเมฆลูกคลื่น



<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Middleeastmatus.JPG>

ภาพเมฆแมมมาทัส

แนวคำตอบ แตกต่างกันในเรื่องกลไกที่ทำให้อนุภาคอากาศยกตัว โดยเมฆรูปเลนส์ เกิดจากการที่กระแสอากาศในแนวระดับเคลื่อนที่ไปปะทะภูเขา ทำให้อากาศในบริเวณเหนือภูเขาถูกยกตัวให้สูงขึ้น เมื่ออากาศเคลื่อนผ่านบริเวณดังกล่าวไป อากาศจะลดตัวต่ำลง เกิดเป็นเมฆที่มีรูปร่างแบน ยืดยาว

เมฆรูปคลื่น เป็นเมฆระดับสูงซึ่งพบได้ไม่บ่อยนัก โดยมีมวลอากาศอุ่นเคลื่อนที่เข้ามายังบริเวณที่มีอากาศเย็น และมีลมเฉือนที่พัดอยู่ในแนวตั้ง ลมในระดับบนจะพัดแรงกว่าลมในระดับที่อยู่ต่ำกว่า ทำให้อากาศไม่มีเสถียรภาพ จึงเกิดเมฆที่มีลักษณะคล้ายคลื่น

เมฆแมมมาทัส เป็นเมฆที่มีการเกิดแตกต่างไปจากเมฆทั่วไป ปกติเมฆจะเกิดขึ้นจากการยกตัวของอากาศ แต่เมฆชนิดนี้เกิดขึ้นจากการจมตัวของอากาศที่ไม่มีเสถียรภาพอย่างมาก

7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องการเปลี่ยนขนาดของละอองน้ำในอากาศ ซึ่งช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงจากละอองน้ำขนาดเล็กในเมฆ มาเป็นหยาดน้ำฟ้า เช่น ฝน เป็นต้น โดยศึกษาภาพ 3.3 ในหนังสือเรียนหน้า 42 แล้วให้อภิปรายร่วมกันในประเด็นคำถาม เช่น



ละอองน้ำในเมฆและฝน แตกต่างกันอย่างไรร


แนวคำตอบ ขนาดแตกต่างกัน ละอองน้ำในเมฆจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เล็กกว่า 0.05 มิลลิเมตร หยดน้ำฝนมีขนาดใหญ่กว่า ประมาณ 0.5-5 มิลลิเมตร




ขนาดของละอองน้ำในกลุ่มเมฆเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อกระแสลมในบรรยากาศแปรปรวน ละอองน้ำขนาดเล็กภายในเมฆ จะเคลื่อนที่ชนกันแล้วรวมตัว เป็นหยดน้ำขนาดใหญ่ขึ้น




 เหตุใดละอองน้ำในกลุ่มเมฆสามารถลอยอยู่ได้ในอากาศ ในขณะที่หยดน้ำฝนนั้นตกลงมาสู่พื้นล่าง

แนวคำตอบ เนื่องจากละอองน้ำ และหยดน้ำฝนมีขนาดที่แตกต่างกัน ละอองน้ำซึ่งมีขนาดเล็กเคลื่อนที่ภายในเมฆได้โดยไม่ตกลงมา เพราะมีแรงพยุงซึ่งมากกว่าแรงโน้มถ่วงของโลก ในขณะที่หยดน้ำฝนซึ่งมีขนาดใหญ่ส่งผลให้ค่าแรงโน้มถ่วงมากกว่าแรงพยุง หยดน้ำฝนจึงตกลงมาได้

 การเปลี่ยนแปลงขนาดของละอองน้ำภายในเมฆ เป็นหยาดน้ำฟ้าอื่น ๆ เช่น หิมะ ลูกเห็บ ขึ้นอยู่กับอะไร

แนวคำตอบ การเกิดเป็นหยาดน้ำฟ้าชนิดใดขึ้นกับ ความชื้นในบรรยากาศ ลม การชน และการรวมตัวของละอองน้ำ ส่วนสถานะของหยาดน้ำฟ้า จะขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิภายในก้อนเมฆ บรรยากาศ และพื้นผิว


8. นักเรียนศึกษาเรื่องชนิดของเมฆ ครูอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเก็บข้อมูล ล่วงหน้าประมาณ 1 สัปดาห์ โดยสังเกตปริมาณเมฆปกคลุมและลักษณะของเมฆบนท้องฟ้าในแต่ละวันว่ามีรูปร่างแตกต่างกันอย่างไรบ้าง อาจให้นักเรียนวาดภาพหรือถ่ายภาพเมฆที่สังเกตได้แล้วนำมาเสนอต่อชั้นเรียน และอภิปรายในประเด็นคำถามต่อไปนี้

 ปริมาณของเมฆในแต่ละวันแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร


แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับข้อมูลที่นักเรียนสำรวจมา แต่โดยปกติแล้วหากสภาพอากาศแตกต่างกัน ก็จะมีปริมาณของเมฆแตกต่างกัน

 เพราะเหตุใดเมฆจึงมีปริมาณแตกต่างกัน


แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับปัจจัย เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ลม หรือเสถียรภาพอากาศ

 จากการสังเกตลักษณะของเมฆ นักเรียนสามารถจัดกลุ่มเมฆตามลักษณะที่แตกต่างกันได้อย่างไร

แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน โดยอาจพบว่าเมฆมีลักษณะเป็นก้อน เป็นแผ่น และเป็นริ้ว

 เพราะเหตุใดเมฆจึงมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน

แนวคำตอบ มีกลไกการยกตัวของอากาศที่แตกต่างกัน

 นอกจากรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกันของเมฆแล้ว สามารถจัดชนิดของเมฆโดยใช้เกณฑ์อื่นได้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ อาจจัดโดยใช้ระดับความสูงของฐานเมฆ หรือ คำตอบอื่น ๆ ซึ่งขึ้นกับนักเรียน โดยนักเรียนอาจใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มเมฆที่แตกต่างกัน



9. ครูอธิบายเพิ่มเติมเรื่องชนิดของเมฆ ว่าสามารถจัดกลุ่มโดยแบ่งตามรูปร่างลักษณะของเมฆ ได้แก่ ลักษณะเป็นก้อน เป็นแผ่น และเป็นริ้ว และแบ่งตามความสูงของฐานเมฆ ได้แก่ เมฆชั้นสูง เมฆชั้นกลาง และเมฆชั้นต่ำ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาภาพ 3.7 ในหนังสือเรียน หน้า 43 ประกอบกับใบความรู้เพิ่มเติม เรื่องลักษณะของเมฆ และการเรียกชื่อเมฆ และให้นักเรียน สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเพิ่มเติมในประเด็นต่าง ๆ เช่น



ทำไมเมฆจึงอยู่ในระดับต่างกัน

แนวคำตอบ เกิดจากปัจจัยหลายอย่างที่แตกต่างกัน เช่น ลักษณะการยกตัวของ อากาศ ปริมาณไอน้ำ อุณหภูมิในแต่ละระดับความสูง และลม เป็นต้น โดย ส่วนใหญ่เมฆที่มีอุณหภูมิต่ำกว่ามักเกิดในระดับสูง ส่วนเมฆอุ่นจะพบที่ความสูง ใกล้พื้นดินมากกว่า



เราสามารถสังเกตเมฆที่ระดับแตกต่างกันได้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ เราสามารถสังเกตเมฆที่มีระดับความสูงแตกต่างกันได้ด้วยตาเปล่า และเครื่องวัดฐานเมฆ แต่หากมีเมฆชั้นต่ำปกคลุมทั่วท้องฟ้า ก็อาจสังเกตด้วย ตาเปล่าเห็นเพียงเมฆชั้นต่ำเท่านั้น ซึ่งยากต่อการสังเกตเมฆระดับสูงขึ้นไป

ขั้นสรุป (15 นาที)

10. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องเมฆและการเกิดเมฆ โดยควรอธิบายให้ได้ว่า กระบวนการและปัจจัยสำคัญในการเกิดเมฆคืออะไร จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม ต่อไปนี้



ระดับความสูงเหนือพื้นดิน ส่งผลต่อการเกิดเมฆอย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น อัตราการลดลงของอุณหภูมิจะมากขึ้นด้วย โดยที่ความสูงเหนือระดับควบแน่น อุณหภูมิของอากาศจะลดต่ำจนต่ำกว่า อุณหภูมิจุดน้ำค้าง ทำให้ไอน้ำในอากาศเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำแล้วจึง รวมตัวเป็นเมฆ



หากไม่มีอนุภาคแกนกลางการควบแน่น จะเกิดเมฆในชั้นบรรยากาศได้หรือไม่

แนวคำตอบ ไม่ได้ เพราะไอน้ำในอากาศต้องควบแน่นบนอนุภาคแกนกลางการ ควบแน่น จึงจะเกิดเป็นละอองน้ำได้





อธิบายความสัมพันธ์ของการเกิดเมฆกับวัฏจักรของน้ำได้อย่างไร

แนวคำตอบ วัฏจักรของน้ำจะมีการเปลี่ยนสถานะของน้ำระหว่างของแข็งของเหลว และแก๊ส โดยเกิดในชั้นบรรยากาศ และภาคพื้นดิน เช่น น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน ผิวน้ำ และพืช น้ำจากภาคพื้นดินจะมีการระเหยสู่บรรยากาศ เกิดการควบแน่นที่บรรยากาศชั้นบน เกิดเป็นกลุ่มละอองน้ำที่รวมตัวกัน เป็นก้อนเมฆ และหากละอองน้ำมีขนาดใหญ่ขึ้นจะตกลงมาเป็นหยาดน้ำฟ้าตกลงสู่ผิวโลก



หากในข่าวพยากรณ์อากาศ รายงานว่า ท้องฟ้ามีความมืดครึ้มด้วยเมฆฝนชนิดสเตรตัส สเตรโตคิวมูลัส หรือ นิมโบสเตรตัส นักเรียนคิดว่า รายงานนี้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ไม่สมเหตุสมผล เพราะเมฆเหล่านั้นเป็นเมฆแผ่น เมฆที่ทำให้ท้องฟ้ามืดครึ้มน่าจะเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัสที่เป็นเมฆก้อนก่อตัวสูง



หากนักเรียนคนหนึ่ง รายงานว่า เขาสังเกตเห็นเมฆที่อยู่ในระดับกลาง และระดับสูงได้ รายงานนี้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ สมเหตุสมผล หากในวันนั้นท้องฟ้าโปร่ง เมฆชั้นต่ำปกคลุมท้องฟ้าน้อย หรือเมฆที่ปรากฏไม่ซ้อนทับกัน ผู้สังเกตก็สามารถเห็นเมฆระดับกลาง และระดับสูงได้

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

ในชั้นสอน ครูอาจเพิ่มเติมกิจกรรมการประมาณปริมาณเมฆในท้องฟ้าควบคู่กับกิจกรรมสังเกตชนิดของเมฆ การประมาณปริมาณเมฆทำโดยการแบ่งพื้นที่ท้องฟ้าออกเป็น 10 ส่วน แล้วสังเกตว่าในพื้นที่ 10 ส่วนนั้น มีเมฆครอบคลุมพื้นที่กี่ส่วน แล้วแปรผลลักษณะของท้องฟ้าดังเกณฑ์ในตาราง

ลักษณะท้องฟ้า	ปริมาณเมฆ
แจ่มใส	มีเมฆน้อยกว่า 1/10 ของท้องฟ้า
โปร่ง	มีเมฆ 1/10 แต่ไม่เกิน 3/10
บางส่วน	มากกว่า 3/10 แต่ไม่เกิน 5/10
ส่วนมาก	มากกว่า 5/10 แต่ไม่เกิน 8/10
มาก	มากกว่า 8/10 ถึง 9/10
เต็มท้องฟ้า	10/10



เอกสารประกอบการสอน

ใบความรู้เพิ่มเติม เรื่องลักษณะของเมฆ และการเรียกชื่อเมฆ

การเรียกชื่อเมฆจะเรียกตามระดับความสูง และลักษณะรูปร่างของก้อนเมฆ ซึ่งเมฆสามารถแบ่งตามระดับความสูงของฐานเมฆได้ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

1. **เมฆชั้นสูง** เรียกว่า **ซีร์โร (Cirro)** หรือ **ซีร์รัส (Cirrus)** ประกอบด้วยผลึกน้ำแข็ง ดังนั้นเราจึงเห็นมีลักษณะละมุนละไม เนื่องจากอยู่ในระดับความสูงมาก จึงทำให้โดยทั่วไปเมฆชนิดนี้มีขนาดปรากฏเล็กกว่าเมฆชนิดอื่น ๆ ลักษณะหางที่คล้ายครีม ถูกควนปรากฏเป็นทางยาวคือ ผลึกน้ำแข็งที่ตกลงมาแล้วเปลี่ยนสถานะกลายเป็นแก๊ส โดยทั่วไปเราสามารถมองเห็นแสงอาทิตย์ผ่านเมฆระดับสูงนี้ได้ และอนุภาคน้ำแข็งในเมฆชนิดซีร์โรสเตรตัส (Cirrostratus) สามารถกระเจิงแสงให้มีลักษณะเป็นวงแหวนทรงกรด (Halo) รอบดวงอาทิตย์
2. **เมฆชั้นกลาง** เรียกว่า **อัลโต (Alto)** มีส่วนประกอบหลักคือ หยดน้ำ และมีน้ำแข็งบางส่วน ในบางครั้งแสงอาทิตย์อาจส่องผ่านเมฆชนิดนี้ได้ แต่ไม่เห็นเป็นวงแหวน
3. **เมฆชั้นต่ำ** เรียกว่า **สเตรโต (Strato)** อยู่ใกล้ระดับสายตาของผู้สังเกตมากที่สุด จะสามารถมองเห็นว่ามีขนาดใหญ่กว่าเมฆชนิดอื่น ๆ เมฆในกลุ่มนี้อาจมีสีดํา และเป็นสีเทามากกว่าเมฆในระดับกลางและระดับสูง

นอกจากนี้ การเรียกชื่อเมฆ สามารถเรียกตามลักษณะรูปร่าง ได้แก่

1. **เมฆก้อน** เรียกว่า **คิวมูล (Cumulo)** มีลักษณะเป็นก้อนรวมตัวกัน คล้ายปุยฝ้าย หรือดอกกะหล่ำ
2. **เมฆแผ่น** เรียกว่า **สเตรตัส (Stratus)** มีลักษณะเป็นแผ่นแบนแผ่ คล้ายแผ่นลำตี และในกรณีของเมฆที่มีฐานเมฆสีเทา-ดํา ทำให้ฝนตก อาจเรียกว่า **นิมโบ (Nimbu)** หรือ **นิมบัส (Nimbus)**



เมฆชั้นสูง

ซีร์รัส

เมฆชนิดนี้มีลักษณะเบาบางดูคล้ายขนนกสีขาว มักเป็นริ้วๆประกอบด้วยผลึกน้ำแข็ง

ซีร์โรคิวมูลัส

เมฆชนิดนี้มีรูปแบบเป็นชั้นบางสีขาว ลักษณะคล้ายปูยฝ้ายแต่ไม่มีเงาเมฆ ประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งหรือบางครั้งอาจเป็นหยดน้ำที่เย็นจัด

ซีร์โรสเตรตัส

เมฆชนิดนี้มีลักษณะบางเกือบโปร่งใส หรือเป็นชั้นสีขาวประกอบด้วยผลึกน้ำแข็ง มักปกคลุมท้องฟ้า บางส่วนหรือเกือบทั้งหมดบนท้องฟ้าและสามารถทำให้เกิดลักษณะอาทิตย์ทรงกรด

เมฆชั้นกลาง

อัลโตสเตรตัส

เมฆชนิดนี้มีรูปแบบคล้ายม่านสีฟ้าหรือเทาปกคลุมท้องฟ้าทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน สามารถมองเห็นแสงลอดออกมาได้โดยไม่ทำให้เกิดอาทิตย์ทรงกรด

อัลโตคิวมูลัส

เมฆชนิดนี้มีรูปแบบคล้ายคลื่นในทะเลมีสีขาวหรือเทาและทำให้เกิดเงา ประกอบด้วยหยดน้ำเป็นส่วนใหญ่และบางครั้งมีผลึกน้ำแข็ง

เมฆชั้นต่ำ

สเตรตัส

เมฆชนิดนี้มีสีเทาและทอดตัวใกล้กับพื้นผิวโลก มีลักษณะเป็นแผ่นแต่บางครั้งอาจพบเป็นแบบหย่อม เมฆชนิดนี้มักไม่ก่อให้เกิดฝน

สเตรโตคิวมูลัส

เมฆชนิดนี้มีสีขาวหรือเทา ส่วนฐานของเมฆจะค่อนข้างกลมมากกว่าแบนและสามารถก่อตัวขึ้นจากเมฆที่เป็นสเตรตัสเดิม หรือจากการที่เมฆชนิดคิวมูลัสกระจายตัวออก ส่วนบนจะมีลักษณะค่อนข้างแบน

นิมโบสเตรตัส

เมฆชนิดนี้มีรูปแบบเป็นชั้นสีเข้มหรือสีเทาซึ่งจะบดบังแสงอาทิตย์ มีขนาดใหญ่และมีฝนตกต่อเนื่อง

คิวมูลัส

เมฆชนิดนี้มีส่วนฐานแบน ส่วนบนนูนแน่นขึ้นคล้ายดอกกะหล่ำขนาดใหญ่ เมื่อมีแสงส่องกระทบจะเห็นแสงสว่างสีขาว ส่วนฐานมักมีสีเข้ม เมฆชนิดนี้ไม่ก่อให้เกิดฝน

คิวโมโลนิมบัส

เมฆชนิดนี้มีขนาดใหญ่แน่น มีผิวราบและมีส่วนบนของเมฆสูงใหญ่มีลักษณะคล้ายภูเขาขนาดใหญ่หรือหิ้ง มักทำให้เกิดฟ้าแลบฟ้าร้อง ลูกเห็บ บางครั้งมักก่อให้เกิดทอร์นาโด

ข้อมูลจาก

<http://globethailand.ipst.ac.th/TeacherManual/AtmosphereManual/doc-AtmosphereManual/3-2AtmosphereCloudProtocol.doc>

แหล่งสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม

เรื่องเมฆและการเกิดเมฆ

http://www.srh.weather.gov/srh/jetstream/synoptic/clouds_max.htm

http://www.rmutphysics.com/charud/specialnews/6/cloud/cloud_precip.htm



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

หยาดน้ำฟ้า

หยาดน้ำฟ้า (precipitation) คือ หยดน้ำ หรือน้ำแข็งที่เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำตกลงมาสู่พื้นดิน มีกลไกการเกิดเช่นเดียวกับเมฆ แต่แตกต่างกันในเรื่องขนาดของหยดน้ำและละอองน้ำ ซึ่งเมื่อกลั่นตัวแล้วจะมีกระบวนการชน (collision) แล้วรวมตัวกัน (coalescence) ของหยดน้ำ จนหยดน้ำมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากกว่าที่แรงพยุง (Buoyancy force) จะทำให้หยดน้ำนั้นไม่สามารถลอยตัวอยู่ในเมฆได้ จึงตกลงมาสู่พื้นโลกในรูปแบบต่าง ๆ เช่น

- ละอองหมอก (mist) เป็นหยดน้ำขนาด 0.005 – 0.05 มิลลิเมตร
- ฝนละออง (drizzle) เป็นหยดน้ำขนาดเล็กกว่า 0.5 มิลลิเมตร
- ฝน (rain) เป็นหยดน้ำมีขนาดประมาณ 0.5 – 5 มิลลิเมตร
- หิมะ (snow) เป็นผลึกน้ำแข็งขนาดประมาณ 1 – 20 มิลลิเมตร
- ลูกเห็บ (hail) เป็นก้อนน้ำแข็งขนาด 5 มิลลิเมตร – 10 เซนติเมตร หรือใหญ่กว่า 10 เซนติเมตร

การเกิดเป็นหยาดน้ำฟ้าชนิดใดขึ้นอยู่กับ ความชื้นในบรรยากาศ ลม การชน และการรวมตัวของละอองน้ำ ส่วนสถานะของหยาดน้ำฟ้าขึ้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายในเมฆ บรรยากาศ และพื้นผิวด้านล่าง

3.2 เสถียรภาพของอากาศ

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เรื่องเมฆและการเกิดเมฆ โดยร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้เรียนมาเรื่องกระบวนการเกิดเมฆ โดยเฉพาะกลไกการยกตัวของอนุภาคอากาศ
2. ครูนำภาพสองภาพมาให้นักเรียนเปรียบเทียบ ได้แก่ ภาพท้องฟ้าแจ่มใส มีเมฆน้อยหรือปราศจากเมฆ และภาพท้องฟ้ามีดครึ้ม มีเมฆมาก แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถามด้านล่าง ซึ่งคำตอบขึ้นกับนักเรียนและเหตุผลประกอบคำอธิบาย



สภาพอากาศในภาพทั้งสองต่างกันอย่างไร



กระบวนการเกิดเมฆของทั้งสองภาพ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร





เหตุใด ลักษณะเมฆจึงแตกต่างกัน



จากนั้น ครูอธิบายเชื่อมโยงความรู้เดิมที่ได้เรียนไปแล้วว่า จากภาพทั้งสองแสดงการเกิดเมฆที่ต้องอาศัยกลไกสำคัญคือการยกตัวของอนุภาคอากาศที่มีความชื้น โดยอนุภาคอากาศจะลอยตัวขึ้นได้สูงถึงระดับใดนั้นขึ้นอยู่กับเสถียรภาพของอากาศ ซึ่งจะส่งผลต่อการเกิดเมฆในลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น การเกิดเมฆแนวราบ เมฆแนวตั้ง เป็นต้น

ขั้นสอน (1.5 ชั่วโมง)

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถามต่อไปนี้



คำว่า มีเสถียรภาพ และ ไม่มีเสถียรภาพ คืออะไร

จากนั้น ครูสาธิตหรืออาจให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรม เพื่ออธิบายคำว่า มีเสถียรภาพ กับ ไม่มีเสถียรภาพ โดยนำขามก้นลึกและลูกปิงปองมาประกอบการทำกิจกรรม ให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของลูกปิงปอง เปรียบเทียบกันเมื่อหงายขามขึ้นวางลูกปิงปองที่ก้นขาม แล้วใช้นิ้วดีดลูกปิงปองเบา ๆ และเมื่อคว่ำขามลงบนโต๊ะ วางลูกปิงปองที่ก้นขาม แล้วค่อย ๆ ดีดลูกปิงปอง ดังภาพประกอบ



การทดลอง เมื่อหงายขาม



การทดลอง เมื่อคว่ำขาม



4. จากกิจกรรมในข้อ 3 ครูและนักเรียนควรอภิปรายและสรุปความรู้ร่วมกันได้ว่า เมื่อ หงายชามแล้วคิดลูกปิงปอง จะเห็นว่าลูกปิงปองเกิดการเคลื่อนที่ไปมาภายในชามแล้วกลิ้งกลับมา อยู่ที่ก้นชามตามเดิม ต่างจากตอนที่หงายชามขึ้น เมื่อคิดลูกปิงปองจากก้นชาม ลูกปิงปองจะ เคลื่อนตกลงไปจากก้นชามเลย ซึ่งเทียบเคียงได้ว่า คำว่า มีเสถียรภาพ หมายถึงสภาวะที่วัตถุใด ๆ สามารถเคลื่อนกลับมาสู่ตำแหน่งเริ่มต้นเดิมได้ ส่วนคำว่า ไม่มีเสถียรภาพ หมายถึงสภาวะที่วัตถุใด ๆ ไม่สามารถเคลื่อนกลับมาสู่ตำแหน่งเริ่มต้นเดิมได้




ภาพการเคลื่อนที่ของลูกปิงปองในชามคว่ำและหงาย เมื่อใช้นิ้วคิดลูกปิงปอง


5. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม และใช้ความรู้ที่ได้จากกิจกรรมในข้อ 4 มาอภิปรายร่วมกัน ในกลุ่มว่าเสถียรภาพของอากาศเกี่ยวข้องกับการเกิดเมฆอย่างไร แล้วตอบคำถามประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

 คำว่า เสถียรภาพของอากาศ หมายความว่าอย่างไร


แนวคำตอบ สภาวะของบรรยากาศที่ช่วยส่งเสริมหรือยับยั้งให้ก้อนอากาศเคลื่อนที่ ขึ้นลงในแนวดิ่ง

 อากาศมีเสถียรภาพ หมายความว่าอย่างไร

แนวคำตอบ การที่ก้อนอากาศไม่สามารถยกตัวสูงขึ้นได้อีก และจมตัวกลับสู่ที่เดิม






 อากาศมีเสถียรภาพ เกิดจากอะไร

แนวคำตอบ ก้อนอากาศมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศที่อยู่โดยรอบ

 สามารถเปรียบเทียบการหงายชาม แล้วคิดลูกปิงปอง กับการที่อากาศที่มีเสถียรภาพ ได้อย่างไร

แนวคำตอบ หลังจากคิดลูกปิงปอง ลูกปิงปองจะเคลื่อนที่ไปมาภายในชาม แล้ว กลับมาอยู่ที่ก้นชามเหมือนเดิมเทียบได้กับสภาวะที่ก้อนอากาศไม่สามารถยกตัว สูงขึ้นได้อีก และจมตัวกลับสู่ที่เดิม



- 
 อากาศมีเสถียรภาพ ส่งผลต่อสภาพอากาศ และการเกิดเมฆอย่างไร
แนวคำตอบ ในสภาวะที่อากาศมีเสถียรภาพ ก้อนอากาศจะไม่สามารถยกตัวสูง และจมตัวกลับสู่ที่เดิมหรืออาจสามารถยกตัวสูงขึ้นจนถึงระดับควบแน่น แต่ไม่สามารถลอยสูงขึ้นไปได้อีก จึงทำให้เกิดเมฆในแนวราบ มีปริมาณเมฆน้อย สภาพท้องฟ้าจึงแจ่มใส
- 
 อากาศไม่มีเสถียรภาพ หมายความว่าอย่างไร
แนวคำตอบ การที่ก้อนอากาศสามารถยกตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว
- 
 อากาศไม่มีเสถียรภาพ เกิดจากอะไร
แนวคำตอบ ก้อนอากาศมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศที่อยู่โดยรอบ
- 
 สามารถเปรียบเทียบการคว่ำขาม แล้วคิดลูกปิงปอง กับอากาศที่ไม่มีเสถียรภาพได้อย่างไร
แนวคำตอบ หลังจากคิดลูกปิงปอง ลูกปิงปองจะเคลื่อนตกจากกันขาม เทียบได้กับสภาวะที่ก้อนอากาศสามารถยกตัวสูงขึ้นได้เรื่อย ๆ จนสูงกว่าระดับควบแน่น
- 
 อากาศไม่มีเสถียรภาพ ส่งผลต่อสภาพอากาศ และการเกิดเมฆอย่างไร
แนวคำตอบ ในสภาวะที่อากาศมีเสถียรภาพ ก้อนอากาศจะยกตัวสูงเกินระดับควบแน่น จึงทำให้เกิดเมฆที่ก่อตัวในแนวตั้ง สภาพท้องฟ้าจึงมีดครึ้ม มีเมฆฝนปกคลุม

6. นักเรียนร่วมกันศึกษาเนื้อหาเรื่องเสถียรภาพของอากาศ จากหนังสือเรียน หน้า 47-49

ขั้นสรุป (15 นาที)




อากาศมีเสถียรภาพ




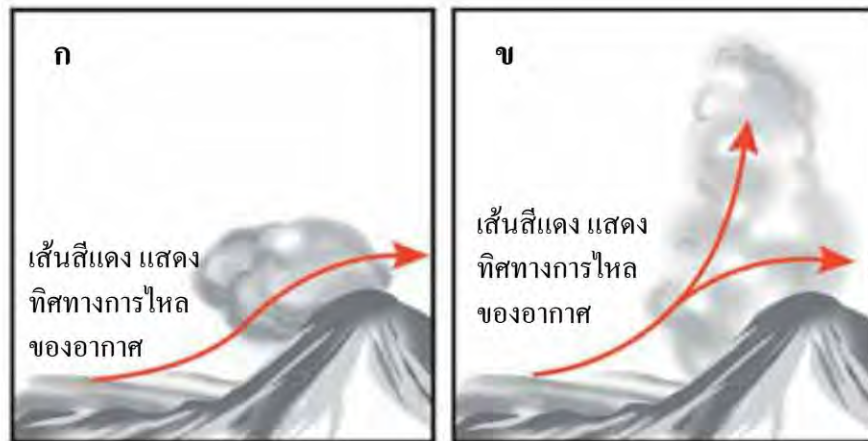
อากาศไม่มีเสถียรภาพ

7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องเสถียรภาพอากาศ โดยควรสรุปได้ว่า เสถียรภาพของอากาศ คือ สภาวะของบรรยากาศ ที่ช่วยส่งเสริมหรือยับยั้งให้ก้อนอากาศเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงในแนวตั้ง โดยถ้าอากาศมีเสถียรภาพที่แตกต่างกันจะมีผลต่อการเกิดเมฆ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

- 
 เสถียรภาพของอากาศส่งผลต่อการเกิดเมฆอย่างไร
แนวคำตอบ ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ขึ้นลงของก้อนอากาศ หากก้อนอากาศขึ้นเคลื่อนที่ขึ้นจนสูงกว่าระดับควบแน่น จะเกิดการกลั่นตัวเป็นละอองน้ำเล็กๆ ที่รวมตัวกันเป็นก้อนเมฆ



 จากภาพด้านล่าง ภาพใดแสดงถึงสภาพอากาศมีเสถียรภาพ และไม่มีเสถียรภาพ เพราะเหตุใด




แนวคำตอบ ภาพ ก อากาศมีเสถียรภาพ เนื่องจากก้อนอากาศไม่สามารถยกตัวสูงขึ้นได้อีก ทำให้เกิดเมฆในแนวราบ ภาพ ข อากาศไม่มีเสถียรภาพ ก้อนอากาศสามารถลอยตัวขึ้นสูงได้เรื่อยๆ จนเกิดเมฆที่ก่อตัวในแนวตั้ง

 จากภาพด้านล่าง ภาพใดแสดงถึงการที่อากาศมีเสถียรภาพ เพราะเหตุใด



แนวคำตอบ ภาพ ก อากาศไม่มีเสถียรภาพ เพราะควันร้อนที่ปล่อยออกมาสามารถลอยตัวขึ้นสูงได้ ภาพ ข อากาศมีเสถียรภาพ เพราะควันไม่ลอยขึ้นสูง เคลื่อนตัวค่อนข้างอยู่ในแนวระดับ



 จากภาพด้านล่าง ภาพใดแสดงถึงสภาพอากาศมีเสถียรภาพ และไม่มีเสถียรภาพ เพราะเหตุใด



แนวคำตอบ ภาพ ก อากาศมีเสถียรภาพ เพราะลักษณะอากาศแสดงถึงฟ้าโปร่ง ท้องฟ้าแจ่มใส และปริมาณเมฆน้อย แสดงว่าอากาศบริเวณนี้ไม่สามารถยกตัวขึ้นสูงเกินกว่าระดับควบแน่นได้ จึงเกิดเมฆได้น้อย ส่วนภาพ ข อากาศไม่มีเสถียรภาพ เพราะเกิดเมฆฝนปกคลุม แสดงว่าอากาศบริเวณนี้สามารถยกตัวขึ้นสูงเกินกว่าระดับควบแน่นอย่างรวดเร็ว จึงเกิดเมฆที่ก่อตัวในแนวตั้ง


3.3 แนวปะทะอากาศ

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับกลไกการยกตัวของอากาศที่ส่งผลต่อการเกิดเมฆว่ามีกระบวนการอย่างไรบ้าง โดยเน้นความรู้เดิมที่นักเรียนเรียนไปแล้วเกี่ยวกับกลไกการยกตัวของอากาศที่เกิดจากแนวปะทะอากาศ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถาม เช่น

 คำว่า แนวปะทะอากาศ คืออะไร

แนวคำตอบ รอยต่อของมวลอากาศที่มีสมบัติ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แตกต่างกัน

 แนวปะทะอากาศเกิดได้อย่างไร

แนวคำตอบ มวลอากาศขนาดใหญ่ที่มีสมบัติ เช่น อุณหภูมิ และความชื้น แตกต่างกันสองมวลเคลื่อนที่เข้าหากันเหนือผิวโลก

 แนวปะทะอากาศเกี่ยวข้องกับการเกิดเมฆอย่างไร

แนวคำตอบ บริเวณแนวปะทะอากาศจะเกิดการยกตัวของอนุภาคที่มีอุณหภูมิต่ำให้สูงขึ้น จนเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำ และละอองน้ำรวมตัวกันจนเกิดเป็นเมฆ



2. ครูคัดเลือกข่าวที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแนวปะทะอากาศ มาแจกให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันอ่าน วิเคราะห์ข่าวต่าง ๆ และอภิปรายในประเด็นคำถาม เช่น



การเกิดแนวปะทะอากาศ ส่งผลต่อสภาพอากาศอย่างไร



เพราะเหตุใด เมื่อเกิดแนวปะทะอากาศ จึงเกิดลักษณะอากาศที่แปรปรวน

ชั้นสอน (1.5 ชั่วโมง)

3. ครูสรุปความหมาย และสาเหตุการเกิดแนวปะทะอากาศ จากการทบทวนความรู้เดิม ของนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจเพิ่มเติม เรื่องมวลอากาศ และการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ ที่เป็นสาเหตุการเกิดแนวปะทะอากาศ ใน ประเด็นคำถามต่อไปนี้



มวลอากาศ คืออะไร

แนวคำตอบ ลักษณะของก้อนของอากาศขนาดใหญ่ที่มีอุณหภูมิและปริมาณไอน้ำ ในก้อนอากาศสม่ำเสมอทุกส่วน และจะคงสมบัตินี้เป็นระยะเวลายาวนาน แม้ มวลอากาศจะเคลื่อนที่ไปในระยะทางไกลๆ



มวลอากาศเย็น คืออะไร และมวลอากาศอุ่น คืออะไร

แนวคำตอบ มวลอากาศเย็น คือ มวลอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิมวลอากาศที่ มวลอากาศนั้นเคลื่อนที่ผ่าน ส่วนมวลอากาศอุ่น หมายถึง มวลอากาศที่มีอุณหภูมิ สูงกว่าอุณหภูมิมวลอากาศที่มวลอากาศนั้นเคลื่อนที่ผ่าน



มวลอากาศเย็นและมวลอากาศอุ่น มีการเคลื่อนที่อย่างไร

แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน

4. ให้นักเรียนทำกิจกรรม 3.2 เรื่อง แนวปะทะอากาศ เพื่อศึกษาว่ามวลอากาศเย็น และ มวลอากาศอุ่นมีการเคลื่อนที่อย่างไร จึงทำให้เกิดแนวปะทะอากาศ



กิจกรรม 3.2 แนวปะทะอากาศ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง สังเกต และอธิบายการเคลื่อนที่ของน้ำที่มีอุณหภูมิต่างกัน
2. อธิบาย และอธิบายการเกิดแนวปะทะอากาศ

เวลา 40 นาที

วัสดุ - อุปกรณ์

1. ตู้ปลา
2. น้ำร้อน 1 ลิตร
3. น้ำเย็น 1 ลิตร
4. สีผสมอาหาร
5. แผ่นอะคริลิก หรือพลาสติกที่สามารถกั้นน้ำได้ ความกว้างเท่ากับความกว้างของตู้ปลา

วิธีทำกิจกรรม

1. นำแผ่นอะคริลิกวางในแนวตั้งแบ่งกลางตู้ปลา
2. เทน้ำร้อนผสมสีผสมอาหารลงในด้านหนึ่งของตู้ปลา
3. เทน้ำเย็นลงในอีกด้านของตู้ปลา ระวังอย่าให้น้ำร้อนและน้ำเย็นผสมกัน
4. ยกแผ่นกั้นออกอย่างรวดเร็ว สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น




หมายเหตุ เมื่อวางแผ่นอะคริลิกกั้นแบ่งกลางตู้ปลาแล้ว อาจใช้ดินน้ำมันอุดตามร่องตลอดแนวแผ่นอะคริลิกเพื่อกั้น ไม่ให้น้ำรั่วจากแต่ละฝั่งเข้าหากัน



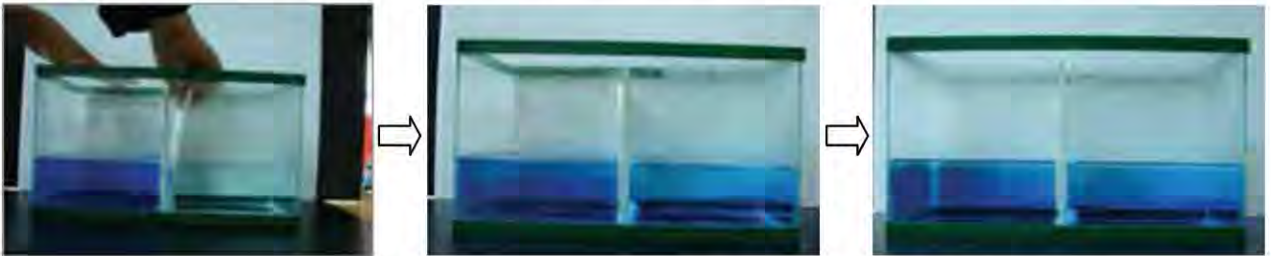
ผลการทำกิจกรรม

กิจกรรมนี้ทำการทดลองเพื่อจำลองการเคลื่อนที่ของมวลอากาศที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน เข้าหากันจนทำให้เกิดแนวปะทะอากาศ โดยน้ำร้อนใช้เทียบเคียงกับมวลอากาศอุ่น ซึ่งเป็นมวลอากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศผิวพื้น ส่วนน้ำเย็นใช้เทียบเคียงกับมวลอากาศเย็น ซึ่งเป็นมวลอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศผิวพื้น

จากกิจกรรม ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามต่อไปนี้

 อธิบายการเคลื่อนที่ของน้ำที่มีอุณหภูมิต่างกันได้อย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อน้ำที่มีอุณหภูมิต่างกันเข้าผสมกัน น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ จะเคลื่อนที่ลงด้านล่าง ในขณะที่น้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน



น้ำเย็น (สีฟ้า) เคลื่อนตัวจมอยู่ด้านล่างน้ำอุ่นที่อยู่ในด้านขวา (น้ำไม่ผสมสี)

 สามารถเชื่อมโยงผลการทดลองเพื่ออธิบายการเคลื่อนที่ของมวลอากาศที่มีอุณหภูมิต่างกันได้อย่างไร

แนวคำตอบ น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ แทนมวลอากาศเย็น ซึ่งจะเคลื่อนที่ลงด้านล่าง ในขณะที่น้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะแทนมวลอากาศร้อน ซึ่งจะเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน

 แนวปะทะอากาศเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อมวลอากาศที่มีอุณหภูมิต่างกัน เคลื่อนที่เข้าหากัน จะเกิดเป็นรอยต่อของมวลอากาศที่มีอุณหภูมิต่างกัน เรียกว่า แนวปะทะอากาศ

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูล และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดของแนวปะทะอากาศ และผลที่ตามมาจากการเกิดแนวปะทะอากาศ ผ่านประเด็นคำถามต่อไปนี้





แนวปะทะอากาศมีกี่ประเภท แต่ละประเภทมีการเกิดแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ 4 ประเภท ได้แก่ **แนวปะทะอากาศอุ่น** เป็นรอยต่อของมวลอากาศที่เกิดจากการที่มวลอากาศอุ่นเคลื่อนที่เข้าหามวลอากาศเย็น มวลอากาศเย็นซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่า จะจมตัวอยู่เบื้องล่าง มวลอากาศอุ่นจึงยกตัวสูงขึ้นเหนืออากาศเย็น **แนวปะทะอากาศเย็น** เกิดขึ้นเมื่อมวลอากาศเย็นเคลื่อนที่เข้าแทนที่มวลอากาศอุ่น มวลอากาศเย็นจะดันให้มวลอากาศอุ่นยกตัวสูงขึ้นตามแนวลาดเอียงของมวลอากาศเย็น **แนวปะทะอากาศรวม** เกิดขึ้นเมื่อมวลอากาศเย็นที่มีสมบัติต่างกันเคลื่อนที่เข้ามาปะทะกัน แล้วดันมวลอากาศอุ่นให้ยกตัวสูงขึ้นซ้อนอยู่บนมวลอากาศเย็น และ **แนวปะทะอากาศคงที่** เกิดจากการที่มวลอากาศอุ่นและมวลอากาศเย็นเคลื่อนที่เข้าหากัน แต่ไม่มีการเคลื่อนที่เข้าแทนที่กัน



เพราะเหตุใด เมื่อเกิดแนวปะทะอากาศ จึงเกิดลักษณะอากาศที่แปรปรวน

แนวคำตอบ เมื่อมวลอากาศที่มีอุณหภูมิต่างกันเคลื่อนที่เข้าหากัน มวลอากาศเย็นซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าและหนักกว่ามวลอากาศร้อน จะดันอากาศร้อนให้ลอยขึ้น ทำให้เกิดเป็นเมฆต่าง ๆ รวมทั้งเกิดเมฆชนิดที่ก่อให้เกิดพายุและฝนได้ตามแนวที่มวลอากาศมาพบกัน



แนวปะทะอากาศ ทำให้เกิดผลกระทบอื่น ๆ ต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมอย่างไร

แนวคำตอบ ตามแนวปะทะอากาศจะเกิดอากาศแปรปรวน จนอาจทำให้เกิดฝนตกหนัก ภาวะน้ำท่วม ลมแรง เกิดหิมะหรือลูกเห็บ จึงอาจก่อความเสียหายต่าง ๆ ทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์ สัตว์เจ็บป่วยล้มตาย พืชได้รับความเสียหาย เป็นต้น



นักอุตุนิยมวิทยาตรวจพบแนวปะทะอากาศได้อย่างไร

แนวคำตอบ พิจารณาจากแผนที่อากาศ ภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น

6. นักเรียนร่วมกันศึกษาเนื้อหาเรื่องแนวปะทะอากาศ จากหนังสือเรียน หน้า 49-53





7. ครูและนักเรียนสรุปความรู้เรื่องแนวปะทะอากาศ โดยควรสรุปให้ได้ว่า แนวปะทะอากาศ เป็นรอยต่อของมวลอากาศที่มีสมบัติแตกต่างกัน แนวปะทะอากาศมีหลายประเภทได้แก่ แนวปะทะอากาศอุ่น แนวปะทะอากาศเย็น แนวปะทะอากาศรวม และแนวปะทะอากาศคงที่ ซึ่งแนวปะทะอากาศแต่ละประเภทจะส่งผลต่อการเกิดเมฆในลักษณะที่ต่างกัน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้



ทำไมจึงเกิดเมฆตามแนวปะทะอากาศได้



แนวปะทะอากาศรวม

แนวคำตอบ เมื่อมวลอากาศที่มีสมบัติแตกต่างกันเคลื่อนที่เข้าหากันจะทำให้เกิดการยกตัวของมวลอากาศที่มีอุณหภูมิสูงให้ลอยสูงขึ้น แล้วเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำที่ความสูงเหนือระดับควบแน่น เมื่อละอองน้ำรวมตัวกันจะเกิดเป็นเมฆ



จากภาพข้างล่าง เมื่อลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ ให้อธิบายว่าในภาพนี้ แสดงการเกิดแนวปะทะอากาศแบบใด พร้อมให้เหตุผล และเหตุใดลักษณะอากาศจึงเป็นดังในภาพ



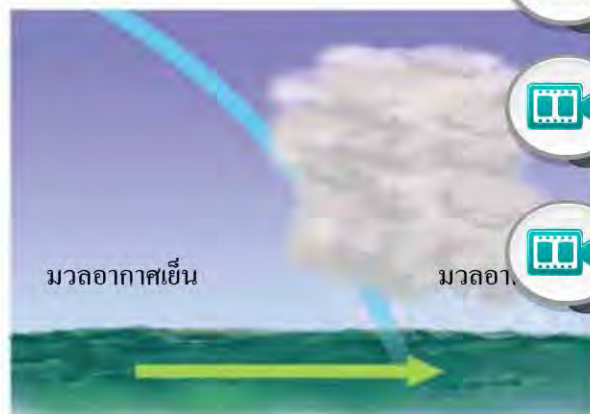
แนวปะทะอากาศคงที่ 1



แนวปะทะอากาศคงที่ 2



แนวปะทะอากาศคงที่ 3



แนวคำตอบ เกิดแนวปะทะอากาศเย็น เพราะเป็นการเคลื่อนที่ของมวลอากาศเข้าหากัน จนทำให้เกิดเมฆก้อนที่ก่อตัวสูง แสดงว่าเกิดจากการที่มวลอากาศเย็นเคลื่อนเข้าหามวลอากาศอุ่น แล้วดันให้มวลอากาศอุ่นยกตัวสูงอย่างรวดเร็วส่งผลให้เกิดเมฆก้อนที่ก่อตัวสูง ซึ่งเป็นเมฆที่ทำให้เกิดฝนตกหนัก



 เติมคำในภาพให้สมบูรณ์ เพื่ออธิบายการเกิดแนวปะทะอากาศ และจากภาพนี้เป็นแนวปะทะอากาศแบบใด เพราะเหตุใด



แนวคำตอบ ภาพนี้แสดงการเกิดเมฆแผ่น จึงอาจเป็นไปได้ว่าเป็นภาพแสดงแนวปะทะอากาศอุ่น ซึ่งเกิดจากมวลอากาศอุ่นเคลื่อนเข้าหามวลอากาศเย็น แล้วเกิดเมฆฝนตามแนวลาดเอียง ดังนั้น ช่องว่าง ก. จึงควรเติมคำว่า มวลอากาศอุ่น และช่องว่าง ข. ควรเติมคำว่า มวลอากาศเย็น

เอกสารประกอบการสอน

ตัวอย่างข่าวที่เกี่ยวข้องกับแนวปะทะอากาศ

จีนคาดอุณหภูมิจะอบอุ่นขึ้นทั่วประเทศ

สำนักข่าวซินหัวของทางการจีน รายงานอ้างสำนักงานอุตุนิยมวิทยาจีน วานนี้ว่า อุณหภูมิทั่วประเทศจีนจะอบอุ่นขึ้นในช่วง 3 วันข้างหน้า และจะมีหิมะตกน้อยถึงปานกลางในบางพื้นที่ทางตอนเหนือ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาแห่งชาติของจีน คาดการณ์ว่า อุณหภูมิในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศจะอบอุ่นขึ้น อันเนื่องมาจาก**แนวปะทะอากาศเย็น**ค่อย ๆ อ่อนกำลังลง โดยเมื่อเช้าวานนี้ ตามเวลาที่ท้องถิ่น อุณหภูมิในมณฑลจี๋หลิน และมณฑลเหลียวหนิงเพิ่มขึ้นเป็น 15 องศาเซลเซียส ขณะที่เมื่อวันเสาร์ที่ผ่านมา อุณหภูมิในเมืองกว่างโจว มณฑลกว่างตุ้ง เพิ่มขึ้นจาก 2.9 องศาเซลเซียส เป็น 13 องศาเซลเซียส และคาดว่าจะเกิดหิมะตกในเขตปกครองตนเอง ซินเจียง มณฑลกานซู มณฑลชิงไห่ มณฑลเสฉวน ในช่วง 3 วันข้างหน้า

นอกจากนี้ ยังคาดว่าจะเกิดหมอกกลางจัดทางตอนใต้ของประเทศใน 24 ชม. ซึ่งอาจทำให้ทัศนวิสัยลดลงเหลือน้อยกว่า 1,000 เมตร ในหลายพื้นที่ของมณฑลเจ้อเจียง มณฑลยูนนาน และมณฑลฝูเจี้ยน โดยศูนย์อุตุนิยมวิทยาแห่งชาติ แนะนำว่า ควรขับขี่ยานพาหนะกลางหมอกจัดด้วยความระมัดระวัง.

ที่มาของข่าว http://www.mcot.net/cfcustom/cache_page/145310.html



อาร์เจนตินาหนาวจัดดับพลัน ลังเวย 9 ศพ

เกิดภาวะอากาศหนาวจัดดับพลันปกคลุมทั่วอาร์เจนตินา โดยเฉพาะภาคเหนือซึ่งมีหิมะตกผิดปกติ ในช่วงไม่กี่วันที่ผ่านมา เป็นเหตุให้มีผู้เสียชีวิต 9 ราย

กลุ่มเอ็นจีโอท้องถิ่นเปิดเผยว่าเหยื่อทั้งหมดเป็นคนที่อยู่อาศัยในกรุงบัวโนสไอเรส เมืองหลวงของประเทศ ซึ่งเสียชีวิตจากภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่าปกติ

แนวปะทะอากาศเย็นเคลื่อนตัวมาจากแอนตาร์กติกา เป็นเหตุให้อุณหภูมิทางตอนใต้ของทวีปอเมริกาใต้ ลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกันก็มีรายงานเกี่ยวกับผู้เสียชีวิตในปารากวัย อุรุกวัยและโบลิเวีย

รายงานของสำนักอุตุนิยมวิทยาของอาร์เจนตินาระบุว่า "คลื่นอากาศเย็นจากขั้วโลกยังคงส่งผลกระทบต่ออาร์เจนตินาอย่างต่อเนื่อง" พร้อมบอกว่าในบางพื้นที่อย่างเมืองปาตาโกเนีย อุณหภูมิต่ำสุดเป็นประวัติการณ์ลบ 14 องศาเซลเซียส ส่วนตอนกลางกับภาคเหนือของประเทศมีอุณหภูมิระหว่าง 0 ถึง 3 องศาเซลเซียส

อาร์เจนตินาต้องเพิ่มการนำเข้าไฟฟ้าจากบราซิลและกำหนดข้อจำกัดต่างๆต่อการใช้แก๊สธรรมชาติในภาคอุตสาหกรรม เพื่อรับประกันถึงอุปทานที่เพียงพอกับอุปสงค์ทางพลังงานที่จะนำมาใช้สร้างความร้อนที่โบลิเวีย ก็ได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศหนาวจัดเช่นกัน โดยสื่อมวลชนท้องถิ่นรายงานว่ามียูเสียชีวิต 2 รายในแคว้นซานตาครูซ ขณะที่กระทรวงศึกษาธิการต้องออกคำสั่งปิดโรงเรียนไปจนถึงวันที่ 21 กรกฎาคม อนึ่ง สภาพอากาศหนาวจัดยังปกคลุมชิลี ทางตอนใต้ของบราซิล และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของเปรูอีกด้วย

ที่มาของข่าว <http://www.startpage.in.th/view/111440>

ไฟป่าในรัสเซียเริ่มมอดหลังแนวปะทะอากาศเย็นเคลื่อนตัวเข้ามา

เจ้าหน้าที่ทางการรัสเซียระบุว่า นักดับเพลิงประสบความสำเร็จในการดับไฟป่า ในขณะที่แนวปะทะอากาศเย็นเริ่มเคลื่อนตัวเข้ามา คาดว่าจะช่วยหยุดคลื่นความร้อนที่แผ่ปกคลุมรัสเซียยาวนานถึง 2 เดือน

กระทรวงสถานการณ์ฉุกเฉินรัสเซียกล่าวในวันนี้ว่า พื้นที่ที่เกิดไฟป่าลดลงแล้วร้อยละ 15 ในช่วง 24 ชั่วโมงที่ผ่านมา จากพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 282,500 ไร่ แต่ยังมีไฟป่าอีกประมาณ 500 จุด ยังคงลุกไหม้อยู่

คลื่นความร้อนที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนทำให้เกิดไฟป่านับพันจุด ส่วนใหญ่เกิดขึ้นทางตะวันตกของรัสเซีย ความร้อนและควันพิษจากไฟป่าปกคลุมทั่วกรุงมอสโกตลอดสัปดาห์ที่ผ่านมา ทำให้จำนวนผู้เสียชีวิตเพิ่มขึ้นถึง 2 เท่า

นักอุตุนิยมวิทยา กล่าวว่า แนวปะทะอากาศเย็นจากทางตะวันตกเฉียงเหนือจะเคลื่อนตัวถึงเขตมอสโกในวันนี้ ซึ่งจะทำให้มีฝนตกหนักและอุณหภูมิเย็นลง. -สำนักข่าวไทย

ที่มาของข่าว http://www.mcot.net/cfcustom/cache_page/90890.html



เฉลยคำถามท้ายบท

1. ปัจจัยใดบ้าง ที่ส่งผลต่อการเกิดเมฆ
แนวคำตอบ อนุภาคแขวนลอยในอากาศที่ส่งผลต่อการเกิดเมฆ เสถียรภาพของอากาศ ความชื้นในอากาศ อุณหภูมิของอากาศ
2. อนุภาคแกนกลางการควบแน่นในบรรยากาศมีอะไรบ้าง และมีความสำคัญอย่างไร
แนวคำตอบ อนุภาคแกนกลางการควบแน่น เป็นพวกสารแขวนลอยในอากาศซึ่งมีขนาดเล็กมาก เช่น ฝุ่นละออง ดิน เกลือ เขม่าควัน เป็นต้น ทำหน้าที่เป็นแกนกลางให้ไอน้ำมาควบแน่นบนอนุภาคจนกลายเป็นละอองน้ำ
3. การมีปริมาณเมฆมาก หรือน้อยนั้น มีผลกระทบต่ออุณหภูมิของโลกหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ อาจส่งผลกระทบได้ โดยหากมีเมฆมากจะบดบังไม่ให้รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านเข้ามายังผิวโลก อุณหภูมิของโลกจึงอาจลดต่ำลง
4. หากสังเกตด้วยตาเปล่า นักเรียนจะพบเมฆประเภทใดมาก เพราะเหตุใด
แนวคำตอบ เมฆชั้นต่ำ ซึ่งมีฐานเมฆอยู่ที่ระดับความสูงต่ำกว่า 2,000 เมตร เมฆกลุ่มนี้อยู่ใกล้ระดับสายตาของผู้สังเกตมากที่สุด จึงมองเห็นว่ามีขนาดใหญ่มากกว่าเมฆชนิดอื่น
5. หลักการการเกิดคอนเทรล มีความเหมือนหรือแตกต่างกับการเกิดเมฆ อย่างไร
แนวคำตอบ เหมือนกัน คือต้องมีไอน้ำซึ่งถูกยกตัวสูงอยู่เหนือระดับควบแน่น และมีแกนกลางการควบแน่นให้ไอน้ำเกิดการควบแน่นบนอนุภาคเหล่านี้ สำหรับการเกิดคอนเทรลนั้น มีไอน้ำซึ่งอยู่ในอากาศร้อนที่พ่นออกมาจากเครื่องยนต์เครื่องบินปะทะกับอากาศเย็นภายนอกที่ระดับความสูงเหนือระดับควบแน่น โดยไอน้ำจะควบแน่นบนอนุภาคเขม่าควันจากเครื่องยนต์เกิดเป็นละอองน้ำขนาดเล็กรวมกลุ่มกันจนเห็นเป็นคอนเทรล
6. เสถียรภาพของอากาศ ส่งผลต่อการเกิดเมฆอย่างไร
แนวคำตอบ ส่งผลในเรื่องการลอยตัวสูงขึ้นของมวลอากาศ หากอากาศมีเสถียรภาพ มวลอากาศในบริเวณนั้นไม่สามารถลอยตัวสูงจนถึงระดับควบแน่น และจมตัวกลับสู่ที่เดิม ส่งผลให้เกิดเมฆในแนวราบ มีเมฆน้อย หรือปราศจากเมฆ



7. หากอากาศไม่มีเสถียรภาพ บริเวณนั้นน่าจะมีสภาพอากาศเป็นอย่างไร
แนวคำตอบ เมื่ออากาศไม่มีเสถียรภาพ มวลอากาศร้อนด้านล่างสามารถยกตัวสูงขึ้นได้ เมื่ออากาศลอยสูงเกินระดับควบแน่น จะเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำที่รวมตัวกันเป็นเมฆที่ก่อตัวในแนวตั้ง สภาพอากาศจึงพบท้องฟ้ามีเมฆฝนปกคลุม และจะมีหยาดน้ำฟ้าตกลงมาได้
8. มวลอากาศเย็นและมวลอากาศอุ่นมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดแนวปะทะอากาศอย่างไร
แนวคำตอบ เมื่อมวลอากาศเย็น และมวลอากาศอุ่นเคลื่อนที่เข้าหาและปะทะกัน จะเกิดแนวปะทะอากาศ ซึ่งเป็นรอยต่อของมวลอากาศที่มีสมบัติแตกต่างกัน
9. ทำไมเราจึงมักพบสภาพอากาศที่แปรปรวน เกิดขึ้นบริเวณแนวปะทะอากาศ
แนวคำตอบ เพราะความแตกต่างของมวลอากาศที่เคลื่อนที่มาบรรจบกันส่งผลให้มีการยกตัวของอากาศอย่างรุนแรง เกิดเป็นเมฆ ฝน หิมะหรือลูกเห็บ ซึ่งจะมีความรุนแรงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของแนวปะทะอากาศและความเร็วในการเคลื่อนที่มาบรรจบกัน
10. อธิบายสภาพอากาศ และลักษณะของเมฆที่เกิดขึ้นตามแนวปะทะอากาศอุ่น และแนวปะทะอากาศเย็น
แนวคำตอบ ตามแนวปะทะอากาศอุ่น จะเกิดเมฆหลากหลายตามระดับความสูง เช่น เมฆซีร์รัส ซีร์โรสเตรตัส อัลโตสเตรตัส สเตรตัส และนิมโบสเตรตัส ซึ่งอาจทำให้เกิดฝนตกกระจายเป็นบริเวณกว้าง ไม่หนักมาก และตกเป็นเวลานาน ส่วนแนวปะทะอากาศเย็นจะเกิดเมฆก้อน ได้แก่ เมฆคิวมูลัส และคิวมูโลนิมบัส อาจทำให้อากาศแปรปรวน เกิดฝนตกหนักในบริเวณแคบ ๆ หรืออาจเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้



บทที่ 4

พายุและมรสุม



<http://sci4fun.com/tornado/tornado.html>

เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

1. พายุ	5	ชั่วโมง
2. มรสุม	3	ชั่วโมง
รวม	8	ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้ บทที่ 4

1. สืบค้น และอธิบายการเกิดมรสุม และทิศทางของมรสุมในฤดูต่าง ๆ
2. อธิบายการเกิดมรสุม และอิทธิพลของมรสุมในประเทศไทย
3. สืบค้น อภิปราย และอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ทอร์นาโด และพายุหมุนเขตร้อน
4. อภิปรายถึงผลกระทบและเสนอแนะวิธีปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากพายุต่าง ๆ

สาระสำคัญ

พายุฝนฟ้าคะนองก่อตัวเมื่ออากาศร้อน มีความชื้นมาก และอากาศไม่มีเสถียรภาพ โดยเริ่มก่อตัวจากเมฆคิวมูลัส แล้วขยายตัวเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัส ในช่วงที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองที่มีความรุนแรงในบางพื้นที่อาจเกิดทอร์นาโดร่วมด้วย ซึ่งมักเกิดในที่ราบตอนกลางของสหรัฐอเมริกา ระหว่างเทือกเขาร็อกกี้และแม่น้ำมิสซิสซิปปี ทอร์นาโดมีความเร็วที่จุดศูนย์กลางสูงกว่าพายุหมุนอื่น ๆ เกิดได้ทั้งบนบกและในน้ำ หากเกิดในน้ำจะเรียกว่า นาคเล่นน้ำ ส่วนพายุหมุนเขตร้อนพัฒนามาจากหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงเหนือทะเล และมหาสมุทรในเขตร้อน ปัจจัยสำคัญในการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน คือ หย่อมความกดอากาศต่ำบนพื้นน้ำ อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลสูงกว่า 26 องศาเซลเซียส มีการไหลเวียนเข้าหาศูนย์กลางของลมในระดับต่ำ มีการหมุนเวียนออกจากกันของลมในระดับสูง และในบรรยากาศมีความชื้นสูง

มรสุมเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิของพื้นที่ทวีปกับพื้นมหาสมุทรในแต่ละฤดู โดยในฤดูหนาว อุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นทวีปจะต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นมหาสมุทร เกิดการหมุนเวียนของลมออกจากพื้นทวีปไปยังพื้นมหาสมุทร และลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จึงเรียกว่า มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในฤดูร้อน การหมุนเวียนของลมจะมีทิศตรงกันข้ามและพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ เรียกว่า มรสุมตะวันตกเฉียงใต้

แนวการจัดการเรียนรู้

2.1 พายุ

ขั้นนำ (10 นาที)

1. ให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับแนวปะทะอากาศที่สามารถทำให้เกิดการก่อตัวของเมฆฟ้าคะนอง

แนวคำตอบ แนวปะทะอากาศเย็น เกิดจากมวลอากาศเย็นเคลื่อนที่เข้าแทนที่มวลอากาศอุ่น ทำให้อากาศไม่มีเสถียรภาพ อากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะเคลื่อนที่สูงขึ้นไปตามขอบอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า แล้วยกตัวสูงเกิดเป็นเมฆคิวมูลัส และสามารถพัฒนาไปเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัส ซึ่งทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้

ขั้นสอน (4.5 ชั่วโมง)

2. ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม โดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนประสบการณ์เกี่ยวกับพายุฝนฟ้าคะนองว่า

- นักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ว่า ลักษณะอากาศระหว่างเกิดพายุฝนฟ้าคะนองเป็นอย่างไร ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรม 4.1 ลักษณะอากาศระหว่างเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง



กิจกรรม 4.1 ลักษณะอากาศระหว่างเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

อธิบายลักษณะอากาศระหว่างเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ – อุปกรณ์

1. กระดาษปรีฟ
2. ปากกามจิก

วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนร่วมกันอธิบายในประเด็นต่อไปนี้ โดยใช้ประสบการณ์และความคิดของนักเรียนเอง

- 1.1 ถ้าจะแบ่งช่วงเวลาระหว่างเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง จะแบ่งได้ที่ช่วงเวลา อะไรบ้าง
- 1.2 จากข้อ 1.1 ในแต่ละช่วงเวลามีลักษณะอากาศเป็นอย่างไร
- 1.3 การเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

2. สรุปความรู้ และนำเสนอต่อชั้นเรียน

ผลการทำกิจกรรม

1. การแบ่งช่วงเวลา และลักษณะอากาศ ให้นักเรียนบรรยายตามความคิดของนักเรียนเอง
2. การเกิดพายุฝนฟ้าคะนองอาจส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอาคารบ้านเรือน น้ำท่วม ดินถล่ม โคลนไหล การประมง และอาจเสียชีวิตจากฟ้าผ่า เป็นต้น

3. ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจากหนังสือเรียนหน้า 58-60 เพื่อตรวจสอบผลการทำกิจกรรมว่าตรงกันหรือไม่ แล้วร่วมกันอธิบายโดยใช้คำถามต่อไปนี้



มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

แนวคำตอบ อากาศร้อน และมีความชื้นมากอากาศไม่มีเสถียรภาพ มีปัจจัยที่ทำให้อากาศลอยตัวขึ้น เช่น พื้นดินมีอุณหภูมิสูง อากาศอุ่นยกตัวสูงขึ้นเมื่อเคลื่อนที่ผ่านภูมิประเทศที่มีความสูง





การเปลี่ยนแปลงของใบไม้แต่ละใบเมื่อความแตกต่างกันอย่างไร

แนว การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ลมพัดในตัวมีลมพัดในแนวตั้งสูงขึ้น

ไปตา คลองในแนวตั้งเกิดขึ้นและมี

ฝนตก ชั้นสลายตัว ไม่มีเลย และฐานเมฆสูงขึ้น

กว่าสองชั้นแรก



การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

4. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายต่อว่า นอกจากพายุฝนฟ้าคะนองแล้ว นักเรียนรู้จักพายุใดบ้าง และพายุเหล่านั้นเกิดขึ้นบริเวณใดของโลก ให้นักเรียนทำกิจกรรม 4.2 พายุหมุน

กิจกรรม 4.2 พายุหมุน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

สืบค้น อภิปราย และอธิบายการเกี่ยวกับการเกิด บริเวณที่ก่อตัว และความแตกต่างของพายุหมุนประเภทต่าง ๆ

วัสดุ - อุปกรณ์

1. กระดาษปฐพี
2. ปากกาเมจิก
3. แผนที่โลก

เวลา 1 ชั่วโมง

วิธีทำกิจกรรม

1. ร่วมกันอภิปรายว่า นักเรียนเคยรู้จักพายุหมุนประเภทใดบ้าง และก่อตัวบริเวณใด โดยให้ระบุลงไปบนแผนที่โลก
2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพายุหมุนประเภทต่าง ๆ
3. ร่วมกันอภิปรายอีกครั้งว่าจะแก้ไขหรือเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเภทของพายุหมุน และบริเวณที่ก่อตัวอีกหรือไม่ โดยใช้ปากกาสีที่แตกต่างกัน
4. ร่วมกันวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างระหว่างทอร์นาโดกับเฮอริเคน และทอร์นาโดกับนาคเล่นน้ำ



ผลการทำกิจกรรม

ให้นักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามต่อไปนี้



ทอร์นาโดและเฮอริเคนแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ ทอร์นาโดเกิดขึ้นได้ทั้งบนบกและทะเล ส่วนเฮอริเคนเป็นพายุหมุนขนาดใหญ่เกิดขึ้นในทะเลหรือมหาสมุทรเขตร้อนเท่านั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทอร์นาโดเล็กกว่าเฮอริเคน



นาคเล่นน้ำเกิดได้ในลักษณะใด

แนวคำตอบ อากาศที่อยู่ติดกับผิวน้ำซึ่งอุ่นยกตัวขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรง อากาศโดยรอบจะไหลเข้ามาแทนที่ แล้วเกิดเป็นเกลียวพุ่งขึ้นไป



ประเทศไทยจะพบทอร์นาโดหรือไม่

แนวคำตอบ ได้ ส่วนใหญ่พบเหนือผิวน้ำ ส่วนบนบกอาจพบไม่บ่อยนัก



ประเทศไทยจะพบกับพายุหมุนประเภทใดบ้าง

แนวคำตอบ พายุฤดูร้อน พายุฝนฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน ทอร์นาโด (นาคเล่นน้ำ)

4. ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับทอร์นาโดจากหนังสือเรียนหน้า 62-63 แล้วครุร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนโดยใช้คำถามต่อไปนี้



ทอร์นาโดเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ เคลื่อนที่เป็นเกลียวในเมฆซึ่งเกิดจากการที่อากาศเย็นไหลลงมาแทนที่อากาศร้อนที่ลอยตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเกิดเป็นกระแสลมวน ซึ่งมักเกิดขึ้นพร้อมกับพายุฝนฟ้าคะนอง



เพราะเหตุใดทอร์นาโดพบได้บ่อยในทวีปอเมริกา

แนวคำตอบ มีความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้นมาก เนื่องจากเป็นพื้นที่กว้าง ทำให้มีความแปรปรวนของลม



ระดับความรุนแรงของทอร์นาโดมีกี่ระดับ และแต่ละระดับสร้างความเสียหาย อย่างไร



แนวคำตอบ

ความรุนแรงของพายุทอร์นาโด

ชนิด	ความเร็วลม	ระดับความรุนแรง	ความเสียหายที่เกิดขึ้น
F0	65-116 kph 40-72 mph	ระดับเบา	ปล่องไฟอาจหักเสียหายบ้าง กิ่งไม้หัก ต้นไม้ รากคื่น ๆ ถูกถอนออก
F1	117-181 kph 73-112 mph	ระดับกลาง	กระเบื้องหลังคาแตกเสียหาย บ้านเคลื่อนที่ รถยนต์ถูกพัดตกข้างทาง หรือพลิกคว่ำ ต้นไม้ หัก หน้าต่างแตก
F2	182-253 kph 113-157 mph	ระดับรุนแรง	ความเสียหายมหาศาล หลังคาหลุดออกจาก ตัวบ้าน บ้านเคลื่อนที่พังทลาย รถไฟตกราง ต้นไม้ใหญ่ถูกโค่น วัตถุที่มีน้ำหนักเบา ปลิวว่อนด้วยความเร็วระดับซีปนาวุธ
F3	254-332 kph 158-206 mph	ระดับรุนแรงมาก	กำแพงถูกฉีกออกจากตัวอาคาร รถยนต์ พลิกคว่ำ ต้นไม้ส่วนใหญ่ในป่าถูกกระแสม ถอนขึ้นมา
F4	333-419 kph 207-260 mph	ระดับหายนะ	บ้านที่ปลูกสร้างอย่างดีถูกทำลาย อาคารที่ ฐานรากไม่มั่นคงถูกพัดลอยออกไป รถยนต์ ถูกพัดลอย วัตถุขนาดใหญ่ปลิวว่อนด้วย ความเร็วระดับซีปนาวุธ
F5	420-513 kph 261-318 mph	ระดับมหาศาล	วัตถุขนาดเท่ารถยนต์ถูกลมพัดลอยออกไป เป็นระยะกว่า 100 เมตร เปลือกไม้ถูกฉีกออก จากลำต้น อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กถูก ทำลายเสียหายอย่างหนัก

5. ให้นักเรียนศึกษาหนังสือเรียนหน้า 64-65 แล้วร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้



ปัจจัยใดที่มีผลต่อการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน

แนวคำตอบ คำตอบจากหนังสือเรียนหน้า 64





จัดประเภทของพายุหมุนเขตร้อนตามความเร็วลมรอบจุดศูนย์กลางได้อย่างไร

แนวคำตอบ คำตอบจากหนังสือเรียนหน้า 64



บริเวณใดมีโอกาสเกิดพายุหมุนเขตร้อนมากที่สุดและน้อยที่สุด

แนวคำตอบ บริเวณที่มีโอกาสเกิดมากที่สุด คือ บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก ส่วนบริเวณที่มีโอกาสเกิดน้อยที่สุด คือ มหาสมุทรแอตแลนติกในซีกโลกใต้ ดังภาพ 4.7 หน้า 65

6. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า นักเรียนเคยได้ยินชื่อพายุหมุนเขตร้อนใดบ้าง เกิดในบริเวณใดของโลก ให้นักเรียนทำกิจกรรม 4.3 การเรียกชื่อพายุหมุนเขตร้อน

กิจกรรม 4.3 การเรียกชื่อพายุหมุนเขตร้อน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

สืบค้น และอภิปรายเกี่ยวกับการเรียกชื่อพายุหมุนเขตร้อน

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

1. แผนที่โลก
2. ปากกาเมจิก

วิธีทำกิจกรรม


1. ให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับการเรียกชื่อของพายุหมุนเขตร้อนตามบริเวณที่เกิดต่าง ๆ
2. นำชื่อพายุหมุนเขตร้อนมาเติมลงในแผนที่โลก ให้สัมพันธ์กับบริเวณที่เกิด และนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ผลการทำกิจกรรม

มหาสมุทรแอตแลนติก	Hurricane
ทะเลคาริเบียน	Hurricane
อ่าวเม็กซิโก	Hurricane
มหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันออก	Hurricane
มหาสมุทรแปซิฟิกตอนกลาง	Hurricane
มหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือฝั่งตะวันตก	Typhoon
มหาสมุทรอินเดีย	Cyclone




7. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับระดับความรุนแรงของเฮอริเคน และความเสียหายที่สามารถเกิดขึ้นได้ โดยใช้คำถามต่อไปนี้

 ระดับความรุนแรงของเฮอริเคนมีกี่ระดับ และแต่ละระดับสร้างความเสียหายอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างจากทอร์นาโดหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ สร้างความเสียหายต่อทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อมคล้ายกัน แต่ทอร์นาโด จะมีความรุนแรงมากกว่า ส่วนเวลาเกิดเฮอริเคนจะเกิดน้ำท่วมร่วมด้วย

ความรุนแรงของเฮอริเคน

ชนิด	ความเร็วลม	ระดับความเสียหาย	ความเสียหายที่เกิดขึ้น	น้ำหนุนจากพายุ*
1	119-153 kph 74-95 mph	น้อย	อาคารไม่ได้รับความเสียหายมากนัก บ้านเคลื่อนที่ รถบ้าน พุ่มไม้และต้นไม้เสียหายบ้าง มีน้ำท่วมชายฝั่งและท่าเรือเสียหายเล็กน้อย	1-2 เมตร 4-5 ฟุต
2	154-178 kph 96-110 mph	ปานกลาง	หลังคา ประตูบ้าน และหน้าต่างมีความเสียหาย บ้าง บ้านเคลื่อนที่ รถบ้านและพืชผักเสียหายมาก น้ำท่วมชายฝั่ง ทำให้ท่าเรือและเรือขนาดเล็กเสียหาย	2-2.5 เมตร 6-8 ฟุต
3	179-210 kph 111-130 mph	รุนแรง	ทำลายสิ่งปลูกสร้างขนาดเล็ก และก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ บ้านเคลื่อนที่ รถและบ้านถูกทำลาย น้ำท่วมชายฝั่ง ขยะลอยเกลื่อน อาจเกิดน้ำท่วมล้นเข้ามาในแผ่นดิน	2.7-3.7 เมตร 9-12 ฟุต
4	211-250 kph 131-155 mph	รุนแรงมาก	หลังคาบ้านขนาดเล็กถูกทำลาย เกิดการกัดเซาะของชายฝั่งอย่างรุนแรง อาจเกิดน้ำท่วมล้นเข้ามาในแผ่นดิน	4-5.5 เมตร 13-18 ฟุต
5	250+ kph 155+mph	หายนะ	หลังคาบ้านจำนวนมากถูกทำลายรวมไปถึงสิ่งก่อสร้างในภาคอุตสาหกรรม อาคารบางแห่งและสาธารณูปโภคถูกทำลาย น้ำท่วมชั้นล่างของสิ่งก่อสร้างแถบชายฝั่ง	5.5+ เมตร 18+ ฟุต

 นักเรียนเคยได้ยินชื่อพายุหมุนเขตร้อนใดบ้างที่ใช้ในการอ้างอิงเพื่อติดตามบริเวณน่านน้ำใกล้ประเทศไทย



แนวคำตอบ


ตาราง รายชื่อพายุที่ก่อตัวในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือฝั่งตะวันตก จากการประชุม คณะกรรมการได้ผู้ัน ครั้งที่ 40 เริ่มใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2551 เป็นต้นไป

» รายชื่อพายุ ที่ก่อตัวทางมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันตกตอนบนและทะเลจีนใต้

ชื่อพายุ (I)		ความหมาย	ประเทศที่มา
Wipha	วิภา	ชื่อผู้หญิง	ไทย
Rammasun	รามสูร	ชื่อยักษ์ในเทพนิยายไทย	ไทย
Mekkhala	เมขลา	ชื่อเทพธิดาในเทพนิยายไทย	ไทย
Morakot	มรกต	มรกต	ไทย
Nida	นิดา	ชื่อผู้หญิง	ไทย
Chaba	ชบา	ดอกชบา (ดอกไม้เขตร้อนชนิดหนึ่ง)	ไทย
Kulap	กุหลาบ	ชื่อดอกไม้	ไทย
Khanun	ขนุน	ชื่อผลไม้	ไทย


**มีผลตั้งแต่ 1 มกราคม 2551 (จากการประชุมคณะกรรมการได้ผู้ันครั้งที่ 40 ณ ประเทศมาเก๊า ระหว่างวันที่ 21-26 พฤศจิกายน 2550)

8. ครุณาแผนที่ประเทศไทยมาให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับพายุหมุนเขตร้อนที่มีผลกระทบต่อประเทศไทยในแต่ละช่วงเวลา ควบคู่กับหนังสือเรียนหน้า 67-69 โดยใช้ประเด็นต่อไปนี้

 ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากพายุหมุนเขตร้อนใดบ้าง ก่อตัวในบริเวณใด ในช่วงเวลาใด และมีผลกระทบต่อภูมิภาคใดของประเทศ
แนวคำตอบ คำตอบจากหนังสือเรียนหน้า 67-69

ขั้นสรุป (20 นาที)

9. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้

 การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ทอร์นาโด พายุหมุนเขตร้อน มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ เหมือนกันในด้านผลกระทบของลมแรง และมีฝนตกพร้อมด้วย แตกต่างกันในด้านสาเหตุการเกิดและความรุนแรง





พายุฝนฟ้าคะนอง ทอร์นาโด พายุหมุนเขตร้อน ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

แนวคำตอบ สามารถสร้างความเสียหายกับอาคารบ้านเรือนและสิ่งก่อสร้าง เกิดน้ำท่วม ดินถล่มและโคลนไหล เป็นอุปสรรคต่อการเดินเรือและการประมง เกิดฟ้าผ่า ซึ่งสามารถทำให้เกิดการเสียชีวิตและทรัพย์สินได้



นักเรียนควรมีวิธีปฏิบัติอย่างไรเพื่อให้ทั้งชีวิตและทรัพย์สินปลอดภัยจากพายุต่าง ๆ

แนวคำตอบ การเตรียมตัวรับภัยจากพายุฝนฟ้าคะนอง พายุฤดูร้อน และพายุหมุนเขตร้อน

- ติดตามข่าวสารจากสื่อมวลชนต่าง ๆ
- ในกรณีชาวประมง ไม่ควรนำเรือเล็กออกจากฝั่ง หากได้รับการเตือนว่าจะเกิดพายุหรือถ้าอยู่ในท้องทะเลแล้ว ควรรีบนำเรือกลับเข้าฝั่ง และจอดในที่กำบังที่ปลอดภัยมากที่สุด หากนำเรือกลับฝั่งไม่ทันควรแล่นเรือให้ไกลออกไปจากจุดศูนย์กลางของพายุ
- สำหรับประชาชนที่ตั้งบ้านเรือนอยู่ริมชายฝั่งทะเลหรืออยู่ในเส้นทางที่คลื่นและพายุจะเข้าถึง ควรอพยพขึ้นสู่ที่สูง หรือบริเวณห่างไกลชายฝั่ง ให้พ้นจากบริเวณที่พายุโหมกระหน่ำ หรือเกิดน้ำท่วมฉับพลัน
- ประชาชนที่ตั้งบ้านเรือนอยู่ตามบริเวณลาดเขา หรือเชิงเขา ซึ่งอาจเกิดภัยจากน้ำป่าไหลหลาก หรือดินโคลนถล่ม เมื่อฝนตกหนักจะต้องอพยพหนีภัยให้ทันท่วงที และหากเป็นไปได้ ไม่ควรตั้งบ้านเรือนอยู่ในบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยดังกล่าว
- เมื่อได้รับการเตือนภัยจากการเข้ามาของพายุ ควรเตรียมสิ่งของจำเป็นในที่พักอาศัย เพื่อให้สามารถดำรงชีพอยู่ได้ในเวลาฉุกเฉิน
- ในกรณีที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ควรระมัดระวังการถูกฟ้าผ่า โดยไม่อยู่กลางแจ้ง หรือไม่หลบอยู่ใต้ต้นไม้ใหญ่ โดยเฉพาะไม่ควรอยู่กลางแจ้งในบริเวณที่สูง
- หากกำลังขับรถอยู่ เมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ให้ขับด้วยความระมัดระวังหรือหลบเข้าที่จอดในที่ปลอดภัย
- หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจัดให้มีการแถลงข่าว เมื่อทราบว่าจะเกิดพายุขึ้น ณ ที่ใด โดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ท้องถิ่น
- ทางการควรมีการวางแผนระยะยาว เพื่อป้องกันภัยจากพายุ เช่น การดูแลไม่ให้มีการถางป่าในบริเวณต้นน้ำลำธาร เสริมสร้างความแข็งแรงของบริเวณไหลเขาและลาดเขาที่อาจเกิดดินถล่มหรือโคลนไหลได้ และควรตรวจดูความแข็งแรงของสะพานข้ามลำน้ำที่มีการสัญจรไปมาของยานพาหนะต่าง ๆ



2.2 มรสุม

1. ชี้นำ (10 นาที)

1. ให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการเกิดลม โดยใช้คำถามต่อไปนี้



ปัจจัยใดที่มีผลต่อการเกิดลม และลมเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ ความแตกต่างของอุณหภูมิ โดยอากาศจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง



ปัจจัยใดที่มีผลต่อการเกิดลมบกลมทะเล และลมบกลมทะเลเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของพื้นดินและพื้นน้ำ เนื่องจากความจุความร้อนของพื้นดินและพื้นน้ำแตกต่างกัน โดยในตอนกลางคืนพื้นดินคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำจึงทำให้พื้นดินมีอุณหภูมิต่ำกว่า ลมจึงพัดจากพื้นดินลงสู่พื้นน้ำ ทำให้เกิดลมบก ส่วนในเวลากลางวันพื้นดินรับความร้อนแล้วทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นได้เร็วกว่าพื้นน้ำ ทำให้พื้นดินมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นน้ำ ลมจึงพัดจากพื้นน้ำเข้าสู่พื้นดิน เกิดเป็นลมทะเล

ขั้นสอน (1.5 ชั่วโมง)

2. ให้นักเรียนศึกษาหนังสือเรียนหน้า 72-75 หรือแหล่งความรู้อื่น ในประเด็นต่อไปนี้

- การเกิดมรสุมเหมือนหรือแตกต่างจากการเกิดลมทั่วไป หรือลมบกลมทะเลหรือไม่อย่างไร
- ระหว่างการเกิดมรสุมจะมีสภาพอากาศเป็นอย่างไร
- ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากมรสุมใด และส่งผลกระทบต่อประเทศไทยอย่างไร
- ร่องมรสุม คือ อะไร ทำให้สภาพอากาศเป็นอย่างไร

ขั้นสรุป (1.5 ชั่วโมง)

3. ให้นักเรียนทำกิจกรรม 4.4 การเกิดมรสุม เพื่อสรุปความรู้เกี่ยวกับการเกิดมรสุมตามที่ได้สืบค้นข้อมูล



กิจกรรม 4.4 การเกิดมรสุม

จุดประสงค์ของกิจกรรม

อธิบาย และอธิบายการเกิดมรสุม บริเวณที่เกิด และทิศทางของมรสุมในฤดูกาลต่าง ๆ

วัสดุ – อุปกรณ์

1. แผนที่โลก
2. ปากกาเมจิก



เวลา 1.5 ชั่วโมง

วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนร่วมกันอธิบายว่า มรสุมเกิดได้อย่างไร
2. ใช้ปากกาเมจิกระบายลงบนแผนที่โลก แสดงบริเวณที่อาจเกิดมรสุม และแสดงทิศทางของมรสุมในฤดูกาลต่าง ๆ
3. ร่วมกันอธิบายว่า มรสุมส่งผลอย่างไรต่อสภาพอากาศ
4. สรุปผลการอธิบาย แล้วนำเสนอต่อชั้นเรียน



มรสุมฤดูหนาว

ผลการทำกิจกรรม

ให้นักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามต่อไปนี้



การเกิดมรสุมเหมือนหรือแตกต่างจากการเกิดลมบกลมทะเลอย่างไร

แนวคำตอบ เหมือน ตรงที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างพื้นดินและพื้นน้ำ แต่แตกต่าง ตรงที่มรสุมเกิดจากความแตกต่างระหว่างพื้นดิน คือ พื้นที่บริเวณพื้นน้ำ คือ พื้นมหาสมุทร ซึ่งมีพื้นที่ที่ใหญ่กว่าการเกิดลมบกลมทะเล และลมบกลมทะเลเกิดได้ในช่วงเวลา 1 วัน ส่วนมรสุมเกิดในช่วงฤดูกาล






ในฤดูร้อนและฤดูหนาว พื้นที่ทวีปและพื้นมหาสมุทร มีอุณหภูมิแตกต่างกันอย่างไรเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวคำตอบ เนื่องจากโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะแกนเอียงจึงทำให้เกิดฤดูกาล โดยในฤดูร้อนพื้นผิวโลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ยาวนานกว่าในฤดูหนาว ดังนั้นการรับและคายความร้อนของพื้นที่ทวีปและพื้นมหาสมุทรจึงแตกต่างกันในสองฤดู โดยพื้นที่ทวีปรับความร้อนแล้วทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นได้เร็วกว่าพื้นมหาสมุทรจึงทำให้ในฤดูร้อน พื้นที่ทวีปมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นมหาสมุทร ลมจึงพัดจากพื้นมหาสมุทรเข้าสู่พื้นที่ทวีป ส่วนในฤดูหนาวพื้นที่ทวีปคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นมหาสมุทร พื้นที่ทวีปมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นมหาสมุทร ลมจึงพัดจากพื้นที่ทวีปลงสู่พื้นมหาสมุทร



มรสุมฤดูร้อน



-  มรสุมใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อประเทศไทย และทำให้มีสภาพอากาศอย่างไร
- แนวคำตอบ** มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีอากาศหนาวเย็นทางตอนบนของประเทศไทย โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันออก ทำให้มีคลื่นลมแรงขึ้น และฝนตกหนัก และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้เกิดฝนตกในภาคใต้ฝั่งตะวันตกและประเทศไทยตอนบน
-  มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เกิดในฤดูใด
- แนวคำตอบ** มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเกิดในฤดูหนาว ส่วนมรสุมตะวันออกเฉียงใต้เกิดในฤดูร้อน
-  มรสุมเกิดได้ทั่วโลกหรือไม่ เพราะเหตุใด
- แนวคำตอบ** ไม่ บางพื้นที่ยังคงได้รับอิทธิพลของลมค้า เนื่องจากในบริเวณเหนือและใต้ใกล้เส้นศูนย์สูตรพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นมหาสมุทรจึงมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากนัก เช่น ทางตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก

4. ให้นักเรียนทำกิจกรรม 4.5 เดิมซ้ำแล้วเรื่อง เพื่อสรุปความรู้เกี่ยวกับร่องมรสุม

กิจกรรม 4.5 เดิมซ้ำแล้วเรื่อง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

วิเคราะห์ และอธิบายลักษณะอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากร่องมรสุม

วัสดุ-อุปกรณ์

ข้อมูลข่าวร่องมรสุม

เวลา 20 นาที

วิธีจัดกิจกรรม

ให้นักเรียนอ่านข่าวแล้วร่วมกันวิเคราะห์ และเติมข้อความเกี่ยวกับลักษณะอากาศในช่องว่าง ก และผลกระทบที่เกิดขึ้นในช่องว่าง ข ตามความคิดของนักเรียนเอง



ผลการทำกิจกรรม

กรมอุตุนิยมวิทยารายงานสภาพอากาศประจำวันที 2 ตุลาคม 2553 ดังนี้

ลักษณะอากาศทั่วไปเมื่อเวลา 04:00 น. ร่องมรสุมกำลังแรงพาดผ่านภาคใต้ อ่าวไทยและภาคตะวันออก เข้าสู่หย่อมความกดอากาศต่ำในทะเลจีนใต้ตอนล่าง ลักษณะเช่นนี้ทำให้ภาคกลางตอนล่าง ภาคตะวันออก และภาคใต้ตอนบน.....เกิดฝนตกหนัก.....

จึงขอให้ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยบริเวณที่ลาดเชิงเขาหรือที่ราบลุ่มทางน้ำไหลใกล้แม่น้ำ โดยเฉพาะจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร ระวังอันตรายจากสภาวะฝนตกหนัก อาจเกิด.....น้ำท่วมฉับพลัน และน้ำป่าไหลหลาก..... ในช่วงวันที่ 2-4 ตุลาคม 2553

5. ให้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับร่องมรสุมต่อ โดยใช้คำถามต่อไปนี้



นักเรียนคิดว่าเมื่อเกิดร่องมรสุมจะทำให้เกิดลักษณะอากาศอย่างไร

แนวคำตอบ ทำให้เกิดฝนตกหนัก



เมื่อเกิดร่องมรสุมจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

แนวคำตอบ เกิดฝนตกหนัก อาจส่งผลให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลาก และน้ำล้นตลิ่ง สร้างความเสียหายให้แก่สิ่งมีชีวิตและทรัพย์สิน หากเกิดฝนตกต่อเนื่องในพื้นที่ที่เป็นภูเขาอาจเกิดดินถล่ม

ข้อเสนอแนะ

ครูควรให้นักเรียนไปศึกษาข่าวหรือบทความที่เกี่ยวข้องกับพายุเพิ่มเติม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทยดัง บทความและข่าวที่เกี่ยวข้องกับพายุหมุน เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของปรากฏการณ์ดังกล่าวมากขึ้น

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

พายุฝนฟ้าคะนอง เกิดขึ้นบ่อยที่สุดในเขตลมค้าจากซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้พัดมาบรรจบกัน (Inter-Tropical Convergence Zone) จึงเกิดการยกตัวของอากาศขึ้น ทำให้เกิดเมฆฝนฟ้าคะนองเป็นแนวยาวเกือบต่อเนื่องกันไปรอบโลกใกล้เส้นศูนย์สูตร โดยเห็นได้ชัดเจนที่บริเวณเหนือป่าลุ่มน้ำอะเมซอนในทวีปอเมริกาใต้ ลุ่มน้ำคองโกในทวีปแอฟริกา และที่หมู่เกาะอินโดนีเซียในทวีปเอเชีย



เขต ICTZ



นอกจากนี้ยังมีพายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นในแนวปะทะอากาศ (frontal thunderstorm) ซึ่งเกิดจากการยกตัวของอากาศในบริเวณแนวเขตที่มวลอากาศมีสมบัติและแหล่งกำเนิดแตกต่างกัน เคลื่อนที่มาพบกันทำให้เกิดเมฆมาก และถ้ายังมีมวลอากาศเหนือมหาสมุทรในเขตร้อนชื้นถูกพัดมาพบกับมวลอากาศเหนือพื้นทวีปแถวขั้วโลก จะทำให้พายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงและเกิดในบริเวณกว้าง และถ้าเกิดพายุฝนฟ้าคะนองที่รุนแรงเป็นแนวยาว จะเรียกว่า แนวพายุกระโชก (squall line)

พายุฤดูร้อน เป็นพายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดในช่วงการเปลี่ยนจากฤดูหนาวไปสู่ฤดูร้อน และช่วงก่อนเริ่มต้นฤดูฝน พายุนี้เป็นพายุประจำถิ่นที่มักเกิดขึ้นในบริเวณประเทศไทยตอนบน เมื่ออากาศมีความชื้นและอุณหภูมิสูง ในขณะที่ความกดอากาศสูงยังคงแผ่ลงมาเป็นครั้งคราว นำอากาศที่แห้ง และอุณหภูมิต่ำกว่ามาผสมทำให้เกิดอากาศที่ไม่มีเสถียรภาพ มีการแลกเปลี่ยนมวลอากาศกันในแนวตั้ง เกิดการยกตัวของมวลอากาศอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดเมฆฝนฟ้าคะนองขนาดใหญ่กว่าปกติและมีลมกระโชกแรงเกิดขึ้น ในบางครั้งทำให้เกิดลูกเห็บตก

พายุฤดูร้อนมักเกิดในเดือนมีนาคม เมษายน และต้นเดือนพฤษภาคมก่อนเริ่มต้นฤดูฝน แผ่นดินได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากกว่าในช่วงอื่น ๆ ของปี ทำให้อากาศที่อยู่เหนือพื้นผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงนี้ลมจะพัดเข้าสู่ประเทศไทยจากทางตอนใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้ จากทางด้านอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ ซึ่งอากาศมีอุณหภูมิสูงและชื้นเพราะพัดผ่านทะเล และในเวลาเดียวกันมีลมฝ่ายเหนือพัดผ่านมาจากประเทศจีน ซึ่งอากาศมีอุณหภูมิต่ำและแห้ง เพราะพัดผ่านพื้นทวีป จึงทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองรุนแรงได้เป็นแห่ง ๆ

บทความและข่าวที่เกี่ยวข้องกับพายุหมุน

1. ASTV ผู้จัดการออนไลน์ 1 ตุลาคม 2553 18:33 น.



ระยอง - เกิดพายุวงช้างพัดถล่มบ้านเรือนประชาชนชุมชนคีรี-ชากตุ๊กหน้า-เจริญพัฒนา เมืองระยอง เสียหายกว่า 50 หลังคาเรือน

วันนี้ (1 ต.ค.) ผู้สื่อข่าวประจำจังหวัดระยอง ได้รับแจ้งมีเหตุพายุถล่มบ้านเรือนประชาชน ชุมชนคีรี ชุมชนซากลูกหญ้า และชุมชนเจริญพัฒนา ต.ห้วยโป่ง อ.เมือง จ.ระยอง ทำให้บ้านเรือนราษฎรได้รับความเสียหายกว่า 50 หลังคาเรือน เมื่อไปดูที่เกิดเหตุพบบ้านเรือนประชาชนถูกพายุถล่มหลังคาบ้าน ต้นไม้หักโค่นทับบ้าน มีชาวบ้านยืนดูบ้านเรือนของตนถูกพายุพัดถล่มราบเป็นหน้ากลอง

นางเพียงชีวา รัตรอดกิจ อายุ 38 ปี อยู่บ้านเลขที่ 131/3 ซ.คีรี ต.ห้วยโป่ง เล่าให้ฟังว่า เมื่อเวลาประมาณ 19.00 น. วันที่ 30 กันยายน ที่ผ่านมา ขณะที่ตนและครอบครัวนั่งเล่นกันอยู่ในบ้านพัก เกิดมีฝนตกลงมาอย่างหนัก มีลมกระโชกแรง ทำให้ไฟฟ้าดับ จากนั้นมีลมพายุพัดหมุนเป็นวงช้าง เข้าถล่มบ้านเรือนจนได้รับความเสียหายภายในพริบตาเดียว เป็นเวลากว่า 30 นาที ลมพายุจึงสงบ ขณะนี้อยากให้ผู้เกี่ยวข้องเข้ามาดูแลให้ความช่วยเหลือชาวบ้านที่ได้รับบาดเจ็บหรืออันตรายจากภัยธรรมชาติครั้งนี้

2. ข่าววันที่ 5 ธันวาคม 2553



นายอำเภอ และ นายออบต. ลงพื้นที่เข้าช่วยเหลือประชาชนในพื้นที่ 3 ตำบล อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช ที่ถูกพายุวงช้างพัดถล่มเมื่อวานนี้ พบบ้านเรือนเสียหายกว่า 20 หลัง สวนยางพาราโค่นล้มร่วม 100 ไร่

ความเสียหายในพื้นที่ ต.ควนชุม ต.หินตก และ ต.เสาชง อ.ร่อนพิบูลย์ จากเหตุการณ์พายุวงช้างพัดถล่ม เมื่อวานนี้ ล่าสุดได้มีหน่วยงาน เช่น อำเภอร่อนพิบูลย์ และ ออบต.ในพื้นที่ นำกระเบื้องเข้าไปช่วยเหลือประชาชนที่ได้รับความเสียหาย พร้อมกันนี้ยังพบว่าที่โรงเรียนสามัคคีอาราม ม.ที่ 7 ตำบลหินตก ซึ่งพบว่า พายุได้พัดต้นไม้ขนาดใหญ่ และหอคกระจายข้าวในโรงเรียน รวมทั้งหลังคาโรงเรียนได้รับความเสียหาย นอกจากนี้ต้นยางพาราถูกลมพายุวงช้างพัดโค่นล้มร่วม 100 ไร่ และสวนปาล์ม อีกกว่า 20 ไร่



ประชาชนที่เห็นเหตุการณ์เปิดเผยว่า ได้ยินเสียงดังเหมือนลม และพด้นไม้หักโค่นจึงวิ่งออกไปดู เห็นกรวยลมสีดำทะมึนพัดหมุนรอบตัวเองและเห็นต้นไม้หักหมุนเข้าไปในลมดังกล่าว และพัดกวาดเอาต้นไม้ สวนยางที่อยู่ใต้วงเวียนเสียหายอย่างหนัก เมื่อมาถึงบ้านยกตัวหลังคาออกไปทั้งหมด บ้านพังยับเยิน ทรัพย์สินเครื่องใช้ที่อยู่ในบ้านเสียหายอย่างหนัก ทั้งหมดเกิดขึ้นราว 4-5 นาที ก่อนที่จะพัดหมุนตัวออกไป ท่ามกลางความตกใจของชาวบ้าน หลังจากนั้นไม่นานเหตุการณ์จึงสงบทั้งไว้แต่ความเสียหาย

นายประยูร เหมทานนท์ ผู้ใหญ่บ้าน ม.2 ต.ควนชุม เล่าเหตุการณ์ถึงนาทีพายุลมหัวด้วนหรือพายุวงช้างพัดถล่มหมู่บ้านว่า เมื่อเวลาประมาณ 10.30 น. ขณะที่ตนและครอบครัวกำลังนอนดูทีวีในบ้าน ก็ได้ยินเสียงลมพายุพัดถล่มในหมู่บ้านเสียงดังอีกทีก็หนีออกไปหมด ได้ยินเสียงกระเบื้องหลังคาบ้านของชาวบ้านในหมู่บ้านแตกกระจาย จึงวิ่งออกมาดูนอกบ้าน พบลมพายุหมุนเป็นเกลียวสูงคล้ายวงช้าง หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า ลมหัวด้วน พัดถล่มในหมู่บ้านนานประมาณ 4-5 นาที พายุลูกดังกล่าวก็สิ้นฤทธิ์ หลังจากพายุพัดผ่านไปแล้วก็ออกมาดูพบบ้านพังไปหลายหลัง สวนยางสวนปาล์มล้มพังเสียหายราบเป็นหน้ากลอง และยังมีต้นไม้ขนาดใหญ่ล้มทับขวางถนน และล้มทับบ้านของชาวบ้านพังเสียหายไปหลายหลัง รวมทั้งล้มทับเสาไฟฟ้าในหมู่บ้านหลายต้นจนไฟฟ้าดับมืดทั้งหมู่บ้าน

3. ต้น"พายุหมุน" โผล่กลางทะเลกระบี่



พายุวงช้างก่อตัวในทะเลกระบี่ ระหว่างเกาะพีพีกับเกาะศรีบอยา ชาวบ้านบนฝั่งแห่ดูกันอย่างตื่นเต้น แต่พอพายุเคลื่อนใกล้ชายฝั่งก็สลายตัวไป โดยไม่ได้สร้างความเสียหายแก่เรือประมงหรือหมู่บ้านใด ๆ เมื่อ 7 ก.ค.

เมื่อ เวลา 17.20 น. วันที่ 7 ก.ค. เกิดท้องฟ้ามีดกรุ้มเหมือนฝนกำลังจะตกบริเวณระหว่างหน้าเกาะพีพี อ.เมือง กับเกาะศรีบอยา อ.เหนือคลอง จ.กระบี่ ทะเลคลื่นลมเงียบสงบ หลังจากนั้นก็มีก้อนเมฆฝนขึ้นเป็นทิวยาวทอดกับทะเล



ก่อนจะปรากฏก้อนเมฆสีดำแหลมยื่นลงมาจากท้องฟ้าลงมาในทะเล ผู้คนที่อยู่ใกล้กับชายฝั่งต่างวิ่งกันออกมาด้วยความตื่นเต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งชายฝั่งบริเวณท่าเทียบเรือโดยสารปากคลองจิหลาด หมู่ 7 ต.ไสไทย จะเห็นได้ชัดที่สุด ต่างก็พูดเป็นเสียงเดียวกันว่าเป็นพายุหมุน

หลังจากนั้น พายุหมุนเพิ่มทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น โดยหมุนพัดเอาน้ำทะเลฟุ้งกระจายเห็นได้อย่างชัดเจน และมุ่งหน้าไปยังบ้านเกาะปู เกาะศรีบอยา อ.เหนือคลอง เรือประมงพื้นบ้านต่างแล่นเข้าชายฝั่งเพราะเกรงว่าอาจจะได้รับอันตราย แต่เมื่อเข้าใกล้ชายฝั่ง ต.ตลิ่งชัน พายุดังกล่าวก็หายไปทันที หลังจากนั้นก็มีลูกที่ 2 ก่อตัวขึ้นมาอีก แต่ยังไม่ลงมาถึงผิวน้ำก็หายไป ผู้สื่อข่าวตรวจสอบไปยังเกาะพีพี เกาะปู เกาะศรีบอยา ต.ตลิ่งชัน ไม่ปรากฏว่าได้รับความเสียหายจากพายุแต่อย่างใด เพราะพายุดังกล่าวเกิดขึ้นในทะเล ไม่ตรงกับชุมชนและหมู่บ้าน

ที่มาจากหนังสือพิมพ์ข่าวสด

เฉลยคำถามท้ายบท

1. ปรากฏการณ์ที่อาจเกิดขึ้นพร้อมกับพายุฟ้าคะนอง คือ อะไรบ้าง
แนวคำตอบ ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า ฝนตกหนัก
2. นักเรียนต้องปฏิบัติตนอย่างไรเพื่อให้ปลอดภัยจากฟ้าผ่า
แนวคำตอบ ไม่อยู่กลางแจ้ง หรือไม่หลบอยู่ใต้ต้นไม้ใหญ่ โดยเฉพาะไม่ควรอยู่กลางแจ้งในบริเวณที่สูง
3. พายุหมุนเขตร้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร
แนวคำตอบ เกิดจากหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงเหนือทะเลในบริเวณเขตร้อน เมื่ออุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลสูงกว่า 26 องศาเซลเซียส และบรรยากาศมีความชื้นสูง อากาศจะยกตัวขึ้นอย่างรวดเร็วเกิดการไหลเวียนเข้าหาศูนย์กลางของลมในระดับต่ำ และมีการไหลเวียนออกจากกันของลมในระดับสูง
4. เมื่อเกิดพายุหมุนเขตร้อน จะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร
แนวคำตอบ ฝนตกหนัก อาคารบ้านเรือน สิ่งแวดล้อม และทรัพย์สินอาจถูกลมพัดทำให้เกิดความเสียหายระดับเล็กน้อยถึงสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ในทะเลมีคลื่นลมแรงขึ้น เกิดคลื่นสูงพัดเข้าสู่ชายฝั่ง ส่งผลกระทบต่อชาวประมงและกิจกรรมตามบริเวณชายหาด



5. เพราะเหตุใดบริเวณตาพายุ จึงมักเป็นเขตลมสงบ และอากาศค่อนข้างดี
- แนวคำตอบ** ลมบริเวณที่เกิดพายุนั้นจะพัดเข้าสู่ศูนย์กลางพายุ แต่เนื่องจากแรงคอริโอลิส ทำให้ลมหมุนหักเหเป็นวงรอบศูนย์กลางพายุ (ไม่พัดเข้าสู่ศูนย์กลาง) จึงเกิดสมดุลของแรงคอริโอลิส แรงความชันของความกดอากาศ และแรงสู่ศูนย์กลาง ก่อนที่จะหมุนไปในระดับสูงขึ้นไป เกิดเป็นพายุ อากาศที่หมุนรอบศูนย์กลาง ก่อนที่จะหมุนไปในระดับสูงขึ้นไป เกิดเป็นตาพายุ อากาศที่หมุนรอบศูนย์กลางนี้จะยกตัวสูงขึ้นกลายเป็นเมฆและฝน ทำให้อากาศที่พัดสูงขึ้นส่วนหนึ่งจมตัวลงที่เหนือบริเวณศูนย์กลางพายุ อากาศดังกล่าวมีไอน้ำน้อยมากหรือไอน้ำระเหยไปหมดทำให้ไม่มีเมฆบริเวณนั้น (อากาศเมื่อจมตัวลงจะอุ่นขึ้น) หรืออธิบายง่ายๆ ว่า บริเวณตาพายุมีอากาศจมตัวลงทำให้อากาศโปร่ง
6. ทิศทางการหมุนของพายุในซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร
- แนวคำตอบ** แตกต่างกันพายุในซีกโลกเหนือจะหมุนทวนเข็มนาฬิกา ส่วนในซีกโลกใต้จะหมุนตามเข็มนาฬิกา
7. ความเสียหายที่เกิดจากทอร์นาโด และเฮอริเคนแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- แนวคำตอบ** เกิดความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อมเหมือนกัน แต่ทอร์นาโดจะมีผลกระทบในพื้นที่แคบกว่า และระยะเวลาสั้นกว่า
8. มรสุม จะพัดในทิศทางอื่นนอกจากทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้หรือไม่ อย่างไร
- แนวคำตอบ** ทิศทางลมดังกล่าวเป็นทิศทางหลักอาจจะมีการผันแปรได้เล็กน้อย
9. ในช่วงฤดูหนาว มักมีข่าวการเกิดน้ำท่วมทางภาคใต้ โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดสงขลา และจังหวัดนครศรีธรรมราช นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด
- แนวคำตอบ** เพราะมวลอากาศเย็นจากพื้นทวีปพัดผ่านพื้นน้ำในบริเวณอ่าวไทย ซึ่งมีความชื้นและอุณหภูมิสูง จึงก่อให้เกิดฝนตกหนักเข้าสู่ชายฝั่งทางภาคใต้ฝั่งตะวันออก โดยเฉพาะทางตอนล่าง
10. ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากพายุไต้ฝุ่นบ้าง ให้ยกตัวอย่างประกอบ
- แนวคำตอบ** ไต้ฝุ่นจากมหาสมุทรแปซิฟิก พายุไซโคลนจากอ่าวเบงกอล พายุฤดูร้อน



ภาพถ่ายดาวเทียม MTSAT



บทที่ 5

ความแปรปรวนของอากาศ



http://notrickszone.com/wp-content/uploads/2010/11/800px-Sunset_Marina.jpg

เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

1. ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา	3	ชั่วโมง
2. ปรากฏการณ์เรือนกระจก	3	ชั่วโมง
3. คลื่นความร้อน	2	ชั่วโมง
รวม	8	ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้ บทที่ 5

1. สืบค้น อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา รวมถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
2. สืบค้น อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับชนิดและแหล่งที่มาของแก๊สเรือนกระจก การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก รวมถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
3. สืบค้น อภิปรายและอธิบายการเกิดคลื่นความร้อน และผลกระทบของคลื่นความร้อนต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม



สาระสำคัญ

ความไม่สมดุลของการเปลี่ยนแปลงสภาพลมฟ้าอากาศ ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา ซึ่งเกิดจากความผิดปกติของลมค้าและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก ปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งเกิดจากการเพิ่มปริมาณของแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ และคลื่นความร้อน ซึ่งเกิดจากสะสมความร้อนในพื้นที่ หรือมีการเคลื่อนตัวของอากาศที่ร้อนจัดเข้าสู่บริเวณพื้นที่กว้าง เป็นต้น ปรากฏการณ์เหล่านี้ล้วนส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของอากาศ จนทำให้เกิดภัยธรรมชาติที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมได้ในวงกว้าง

แนวการจัดการเรียนรู้

5.1 ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมเรื่อง ลมค้า ที่ได้เรียนในบทที่ 2 เรื่อง การหมุนเวียนของระบบลมโลก และการหมุนเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทร ในประเด็นคำถามดังนี้



ลมค้า คืออะไร มีทิศทางของลมเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ ลมค้า เป็นลมแนทิส ซึ่งพัดออกจากบริเวณความกดอากาศสูงไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำที่เส้นศูนย์สูตร ในซีกโลกเหนือจะพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในซีกโลกใต้จะพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงใต้



การพัดของลมค้าส่งผลอย่างไร

แนวคำตอบ ส่งผลต่อการไหลของน้ำผิวหน้ามหาสมุทร (surface current) ซึ่งมีผลต่อการเกิดกระแสน้ำอุ่น และกระแสน้ำเย็นในมหาสมุทร




หากการพัดของลมค้าเกิดขึ้นอย่างผิดปกติ จะเกิดผลกระทบตามมาอย่างไร


แนวคำตอบ เกิดความผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก สภาพอากาศทั่วโลกแปรปรวน เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และปรากฏการณ์ลานีญา

2. ครูควรให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมเรื่อง ความแตกต่างของชั้นน้ำทะเล โดยเฉพาะเรื่องอุณหภูมิของน้ำทะเลแต่ละชั้น เพราะความรู้ดังกล่าวใช้เป็นความรู้พื้นฐานเพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา โดยควรตอบคำถามในประเด็น ดังนี้



 อุณหภูมิน้ำทะเลที่ระดับความลึกต่าง ๆ มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร


แนวคำตอบ แตกต่างกัน โดยระดับน้ำทะเลยิ่งลึก อุณหภูมิยิ่งลดต่ำลง

 หากมีลมพัดผิวหน้าน้ำทะเลไปในทิศทางหนึ่ง ผิวหน้าน้ำทะเลจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร


แนวคำตอบ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะเปลี่ยนแปลง โดยเมื่อลมพัดผิวหน้าน้ำทะเลไป น้ำเย็นซึ่งอยู่ด้านล่างจะไหลขึ้นมาแทนที่ข้างบน ส่งผลให้น้ำทะเลบริเวณนั้นมีอุณหภูมิลดลง

ขั้นสอน (2.5 ชั่วโมง)

3. แบ่งกลุ่มนักเรียน ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาแผนที่โลกจากภาพ 5.1 หน้า 82 และอภิปรายในประเด็นคำถามที่เกี่ยวกับทิศทางการพัดของลมค้าในมหาสมุทรแปซิฟิก และสภาพอากาศในบริเวณนั้น เช่น

 ทิศทางของลมค้าเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ ในภาวะปกติ มหาสมุทรแปซิฟิกแถบศูนย์สูตรจะมีลมค้าตะวันออกเฉียงเหนือ และลมค้าตะวันออกเฉียงใต้พัดพาน้ำผิวหน้ามหาสมุทรจากฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก (ฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้) ไปยังฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก (ฝั่งตะวันออกของหมู่เกาะของประเทศอินโดนีเซีย)

 การพัดของลมค้าส่งผลอย่างไรต่อสภาพอากาศในมหาสมุทรแปซิฟิก

แนวคำตอบ เมื่อลมค้าพัด จะมีการไหลของน้ำทะเลในระดับพื้นผิวจากฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก ไปยังฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก กระแสน้ำเย็นที่ไหลอยู่เรียบชายฝั่งทวีปอเมริกา โดยเฉพาะที่อยู่ด้านล่างมหาสมุทรจะไหลขึ้นมาแทนที่ ส่งผลให้น้ำผิวหน้ามหาสมุทรบริเวณชายฝั่งตะวันตกของอเมริกาใต้มีอุณหภูมิต่ำ อากาศบริเวณนี้จะมีอุณหภูมิต่ำ ไม่สามารถลอยตัวสูงจนก่อตัวเป็นเมฆ และฝน สภาพอากาศจึงค่อนข้างแห้งแล้ง ในขณะที่บริเวณชายฝั่งของมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันตก จะมีกระแสน้ำอุ่นมาสะสม ส่งผลให้อากาศบริเวณนี้มีอุณหภูมิสูง และลอยขึ้นไปก่อตัวเป็นเมฆและฝน บริเวณนี้จะชุ่มชื้นเนื่องจากมีฝนตกมาก




4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลกระทบที่ตามมาหากลมค้ามีการพัดอย่างผิดปกติ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า หากลมค้าพัดแรงขึ้น หรืออ่อนกำลังลงมากจะเกิดผลต่อสภาพอากาศอย่างไร จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมในตอนท้ายว่า ในกรณีที่ลมค้าอ่อนกำลังลงมาก จะทำให้เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ในทางกลับกัน หากลมค้าพัดแรงมากขึ้น จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ลานีญา


5. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการเกิด และผลกระทบต่อสภาพอากาศ เมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา เพื่อตอบคำถามในประเด็นต่อไปนี้

 ปรากฏการณ์เอลนีโญ คืออะไร


แนวคำตอบ ปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลแถบตอนกลางและตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ

 ปรากฏการณ์เอลนีโญ เกิดขึ้นได้อย่างไร ส่งผลต่อสภาพอากาศที่ผิดปกติไปอย่างไร


แนวคำตอบ เมื่อลมค้าพัดอ่อนกำลังลง น้ำทะเลอุ่นจากฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกจะไหลย้อนกลับไปยังฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกอย่างช้า ๆ ส่งผลให้อากาศบริเวณนี้มีอุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้น เกิดการก่อตัวของเมฆฝนขนาดใหญ่ ทำให้บริเวณนี้ที่เคยแห้งแล้ง กลับมีความชุ่มชื้นมากขึ้น เพราะฝนตกมาก

 ปรากฏการณ์ลานีญา คืออะไร

แนวคำตอบ ปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลางและตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกมีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ


 ปรากฏการณ์ลานีญาเกิดอย่างไร ส่งผลต่อสภาพอากาศที่ผิดปกติไปอย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อลมค้าพัดแรงขึ้นกว่าปกติ น้ำทะเลอุ่นถูกพัดไปทางชายฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก ทำให้น้ำทะเลบริเวณนี้มีอุณหภูมิสูงขึ้น อากาศบริเวณนี้จึงมีอุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้นกว่าปกติ เกิดการก่อตัวของเมฆฝนขนาดใหญ่ ทำให้บริเวณนี้มีฝนตกมากกว่าปกติ ในขณะที่ฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกมีความแห้งแล้งมากกว่าปกติ


 สืบค้นว่า หากเกิดปรากฏการณ์ลานีญาอย่างรุนแรง จะส่งผลต่อสภาพอากาศของประเทศไทยอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ ในบริเวณต่าง ๆ ของไทยจะมีฝนตกมากกว่าปกติ



 ในช่วง พ.ศ. 2540 – พ.ศ. 2541 หลายประเทศทั่วโลก เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ขนาดรุนแรงมาก ให้นักเรียนลองสืบค้นดูว่า ในช่วงนี้ ประเทศไทยได้รับผลกระทบทางสภาพอากาศอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ ไทยได้รับผลกระทบในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2541 โดยจะมีปริมาณฝนน้อยลงมากกว่าปกติ เกิดความแห้งแล้ง และอุณหภูมิอากาศสูงขึ้นมาก

 ช่วงการเปลี่ยนแปลงของการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาเป็นอย่างไร **แนวคำตอบ** ปรากฏการณ์ทั้งสอง มีช่วงการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน จะอยู่ในช่วง 2 ปี ถึง 10 ปี

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม 5.1 เรื่อง ผลกระทบจากเอลนีโญ และลานีญา เพื่อสำรวจตรวจสอบว่าปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

กิจกรรม 5.1 ผลกระทบจากเอลนีโญและลานีญา

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลจากข่าวและบทความวิชาการเกี่ยวกับผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา แล้วร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปรายเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลของข่าวและบทความ
2. อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ – อุปกรณ์

ข่าวที่ครูกำหนดให้

วิธีทำกิจกรรม

1. อ่านรายละเอียดของข่าวที่กำหนดให้ (ข่าวที่ 1 และ ข่าวที่ 2) แล้วร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายว่าปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา ส่งผลกระทบใดบ้าง และอาจส่งผลกระทบต่อเนื่องต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมไปอย่างไรได้อีก
2. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากข่าว และบทความวิชาการ จากนั้นอภิปรายและนำเสนอต่อชั้นเรียนเกี่ยวกับผลกระทบอื่น ๆ ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จากปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา



ผลการทำกิจกรรม

1. กิจกรรมนี้เป็นการวิเคราะห์ข่าวที่กำหนดให้ เนื้อข่าวแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม จากนั้นให้นักเรียนพยายามคิดวิเคราะห์ต่อถึงผลกระทบที่อาจตามมา โดยครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวาง และพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลของเหตุผลที่ใช้ประกอบคำอธิบาย เช่น

ในหัวข้อข่าวที่ 1 แสดงให้เห็นว่า เอลนีโญได้ส่งผลกระทบต่อธรรมชาติได้ทั้งทะเล ได้แก่ปะการังที่เริ่มเหี่ยวเฉา และลักษณะของน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิต่ำลง และขุ่นมากขึ้น นอกจากนี้ นักท่องเที่ยวที่ไปดำน้ำก็เกิดอาการคันตามผิวหนังและย้ายแหล่งดำน้ำ ผลกระทบที่อาจตามมาจากแต่ละประเด็น อาจเป็นไปได้ ดังนี้

- *ปะการังเหี่ยวเฉา* และอาจตายในที่สุด ทำให้ขาดแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยสำหรับพืชและสัตว์น้ำใต้ทะเล ขาดแนวป้องกันการกัดเซาะของคลื่น ขาดห้องทดลองทางนิเวศวิทยา ขาดแหล่งท่องเที่ยวที่สามารถสร้างรายได้ให้กับประชาชน เป็นต้น
- *น้ำทะเลที่มีอุณหภูมิต่ำลง และขุ่นมากขึ้น* อาจส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล เพราะสภาพของน้ำทะเลเปลี่ยนไป สัตว์น้ำอาจย้ายถิ่น และอาจส่งผลกระทบต่อเนื่องต่อการประมง และอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น
- *นักท่องเที่ยวที่ดำน้ำเกิดอาการคันตามผิวหนัง และย้ายแหล่งดำน้ำ* ส่งผลกระทบต่อเนื่องต่อสุขภาพของประชาชน และผลกระทบทางเศรษฐกิจต่อผู้ประกอบการค้าในบริเวณนั้น เป็นต้น

ในหัวข้อข่าวที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ลานีญาทำให้ฝนที่ตกในประเทศไทยมีปริมาณมากขึ้น ทำให้ความเค็มของน้ำทะเลลดลง ผลกระทบที่อาจตามมาจากแต่ละประเด็น อาจเป็นไปได้ ดังนี้

- *ความเค็มของน้ำทะเลลดลง* ทำให้สัตว์ทะเลที่ปรับตัวไม่ได้ตายลงเป็นจำนวนมาก ชนิดและปริมาณของสัตว์น้ำจะเปลี่ยนแปลงไป และจะส่งผลกระทบต่อเนื่องต่อการประมง และอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น


2. หลังจากที่นักเรียนวิเคราะห์ข่าวที่กำหนดให้แล้ว จึงให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข่าว และบทความวิชาการที่เสนอผลกระทบอื่น ๆ ของปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม โดยเน้นการนำเสนอในประเด็นต่าง ๆ ต่อไปนี้

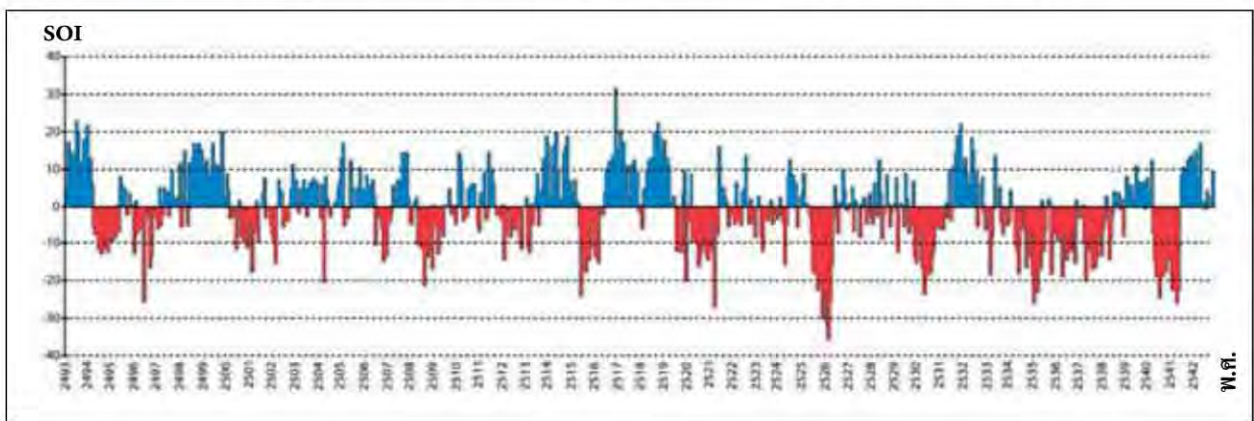
- ข่าว หรือบทความนั้น นำเสนอผลกระทบอะไร
- สาเหตุการเกิดผลกระทบดังกล่าวคืออะไร
- ผลกระทบที่นำเสนอในข่าวหรือบทความนั้น ได้สร้างผลกระทบอะไรตามมาอีกบ้าง



เช่น ในข้าวหรือบทความนำเสนอผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญ เกี่ยวกับการเกิด **ปะการังฟอกขาว** ในหลายบริเวณ ทั้งตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามัน และอ่าวไทย ซึ่งมีสาเหตุจากการที่มีอุณหภูมิน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไปจากปกติ ส่งผลให้สาหร่ายเซลล์เดียว ชื่อ ซูแซนเทลลี ที่อาศัยอยู่ร่วมกับปะการังแบบพึ่งพาอาศัยถูกขับออกจากโครงสร้างของปะการัง ปะการังจึงเหลือเพียงโครงสร้างหินปูนสีขาว ที่มีตัวปะการังเยื่อใส ๆ คลุมหินปูนอยู่เท่านั้น ทำให้เรามองเห็นปะการังมีสีเขียวลดลง เมื่อปะการังเกิดการฟอกขาวเป็นระยะเวลาอันยาวนาน อาจทำให้ปะการังตายได้ในที่สุด จึงส่งผลกระทบต่อตามมา เช่น ท้องทะเลขาดแหล่งอาหาร และแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตใต้ทะเลขาดแนวปะการังไว้ป้องกันการกัดเซาะของคลื่น ขาดแนวปะการังที่สามารถใช้เป็นห้องทดลองทางนิเวศวิทยา ขาดแหล่งท่องเที่ยวที่สามารถสร้างรายได้ให้กับประชาชน เป็นต้น

7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการตรวจวัดการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา โดยใช้ค่าดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation Index, SOI) ผ่านประเด็นคำถามต่อไปนี้

-  เราสามารถพยากรณ์การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา ได้ล่วงหน้าหรือไม่ อย่างไร
-  การตรวจหาค่า SOI ทำได้อย่างไร
-  ค่า SOI ใช้ทำนายการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ได้อย่างไร



กราฟแสดงค่าดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (SOI) ช่วงปี พ.ศ. 2493 - พ.ศ. 2542



จากภาพ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา มีความสัมพันธ์กันอย่างไร




แนวคำตอบ โดยปกติ ปรากฏการณ์ทั้งสองจะเกิดสลับกันเป็นช่วง ๆ ซึ่งความถี่ของการเกิดแต่ละปรากฏการณ์จะไม่เท่ากัน นอกจากนี้ ความรุนแรงของการเกิดปรากฏการณ์แต่ละช่วงก็แตกต่างกันด้วย

จากการอภิปราย นักเรียนควรสรุปความรู้ให้ได้ว่า SOI เป็นค่าที่ใช้ทำนายการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา หรือเรียกได้ว่าเป็นค่าที่ใช้บอกความรุนแรงของลมค้าทางอ้อม เมื่อใช้ทำนายการวิเคราะห์ระดับน้ำทะเล และระบบดาวเทียม ตรวจวัดค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ระดับน้ำทะเล และความกดอากาศ ระหว่างบริเวณตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกที่เมืองคาร์วินในประเทศออสเตรเลีย กับเกาะตาทิตีที่อยู่กลางมหาสมุทรแปซิฟิกแล้ว จะมีการนำค่าต่าง ๆ ที่วัดได้มาคำนวณหาค่า SOI หากค่า SOI มีค่าเป็นลบ (แสดงถึงลมค้าอ่อนกำลังลง) จะเป็นสัญญาณให้เฝ้าติดตามว่าอาจเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ หากค่า SOI มีค่าเป็นบวก (แสดงถึงลมค้าพัดแรงกว่าปกติ) บ่งบอกว่าอาจเกิดปรากฏการณ์ลานีญา


8. นักเรียนทบทวนความรู้เรื่องปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา จากหนังสือเรียน หน้า 82-88

ขั้นสรุป (15 นาที)


9. ครูและนักเรียนร่วมกับสรุปความรู้ผ่านประเด็นคำถามต่าง ๆ โดยควรสรุปความรู้ให้ได้ว่า ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่เกิดจากความผิดปกติของลมค้าและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย ตัวอย่างประเด็นคำถามที่ใช้สรุปความรู้ เช่น

 ความผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของมหาสมุทรแปซิฟิกนั้นเกิดจากสาเหตุใด

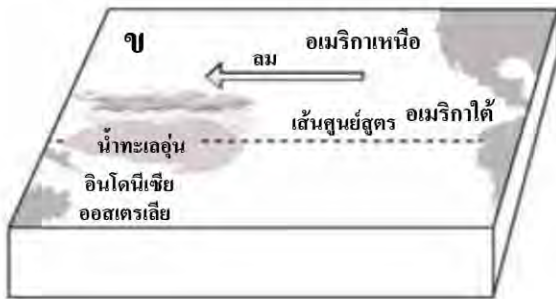
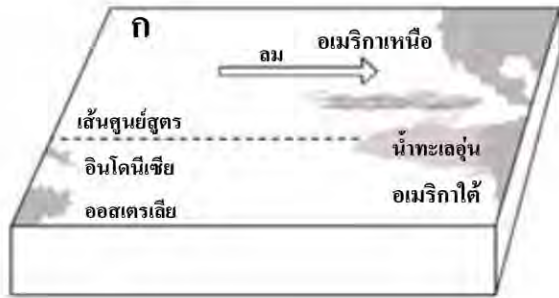
แนวคำตอบ การพัดอย่างผิดปกติของลมค้า

 เมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา อุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิก จะเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ ปรากฏการณ์เอลนีโญส่งผลให้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลตอนกลางและแถบตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ ส่วนปรากฏการณ์ลานีญาส่งผลให้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลาง และตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกมีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ

 จากภาพ ภาพใดอธิบายผลจากการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา เพราะเหตุใด





แนวคำตอบ ภาพ ก แสดงผลจากการเกิดเอลนีโญ เพราะเมื่อลมค้าอ่อนกำลังลง น้ำทะเลอุ่นจากฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก (แถบหมู่เกาะของประเทศอินโดนีเซีย) จะไหลย้อนกลับไปยังฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก (แถบชายฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้) ส่งผลให้อากาศบริเวณนี้มีอุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้น เกิดการก่อตัวของเมฆฝนขนาดใหญ่ ทำให้บริเวณนี้มีฝนตกมาก

ภาพ ข แสดงผลจากการเกิดลานีญา เพราะเมื่อลมค้าพัดแรงกว่าปกติ น้ำทะเลอุ่นถูกพัดไปทางชายฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก (แถบหมู่เกาะของประเทศอินโดนีเซีย) ทำให้น้ำทะเลบริเวณนี้มีอุณหภูมิสูงขึ้น อากาศบริเวณนี้จึงมีอุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้นกว่าปกติ เกิดฝนตกมากกว่าปกติ



ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา ส่งผลกระทบอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ ปรากฏการณ์ทั้งสองทำให้อุณหภูมิผิวหน้าน้ำทะเลเปลี่ยนแปลงไป จึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อลักษณะลมฟ้าอากาศที่แปรปรวน ในบางบริเวณจะแห้งแล้งมาก หรือบางบริเวณจะมีฝนตกมากกว่าปกติมากจนเกิดน้ำท่วม ความแปรปรวนเหล่านี้ส่งผลกระทบตามมาต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมด้านต่าง ๆ เช่น การดำรงชีวิตของมนุษย์ การเกษตร การประมง การท่องเที่ยว เป็นต้น



นักเรียนคิดว่า การที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นนั้น ส่งผลต่อการเกิด ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ยังไม่พบหลักฐานที่แน่นอนว่า ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา มีความสัมพันธ์กับภาวะโลกร้อนหรือไม่อย่างไร แต่จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ทั้งสอง จะพบว่า มีขนาดความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามอุณหภูมิของโลกที่เปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตาม จากคำถามนี้ ครูควรพิจารณาถึงความสมเหตุสมผล หรือพยานหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนใช้ประกอบคำอธิบาย



เอกสารประกอบการสอน

ข่าวประกอบกิจกรรม 5.1

ข่าวที่ 1 : เอลนีโญส่งผลต่อปรากฏการณ์ทะเลไทย น้ำเย็นลง มีตะกอนขุ่นทำให้คัน

นักวิชาการชี้ปรากฏการณ์เอลนีโญจากภาวะโลกร้อนส่งผลให้ธรรมชาติใต้ท้องทะเลอันดามันเปลี่ยนแปลง น้ำทะเลเป็นน้ำเย็นมีตะกอนขุ่น เหยื่อนักท่องเที่ยวเริ่มย้ายจุดดำน้ำลึกจากอันดามันได้ไปเหนือ เพราะดำน้ำแล้วมีอาการคันตามผิวหนังและปะการังอ่อนที่สวยงามเริ่มเหี่ยวเฉา

หมายเหตุ ตัดทอนส่วนนำของข่าวจาก
หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ วันที่ 19 เม.ย. 2550

ข่าวที่ 2 : ปรากฏการณ์ “ลานีญา” กระทบทะเลสาบสงขลา หอยนางรม หอยแมลงภู่ตายเรียบ

ปลาหมึกลินสาบโคลน ผลผลิตลดลง 50-60 เปอร์เซ็นต์

นายสุพล ต้นสุวรรณ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (พื้นที่พัทลุง สงขลา นครศรีธรรมราช) เปิดเผยว่า ปี 2549 สภาวะน้ำเค็มทะเลสาบเกือบทั่วทะเลตอนนอกและตอนกลาง มีความเค็มเพียง 0.5 พิเอสยู ถือว่าเป็นสิ่งผิดปกติที่มีความเค็มต่ำลงและยาวนาน ซึ่งไม่เคยปรากฏในช่วงระยะ 10-15 ปีที่ผ่านมา คาดว่าผลมาจากเกิดปรากฏการณ์ลานีญา ที่ส่งผลให้มีปริมาณฝนของไทยสูงกว่าปกติ โดยเฉพาะช่วงฤดูร้อนและต้นฤดูฝน เป็นระยะที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญา มีผลกระทบต่อภาวะฝนของไทยชัดเจนกว่าช่วงอื่น

หมายเหตุ ตัดทอนส่วนนำของข่าวจาก

<http://www.hatyaicity.go.th/index.php?option=news&mode=detail&id=182>

แหล่งสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม

1. เรื่อง ดรรรชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้
http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensocycle/soi.shtml
2. เรื่อง ผลกระทบของการเกิดเอลนีโญ ในปี พ.ศ. 2540 – พ.ศ. 2541
<http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=17>
3. เรื่อง ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา กับภาวะโลกร้อนสัมพันธ์กันหรือไม่
http://www.tmd.go.th/ncct/article/gw_elnina.pdf



5.2 ปραกฏการณ์เรือนกระจก

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องอุณหภูมิบรรยากาศของโลกในปัจจุบันเปรียบเทียบกับอุณหภูมิบรรยากาศของดาวเคราะห์ต่าง ๆ เพื่อนำสู่เรื่องแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ โดยครูอาจนำรายละเอียดลักษณะของดาวเคราะห์ต่าง ๆ ในระบบสุริยะ มาให้นักเรียนวิเคราะห์ประกอบการอภิปราย ตามประเด็นคำถามดังนี้



อุณหภูมิบรรยากาศโลก โดยเฉลี่ยมีค่าเท่าใด

แนวคำตอบ 288 ถึง 293 องศาเซลวิน หรือประมาณ 15 ถึง 20 องศาเซลเซียส



อุณหภูมิของดาวเคราะห์ดวงอื่นเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ อุณหภูมิแตกต่างกันไป หากเป็นดาวเคราะห์วงในที่มีส่วนประกอบเป็นหินและโลหะ จะมีอุณหภูมิสูงกว่ากลุ่มดาวเคราะห์วงนอกที่มีส่วนประกอบโดยส่วนใหญ่เป็นแก๊ส



เพราะเหตุใดอุณหภูมิของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จึงแตกต่างกัน

แนวคำตอบ ดาวเคราะห์แต่ละดวงมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์ และมีลักษณะของชั้นบรรยากาศ และองค์ประกอบของบรรยากาศที่แตกต่างกัน



หากอุณหภูมิบรรยากาศโลก มีค่าสูงหรือต่ำกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

แนวคำตอบ สิ่งมีชีวิตจะไม่สามารถเจริญเติบโตอย่างปกติ และไม่สามารถอาศัยอยู่ได้



เพราะเหตุใดอุณหภูมิบรรยากาศโลกจึงมีความเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตบนโลก

แนวคำตอบ โลกมีชั้นบรรยากาศที่ประกอบไปด้วยแก๊สเรือนกระจก

ขั้นสอน (2.5 ชั่วโมง)


2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องแก๊สเรือนกระจกในประเด็นต่าง ๆ ต่อไปนี้




โดยปกติ แก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศโลกประกอบไปด้วยแก๊สอะไรบ้าง

แนวคำตอบ ไอน้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์




 เพราะเหตุใด แก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศโลก จึงส่งผลต่อความสมดุลของ อุณหภูมิของโลก

แนวคำตอบ เพราะแก๊สเรือนกระจกมีสมบัติในการยอมให้รังสีจากดวงอาทิตย์ซึ่งเป็น รังสีคลื่นสั้นผ่านมายังโลก โดยมีการดูดกลืนเล็กน้อย แต่จะดูดกลืนรังสีความร้อน ที่เป็นรังสีคลื่นยาว ช่วงอินฟราเรดที่โลกปล่อยออกมา แล้วคายรังสีความร้อนนี้ กลับคืนสู่ผิวโลก ทำให้อากาศที่ผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น และเหมาะสมกับการอาศัย อยู่ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ


 ปრაกฏการณ์เรือนกระจกคืออะไร

แนวคำตอบ ภาวะที่แก๊สเรือนกระจกดูดกลืนรังสีความร้อน แล้วคายรังสีความร้อน กลับสู่ผิวโลกแล้วทำให้อากาศบริเวณผิวโลกอบอุ่นขึ้นหรืออาจร้อนขึ้น

 หากไม่มีแก๊สเรือนกระจก อุณหภูมิของโลกจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

แนวคำตอบ ในตอนกลางวันอุณหภูมิของโลกจะสูงขึ้นมาก และตอนกลางคืนอุณหภูมิจ ของโลกจะลดลงอย่างรวดเร็ว จนต่ำกว่าที่เป็นอยู่ประมาณ 33 องศาเซลเซียส


3. นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากปรากฏการณ์ เรือนกระจก แล้วอภิปรายร่วมกันเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

 ปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจก เกิดขึ้น เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ การมีแก๊สเรือนกระจกในปริมาณที่มากขึ้นจนเกินสมดุลของ ชั้นบรรยากาศ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าเป็นผลมาจากปัจจัยทางธรรมชาติ และ การกระทำของมนุษย์

 แก๊สเรือนกระจกที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์มีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ โอโซน คลอโรฟลู- ออโรคาร์บอน ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน ฮัลเฟอร์เฮกซะ- ฟลูออไรด์ เป็นต้น

 ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกของแก๊สเรือนกระจกชนิดต่าง ๆ มีค่า แตกต่างกันขึ้นกับอะไร

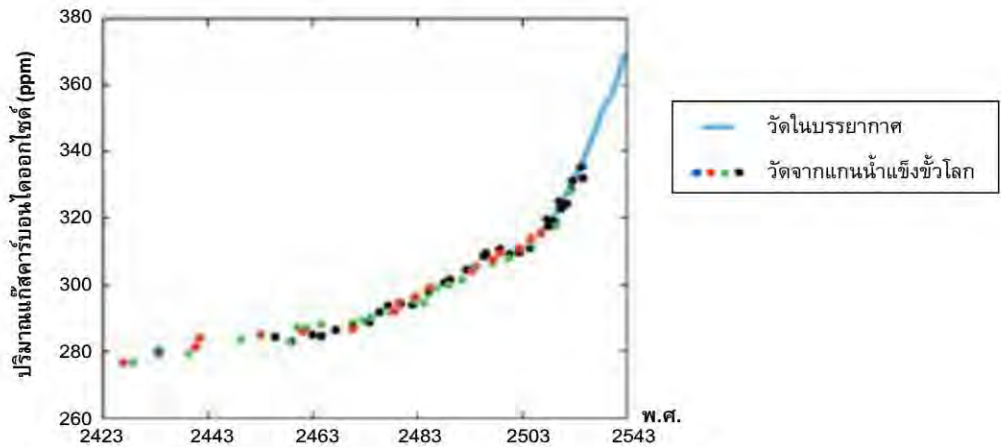
แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการกักเก็บและแผ่รังสีความร้อนของ โมเลกุล และอายุของแก๊สนั้นๆ ในบรรยากาศ





กลุ่มของแก๊สเรือนกระจกที่ก่อให้เกิดปัญหาได้รุนแรง คือแก๊สอะไรบ้าง เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ คลอโรฟลูออโรคาร์บอน และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ เป็นต้น เนื่องจากแก๊สเหล่านี้มีประสิทธิภาพในการกักเก็บและแผ่รังสีความร้อนสูง และยังสามารถอยู่ในชั้นบรรยากาศได้เป็นระยะเวลายาวนานหลายปี



ที่มา : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/52/Carbon_History_and_Flux_Rev.png

ภาพ ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดในบรรยากาศ และในแกนน้ำแข็งทั่วโลก ช่วง พ.ศ.2423 - 2543



จากภาพ เหตุใดตั้งแต่ พ.ศ. 2423 เป็นต้นไป แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จึงเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็ว

แนวคำตอบ เพราะเป็นยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม (ศตวรรษที่ 19) ซึ่งเกิดความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมากขึ้น จึงมีการนำเครื่องจักรมาใช้ในโรงงานเพื่อเพิ่มกำลังการผลิต มีการขยายตัวของระบบโรงงานและขั้นตอนการผลิตและการจัดการแบบใหม่ๆ เพิ่มขึ้น การขยายตัวทางอุตสาหกรรมเหล่านี้จึงก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจกต่างๆ โดยเฉพาะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มาจากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นด้วย



นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับการอธิบายเรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยเทียบเคียงกับการที่เรือนกระจกมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นเมื่อได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์



แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน และเหตุผลประกอบ แต่เมื่อพิจารณาแล้ว การมีอุณหภูมิสูงขึ้นของเรือนกระจกกับการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกนั้น มีกลไกแตกต่างกัน การที่เรือนกระจกมีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากรังสีความร้อนที่ผ่านเข้ามาในเรือนกระจก จะสะท้อนออกไปบางส่วน ทำให้เกิดการสะสมความร้อนภายในเรือนกระจกจนอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ แต่ปรากฏการณ์เรือนกระจกนั้น แก๊สเรือนกระจกที่อยู่ในบรรยากาศจะยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านเข้ามาเล็กน้อย แต่จะดูดกลืนรังสีความร้อนที่มีลักษณะเป็นรังสีคลื่นยาวที่โลกและบรรยากาศปล่อยออกมา แล้วคายรังสีความร้อนนี้กลับคืนสู่ผิวโลก จึงทำให้ผิวโลกนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้น

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม 5.2 เรื่อง ผลกระทบจากปรากฏการณ์เรือนกระจก (ซึ่งในที่นี้จะหมายถึงภาวะที่มีปริมาณแก๊สเรือนกระจกเกินสมดุล) เพื่อสำรวจตรวจสอบคำตอบว่าปรากฏการณ์เรือนกระจก ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

กิจกรรม 5.2 ผลกระทบจากปรากฏการณ์เรือนกระจก

จุดประสงค์ของกิจกรรม

สามารถสืบค้น อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ – อุปกรณ์

1. กระดาษปรู๊ฟ
2. ปากกาเมจิก

วิธีทำกิจกรรม

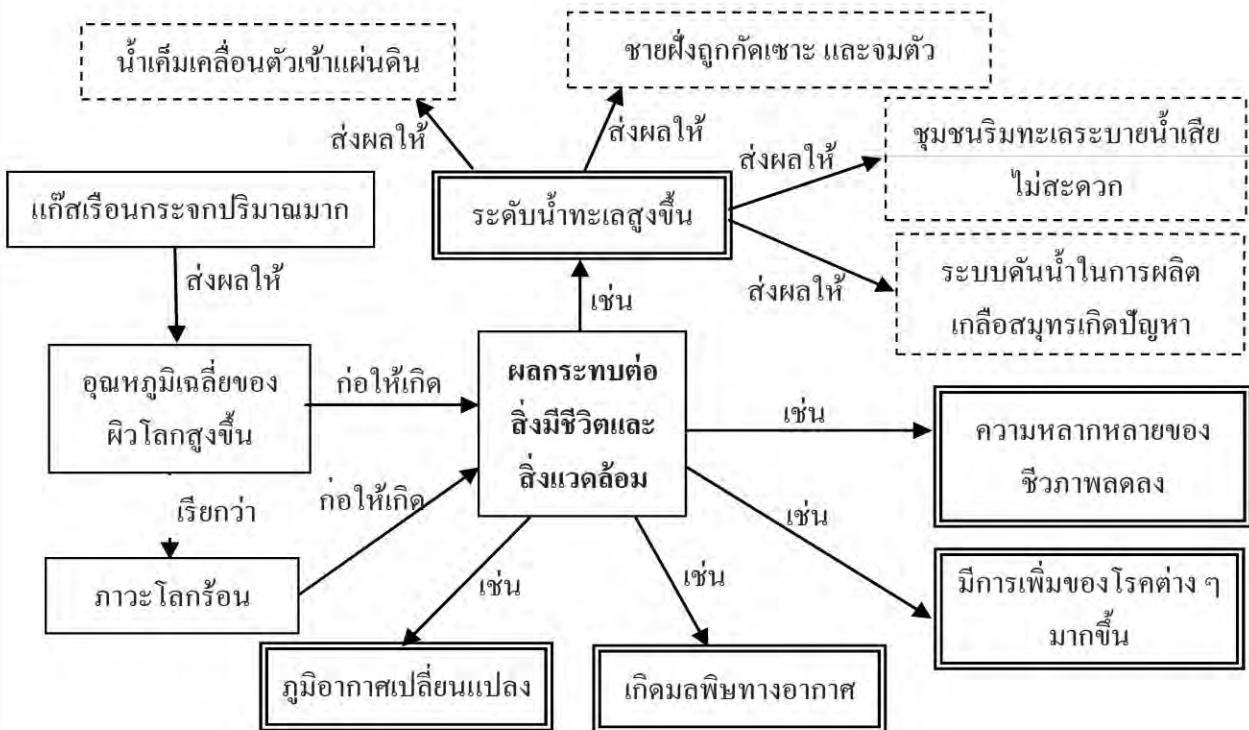
1. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับผลกระทบของการที่มีแก๊สเรือนกระจกปริมาณมากในบรรยากาศต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
2. เขียนแผนผังแนวคิดสรุปความรู้ที่ได้จากการอภิปรายในข้อ 1 บนกระดาษปรู๊ฟ แล้วนำเสนอต่อชั้นเรียน



ผลการทำกิจกรรม

กิจกรรมนี้เป็นการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับผลกระทบของการมีแก๊สเรือนกระจกปริมาณมากในบรรยากาศต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เมื่อนักเรียนสืบค้นข้อมูลแล้วจะต้องนำข้อมูลมาอภิปรายในกลุ่มแล้วเขียนสรุปในประเด็นสำคัญ โดยนำเสนอผ่านแผนผังแนวคิด ที่ประกอบด้วย **ประเด็นสำคัญ**ที่ต้องการนำเสนอ **ลูกศร**ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นสำคัญ และ**คำอธิบาย**บนลูกศรที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นสำคัญนั้น

ตัวอย่างแผนผังแนวคิดที่แสดงด้านล่างนี้ จะเขียนเชื่อมโยงตั้งแต่สาเหตุตั้งต้น คือการมีแก๊สเรือนกระจกที่เกินสมดุล และอธิบายถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ได้แก่ ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง มีการเพิ่มของโรคต่าง ๆ มากขึ้น เกิดมลพิษทางอากาศ และภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง จะสังเกตได้ว่าในแผนผังนี้ แสดงผลกระทบต่อเนื่องจากการที่มีระดับน้ำทะเลสูงขึ้น (ดังแสดงเป็นกรอบเส้นประ) ซึ่งเป็นการขยายความต่อไปว่า ผลกระทบนั้นก่อให้เกิดผลอะไรตามมาได้อีก ซึ่งการเพิ่มเติมประเด็นสำคัญในแผนผังแนวคิดจะช่วยส่งเสริมนักเรียนในการจัดลำดับความคิด สร้างความรู้ และขยายความรู้ได้



5. ครูยกสถานการณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด และอภิปรายแนวทางต่าง ๆ ที่สามารถช่วยลดปริมาณแก๊สเรือนกระจกที่ปลดปล่อยสู่บรรยากาศ แล้วนำเสนอต่อชั้นเรียน ครูอาจยกสถานการณ์ดังนี้

- หากนักเรียนเป็นผู้มีบทบาทในรัฐบาล จะเสนอแนวทางอย่างไรเพื่อช่วยลดปริมาณแก๊สเรือนกระจกในประเทศ
- ในฐานะของประชาชนทั่วไป เราจะมีส่วนในการลดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกได้อย่างไร

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเรื่องพิธีสารเกียวโต ในหนังสือเรียนหน้า 93 จากนั้นร่วมกันสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้



บริเวณใดของประเทศไทยที่น่าจะเป็นแหล่งที่ปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกออกมามากที่สุด เพราะเหตุใด
แนวคำตอบ เขตนิคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ และโรงไฟฟ้า เพราะในกระบวนการผลิตของโรงงานและโรงไฟฟ้า จะมีการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกออกมา มากกว่าการดำเนินกิจกรรมอื่น ๆ



ตามที่ได้เข้าร่วมให้สัตยาบันในพิธีสารเกียวโต ประเทศไทยมีแนวทางในการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกอย่างไร
แนวคำตอบ รัฐบาลมีการจัดตั้งองค์การบริหารจัดการแก๊สเรือนกระจก ซึ่งเป็นองค์กรมหาชน ภายใต้กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีบทบาทในการส่งเสริมและพัฒนาโครงการ และการตลาดซื้อ-ขายปริมาณแก๊สเรือนกระจก หรือคาร์บอนเครดิตที่ได้รับการรับรอง รวมไปถึงส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพตลอดจนให้คำแนะนำแก่หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนเกี่ยวกับการบริหารจัดการแก๊สเรือนกระจก

(ศึกษาเพิ่มเติมจาก http://www.onep.go.th/CDM/unf_work.html)



เพราะเหตุใดการซื้อขายคาร์บอนเครดิตจึงถูกเรียกว่าเป็นธุรกิจซื้อขายมลพิษ
แนวคำตอบ เพราะคาร์บอนเครดิตเป็นสิ่งทดแทนเพื่อลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่สิ่งแวดล้อม ประเทศที่ไม่สามารถลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ จึงสามารถจ่ายเงินเพื่อนำเทคโนโลยีสะอาดมาช่วยสร้าง



พลังงานทดแทนให้แก่ประเทศที่ขายคาร์บอนเครดิตให้ ในขณะที่ประเทศของตนก็ยังคงปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่สิ่งแวดล้อมในปริมาณมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด



การซื้อขายคาร์บอนเครดิตมีข้อดี-ข้อเสียอย่างไร

แนวคำตอบ ข้อดี - ประเทศที่ซื้อคาร์บอนเครดิต ไม่ต้องเสียค่าปรับจำนวนมหาศาล ตามที่กำหนดไว้ในพิธีสารเกียวโต ส่วนประเทศที่ขายคาร์บอนเครดิต จะได้เทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในประเทศ ลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจกปริมาณมาก เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ได้รายได้เข้าประเทศ
ข้อเสีย - ประเทศที่ซื้อคาร์บอนเครดิต มีแนวทางหลีกเลี่ยงบทลงโทษจากการไม่สนใจปัญหาสิ่งแวดล้อม และยังคงปล่อยแก๊สเรือนกระจกออกสู่สิ่งแวดล้อมต่อไป)



ในประเทศไทยมีการดำเนินการเกี่ยวกับคาร์บอนเครดิตบ้างหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ในปัจจุบันมีหน่วยงานภาคเอกชนบางหน่วยงานที่ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการบริหารกลไกการพัฒนาที่สะอาด ได้รับสิทธิ์ดำเนินการขายคาร์บอนเครดิตจากการใช้เทคโนโลยีที่สะอาด เช่น การทำโครงการผลิตไฟฟ้าจากแก๊สและเริ่มมีองค์กรอื่น ๆ ที่ให้ความสนใจนำเสนอโครงการให้พิจารณาการได้สิทธิ์ในการขายคาร์บอนเครดิตอีกมากมาย ซึ่งโครงการเหล่านี้ต้องผ่านการรับรองจากคณะกรรมการบริหารกลไกการพัฒนาที่สะอาดเสียก่อนจึงจะดำเนินการได้

ขั้นสรุป (15 นาที)

7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ผ่านประเด็นคำถามต่าง ๆ โดยควรสรุปความรู้ให้ได้ว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดจากแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศของโลกกักเก็บความร้อนไว้ในบริเวณเหนือผิวโลก ทำให้อุณหภูมิของอากาศพอเหมาะต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เมื่อแก๊สเรือนกระจกมีปริมาณสูงขึ้นมา จะส่งผลให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นเกิดเป็นภาวะโลกร้อน ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และสร้างผลกระทบต่อวิถีชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตทั้งหมด รวมไปถึงสภาพแวดล้อมทั่วไป ตัวอย่างประเด็นคำถามที่ใช้สรุปความรู้ และขยายความรู้ที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้





แหล่งที่มาของแก๊สเรือนกระจก จากการกระทำของมนุษย์ มีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ การเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า รถยนต์ การเกษตรกรรม ปศุกิจ เลี้ยงสัตว์ การตัดไม้ทำลายป่า การเผาป่า เป็นต้น



การเพิ่มขึ้นของปริมาณแก๊สเรือนกระจก ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ แก๊สเรือนกระจกจะดูดกลืนรังสีความร้อนที่โลกคายออกมา แล้วคายรังสีความร้อนกลับสู่ผิวโลก



นอกจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณแก๊สเรือนกระจกแล้ว ยังมีปัจจัยใดที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของผิวโลก

แนวคำตอบ ความผันแปรของการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ การระเบิดของภูเขาไฟ เป็นต้น



เราจะมีส่วนในการช่วยลดปริมาณแก๊สเรือนกระจกได้อย่างไร

แนวคำตอบ ขึ้นกับคำตอบของนักเรียนและเหตุผลประกอบ เช่น ช่วยกันปลูกต้นไม้ให้เป็นแหล่งดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ประหยัดพลังงานไฟฟ้า ช่วยประหยัดน้ำมัน เพราะกระบวนการผลิตไฟฟ้า และน้ำมันทำให้เกิดแก๊สเรือนกระจก หรือสนับสนุนการใช้พลังงานสะอาด เช่น แก๊สชีวภาพ (Biogas) ชีวมวล (Biomass) เป็นต้น



เราจะมีส่วนช่วยลดการเกิดภาวะโลกร้อนและภาวะโลกเย็นได้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ได้ โดยการลดการทำกิจกรรมที่ปล่อยแก๊สเรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน นอกจากนี้ กิจกรรมที่ช่วยลดปริมาณฝุ่น หรือ ละอองลอย ที่เป็นตัวขวางกั้นพลังงานจากดวงอาทิตย์ จะช่วยลดปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะโลกเย็นลงได้



หากในอนาคตโลกของเรามีอุณหภูมิต่ำลง จะมีผลกระทบตามมาอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียนและเหตุผลประกอบ เช่น ภาวะโลกเย็น หรือ การที่โลกมีอุณหภูมิต่ำลง เกิดจากในบรรยากาศมีละอองลอย ทำให้แสงอาทิตย์ไม่สามารถส่องผ่านลงมายังผิวโลกได้ สิ่งมีชีวิต ได้แก่ สัตว์และพืชจะต้องปรับตัว หากสิ่งมีชีวิตใดปรับตัวไม่ได้จะเจ็บป่วยและล้มตายในที่สุด พืชผลทางการเกษตรจะเจริญเติบโตได้ไม่ดี ทำให้อาหารขาดแคลน สมดุลของระบบนิเวศน์เปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น



ข้อเสนอแนะสำหรับครู

นักเรียนอาจมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนต่อคำว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยคิดว่ามีความหมายในแง่ลบ ดังนั้นครูควรสร้างความเข้าใจว่า ในความเป็นจริงแล้ว ปรากฏการณ์เรือนกระจกเป็นปรากฏการณ์ที่ช่วยให้โลกมีอุณหภูมิอบอุ่นจากการมีแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศ แต่ในกรณีที่มีแก๊สเรือนกระจกถูกปลดปล่อยออกมาจากกิจกรรมของมนุษย์ในชั้นบรรยากาศโลก จึงทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวโลกสูงขึ้น จนส่งผลกระทบต่อต่าง ๆ ตามมา

แหล่งสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม

1. เรื่อง แก๊สเรือนกระจก
http://www.onep.go.th/CDM/cmc_gas_what.html
2. เรื่อง รายชื่อแก๊สเรือนกระจก
http://en.wikipedia.org/wiki/IPCC_list_of_greenhouse_gases
3. เรื่อง พิธีสารเกียวโต
http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
http://www.onep.go.th/CDM/unf_history.html
4. เรื่อง การบริหารจัดการแก๊สเรือนกระจกของประเทศไทย
<http://www.tgo.or.th/>
5. เรื่องภาวะโลกร้อน ผลกระทบต่อประเทศไทย
<http://www.greenpeace.org/seasia/th/solargen/climate-change/impacts/impacts-thailand/>

5.3 คลื่นความร้อน

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูล และอภิปรายในประเด็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในปัจจุบัน เช่น



อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลกมีแนวโน้มเป็นอย่างไรในปัจจุบัน


แนวคำตอบ มีแนวโน้มสูงขึ้นทั่วโลก




เพราะเหตุใดอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลกจึงเปลี่ยนแปลงไป

แนวคำตอบ มีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติเอง และการกระทำของมนุษย์



 นักเรียนคิดว่า ในเวลาเดียวกันของแต่ละวัน อุณหภูมิอากาศของพื้นที่หนึ่งนั้น มีค่าแตกต่างกันหรือไม่ และเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวคำตอบ แตกต่างกันเนื่องจากอากาศมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา


 มีความเป็นไปได้หรือไม่ ที่ในพื้นที่หนึ่งจะมีอุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็ว ประมาณ 3-5 องศาเซลเซียส ภายในเวลาเพียงไม่กี่วัน

แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน และเหตุผลประกอบคำอธิบาย


2. ครูนำเสนอข่าวที่เกี่ยวข้องกับการเกิดคลื่นความร้อนในหนังสือเรียนหน้า 98 แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า

 นักเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับคลื่นความร้อน


แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน

 จากข่าว ทำไมสภาพอากาศที่ร้อนของประเทศไทย จึงยังไม่เรียกว่าเกิดคลื่นความร้อน

แนวคำตอบ เพราะอุณหภูมิของอากาศไม่ได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

 นักเรียนคิดว่าสภาพอากาศที่ร้อนจัดจากคลื่นความร้อนเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ อากาศจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

 คลื่นความร้อนน่าจะเกิดจากอะไร

แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน

เมื่อนักเรียนอภิปรายข่าวในข้อ 2 แล้ว ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า คลื่นความร้อนนับเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติหนึ่ง ที่แสดงถึงความแปรปรวนของอากาศ และเป็นลักษณะอากาศที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติอย่างรวดเร็ว





ชาวจีนต่างหามุมหลบร้อนให้กับตัวเองในวันที่ร้อนที่สุดซึ่งอุณหภูมิสูงถึง 42 องศาเซลเซียส ส่วนเจ้าหน้าที่แนะนำให้ประชาชนอยู่ภายในตัวอาคาร

คนไทยมักจะบ่นว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่ร้อน ร้อนมากและร้อนที่สุด แต่นับเป็นโชคดีของคนไทยที่สภาพอากาศที่ร้อนจัดนั้นไม่ได้พุ่งพรวดทีเดียวเหมือน “คลื่นความร้อน” ที่คร่าชีวิตชาวอินเดียไปกว่า 200 คน ล่าสุดก็ไปเล่นงานคนจีนในเมืองจงซึ่ง ประเทศจีน เจ้าหน้าที่ต้องเปิดหลุมหลบภัยให้ประชาชนเข้าไปหนีร้อนกันทีเดียวแล้วเมืองไทยที่ร้อนเหลือเกินจะเจอความแปรปรวนของสภาพอากาศอย่างนี้หรือไม่?

หมายเหตุ ตัดทอนส่วนนำของข่าวจาก ผู้จัดการออนไลน์ วันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2548

ขั้นสอน (1.5 ชั่วโมง)

3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม โดยครูแจกใบความรู้เรื่องนิยามของคลื่นความร้อน จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายเพื่อตอบคำถามในประเด็นต่อไปนี้



สามารถสรุปความหมายโดยรวมของคลื่นความร้อนได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ เป็นลักษณะอากาศที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติอย่างรวดเร็ว ในเวลาติดต่อกันช่วงเวลาหนึ่ง



เหตุใดจึงกล่าวว่า การกำหนดนิยามของคลื่นความร้อนหนึ่งๆ ใช้กับบางประเทศเท่านั้น

แนวคำตอบ เนื่องจากลักษณะของคลื่นความร้อนมีความสัมพันธ์กับลักษณะอากาศปกติของพื้นที่นั้น โดยอุณหภูมิของอากาศในบริเวณที่มีภูมิอากาศร้อนปกติอาจจะเป็นลักษณะของคลื่นความร้อนสำหรับพื้นที่ที่มีอุณหภูมิปกติค่อนข้างต่ำก็ได้



4. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับนิยามของคลื่นความร้อนว่า ในปัจจุบันนิยามยังไม่มี การกำหนดนิยามของคลื่นความร้อนอย่างแน่นอน และนำเสนอความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับนิยามของคลื่นความร้อนที่กำหนดโดยองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก ซึ่งให้นิยามว่า คลื่นความร้อน คือ ลักษณะของอากาศที่มีอุณหภูมิสูงสุดประจำวันสูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน

5. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับการเกิดคลื่นความร้อน ในประเด็นคำถามต่อไปนี้



กลไกการเกิดคลื่นความร้อนมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ การเกิดคลื่นความร้อนในพื้นที่มี 2 กลไก ได้แก่ การที่พื้นที่ที่ได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรงอยู่ตลอดเวลา และไม่มีลมพัดต่อเนื่องหลายวัน ทำให้เกิดความร้อนจะสะสมในพื้นที่ อีกกลไกหนึ่ง คือ คลื่นความร้อนอาจเกิดจากการที่มีลมแรงหอบความร้อนจากบริเวณที่สะสมความร้อนมากและความชื้นต่ำมาก พัดเข้าไปในพื้นที่ ส่งผลให้อุณหภูมิในพื้นที่นั้นเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว



ปัจจัยใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับการเกิดคลื่นความร้อนในพื้นที่หนึ่ง

แนวคำตอบ ลักษณะภูมิประเทศ ลม ความชื้นในอากาศ



ภูมิประเทศแบบใดที่มีโอกาสเกิดคลื่นความร้อน

แนวคำตอบ พื้นที่กว้างที่มีอากาศแห้ง ลมอ่อน มีบริเวณหรืออยู่ใกล้บริเวณที่มีความร้อนสูง เช่น ทะเลทราย



การเกิดคลื่นความร้อนมีความเกี่ยวข้องกับฤดูกาลหรือไม่

แนวคำตอบ คลื่นความร้อนจะเกิดในฤดูร้อน

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลกระทบที่เกิดจากคลื่นความร้อนว่าน่าจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข่าวที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบที่เกิดจากคลื่นความร้อนในด้านต่าง ๆ

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกศึกษาผลกระทบของคลื่นความร้อนในด้านต่าง ๆ โดยเลือกศึกษา 1 หัวข้อ ที่กลุ่มของนักเรียนสนใจ เช่น ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร ผลกระทบต่อการประมง ผลกระทบต่อสัตว์ป่า และป่าไม้ เป็นต้น จากนั้นจึงสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม และอภิปรายร่วมกัน เพื่อเตรียมนำเสนอต่อชั้นเรียนในประเด็นที่สำคัญ เช่น


- บทความหรือข่าวที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบที่เกิดจากคลื่นความร้อน นำเสนอใจความสำคัญว่าอย่างไร




- คลื่นความร้อนส่งผลกระทบต่ออย่างไร และจากข่าว ความรู้ที่สืบค้นมา หรือความเห็นของนักเรียน มีวิธีการอย่างไรบ้างหรือไม่ที่จะช่วยหลีกเลี่ยง หรือบรรเทาอันตรายและความเสียหายจากคลื่นความร้อน

แนวคำตอบ คำตอบอาจหลากหลายตามหัวข้อที่นักเรียนเลือก เช่น หัวข้อผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ การหลีกเลี่ยงอันตรายจากอุณหภูมิของอากาศที่สูงขึ้นจากคลื่นความร้อนอาจทำได้โดยหลีกเลี่ยงการอยู่ในพื้นที่ที่อากาศร้อน ดื่มน้ำอย่างสม่ำเสมอ เกษตรกรอาจปรับเปลี่ยนเวลาทำงาน โดยเลือกทำงานในช่วงที่อุณหภูมิของอากาศต่ำลง ให้ความรู้ประชาชนเกี่ยวกับภัยอันตรายที่เกิดจากคลื่นความร้อน และแนวทางปฏิบัติตัวให้ปลอดภัย เป็นต้น


8. ให้นักเรียนศึกษาเรื่อง ดรชชนีค่าความร้อน ซึ่งเป็นค่าแสดงผลกระทบของคลื่นความร้อนที่มีต่อมนุษย์ จากหนังสือเรียนหน้า 95-96 โดยอ่านค่า และแปลผลกระทบจากความร้อนที่มีต่อร่างกายมนุษย์ จากตาราง 5.1 และ 5.2 จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามในประเด็นคำถาม ดังนี้

 ดรชชนีค่าความร้อนมีประโยชน์อย่างไร

แนวคำตอบ เป็นค่าที่ใช้ในการเตือนภัยด้านความร้อนที่อาจก่ออันตรายต่อสุขภาพ

 ความชื้นสัมพัทธ์เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิที่ปรากฏและร่างกายรับรู้ได้อย่างไร

แนวคำตอบ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะส่งผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวหนังกับอากาศที่ล้อมรอบ หากความชื้นสัมพัทธ์มากเท่าใด อัตราการถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวหนังกับอากาศที่ล้อมรอบจะลดลง อุณหภูมิที่ปรากฏและร่างกายรับรู้จะยังมีค่ามากขึ้น)

 หากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีค่าเปลี่ยนแปลง จะส่งผลอย่างไรต่อดรชชนีค่าความร้อน เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ หากความชื้นสัมพัทธ์มาก ดรชชนีค่าความร้อนจะมากขึ้นด้วย เพราะเมื่ออากาศมีความชื้นมาก อัตราการถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวหนังกับอากาศที่ล้อมรอบจะลดลง ทำให้รู้สึกอึดอัด เหนียวตัว เพราะเหงื่อระเหยได้น้อย ในทางกลับกัน หากความชื้นสัมพัทธ์น้อย ดรชชนีค่าความร้อนจะน้อยลง อัตราการถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวหนังกับอากาศที่ล้อมรอบจะเพิ่มขึ้น เพราะความชื้นในอากาศน้อย เหงื่อจึงระเหยออกสู่อากาศได้มาก ทำให้รู้สึกเย็นสบายขึ้น




 แนวทางการปฏิบัติตัวเพื่อความปลอดภัยจากคลื่นความร้อนมีอะไรบ้าง


แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน เช่น หลีกเลี่ยงการอยู่กลางแจ้งที่ร้อนจัด หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมที่ใช้กำลังมากในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง ดื่มน้ำอย่างสม่ำเสมอ อย่าปล่อยให้ร่างกายขาดน้ำ หากมีอาการของโรคลมแดด อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นให้รีบเช็ดตัวเพื่อลดความร้อน หรือให้รีบพบแพทย์ เป็นต้น

ขั้นสรุป (15 นาที)

9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้จากการเรียนเรื่องคลื่นความร้อน จากประเด็นคำถาม ต่อไปนี้

 นักเรียนคิดว่า การเกิดคลื่นความร้อนเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของมนุษย์หรือไม่ อย่างไร


แนวคำตอบ คลื่นความร้อนอาจเกิดจากการสะสมความร้อนในพื้นที่ หรือการพัดพา ความร้อนเข้ามาในพื้นที่ ซึ่งปัจจัยในการทำให้เกิดคลื่นความร้อนจะเกี่ยวข้องกับ ลักษณะของภูมิประเทศ ความชื้นในอากาศและลม เป็นต้น แต่มนุษย์อาจสร้างปัจจัย ที่ช่วยเพิ่มความร้อนสะสมในพื้นที่ได้ เช่น การปล่อยความร้อนจากยานพาหนะต่าง ๆ และเครื่องทำความเย็น เช่น ตู้เย็น ตู้แช่ เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

 นักเรียนคิดว่า ประเทศไทยมีแนวโน้มจะเกิดปรากฏการณ์คลื่นความร้อนได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ในปัจจุบันยังไม่มีรายงานการเกิดคลื่นความร้อนในประเทศไทย และ เนื่องจากที่ตั้งของประเทศไทยนั้นอยู่ใกล้ทะเล จึงได้รับความชื้น ประกอบกับ ได้รับอิทธิพลจากลมต่าง ๆ พัดปกคลุมพื้นที่ตลอดทั้งปี ดังนั้นโอกาสที่จะเกิด คลื่นความร้อนจึงเป็นไปได้เล็กน้อย)


 ผลกระทบในด้านต่าง ๆ เมื่อเกิดคลื่นความร้อนมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน เช่น สิ่งมีชีวิตเจ็บป่วย และเสียชีวิต พื้นที่แห้งแล้ง ผลผลิตทางการเกษตรเสียหาย สัตว์น้ำเสียชีวิต และส่งผลกระทบต่อการประมง เกิดไฟป่า เป็นต้น


 เราจะป้องกันการเกิดคลื่นความร้อนได้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ไม่ได้ แต่เราสามารถหลีกเลี่ยงภัยจากคลื่นความร้อนได้



 จำนวนผู้เสียชีวิตจากการเกิดคลื่นความร้อนในพื้นที่ต่าง ๆ มีจำนวนสูงมากเมื่อเทียบกับการเกิดภัยธรรมชาติอื่น เช่น การเกิดพายุ หรือน้ำท่วม ที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคาร สถานที่ต่าง ๆ นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงมีผู้เสียชีวิตจำนวนมาก

แนวคำตอบ ความเสียหายจากการเกิดคลื่นความร้อนเป็นสิ่งที่มองไม่เห็นทางกายภาพ จึงอาจเป็นไปได้ที่ประชาชนทั่วไปจะขาดความตระหนักถึงภัยจากคลื่นความร้อน จนไม่ระมัดระวังป้องกันตนเอง

 การเกิดคลื่นความร้อน ส่งผลกระทบต่อภาคเกษตรกรรมอย่างไร

แนวคำตอบ ความแห้งแล้ง และอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี และหากมีความรุนแรงของสภาพอากาศมากพืชก็จะตายได้ในที่สุด ความเสียหายนี้ยังส่งผลกระทบต่อแคลนผลผลิตทางการเกษตรต่อผู้บริโภคด้วย

ไฟป่าในรัสเซียเริ่มมอดหลังแนวปะทะอากาศเย็นเคลื่อนตัวเข้ามา

เจ้าหน้าที่ทางการรัสเซียระบุว่า นักดับเพลิงประสบความสำเร็จในการดับไฟป่า ในขณะที่แนวปะทะอากาศเย็นเริ่มเคลื่อนตัวเข้ามา คาดว่าจะช่วยหยุดคลื่นความร้อนที่แผ่ปกคลุมรัสเซียยาวนานถึง 2 เดือน

กระทรวงสถานการณ์ฉุกเฉินรัสเซียกล่าวในวันนี้ว่า พื้นที่ที่เกิดไฟป่าลดลงแล้วร้อยละ 15 ในช่วง 24 ชั่วโมงที่ผ่านมา จากพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 282,500 ไร่ แต่ยังมีไฟป่าอีกประมาณ 500 จุดยังคงลุกไหม้อยู่

คลื่นความร้อนที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนทำให้เกิดไฟป่านับพันจุด ส่วนใหญ่เกิดขึ้นทางตะวันตกของรัสเซีย ความร้อนและควันพิษจากไฟป่าปกคลุมทั่วกรุงมอสโกตลอดสัปดาห์ที่ผ่านมา ทำให้จำนวนผู้เสียชีวิตเพิ่มขึ้นถึง 2 เท่า

นักอุตุนิยมวิทยา กล่าวว่า แนวปะทะอากาศเย็นจากทางตะวันตกเฉียงเหนือจะเคลื่อนตัวถึงเขตมอสโกในวันนี้ ซึ่งจะทำให้มีฝนตกหนักและอุณหภูมิเย็นลง.


ที่มาข้อมูล http://www.mcot.net/cfcustom/cache_page/90890.html

ให้วิเคราะห์ข่าวข้างบน และตอบคำถามต่อไปนี้


 การเกิดคลื่นความร้อนเกี่ยวข้องกับการเกิดไฟป่าอย่างไร

แนวคำตอบ คลื่นความร้อนส่งผลให้พื้นที่นั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาก และแห้งแล้ง จึงทำให้เกิดไฟป่าได้ง่าย




- 

คลื่นความร้อนที่เกิดขึ้น น่าจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน อย่างไรก็ตามนักเรียนควรอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบอย่างเหมาะสม เช่น เมื่อเกิดไฟป่าทำให้สัตว์ป่าล้มตาย และขาดที่อยู่อาศัย ส่งผลกระทบต่อสมดุลของระบบนิเวศน์ ไฟป่าอาจทำให้สูญเสียพื้นที่ทำการเกษตร ควันพิษจากไฟป่าที่ปกคลุมเป็นบริเวณกว้าง เมื่อสูดดมเข้าไปมาก ๆ เป็นระยะเวลาานาน จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ หรือคลื่นความร้อนทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น ทำให้เราเจ็บป่วยหรือถึงขั้นเสียชีวิตได้ เป็นต้น
- 

เหตุใดเมื่อเกิดแนวปะทะอากาศเย็น จึงช่วยลดความรุนแรงของสถานการณ์คลื่นความร้อนในรัสเซีย

แนวคำตอบ เพราะตามแนวปะทะอากาศเย็น อากาศจะแปรปรวน เกิดฝนตกหนัก ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศลดต่ำลง
- 

การเกิดคลื่นความร้อนสัมพันธ์กับภาวะโลกร้อนหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ มีความสัมพันธ์กัน เพราะจากรายงานของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) พบว่าเมื่อโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น จะพบการเกิดคลื่นความร้อนมากและมีขนาดรุนแรงขึ้น

เอกสารประกอบการสอน

ตัวอย่างข่าวเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากคลื่นความร้อน

คลื่นความร้อนกระหน่ำยุโรปเตือนอันตราย

สำนักข่าวต่างประเทศรายงานว่าคลื่นความร้อนกระหน่ำทั่วยุโรปเมื่อวันเสาร์ (3 ก.ค.) ทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นถึง 34 องศาเซลเซียส หรือในบางพื้นที่ได้เพิ่มสูงถึง 40 องศาเซลเซียส ทำให้ผู้คนจำนวนมากต้องไปหาสถานที่ที่เย็นกว่าเพื่อคลายร้อนและป้องกันตัวเองจากความร้อน ขณะเดียวกันทางการเตือนว่าคลื่นความร้อนในฤดูร้อนนี้อาจจะยังดำเนินต่อไปจนถึงวันพุธหน้า ดังนั้นประชาชนจึงควรระมัดระวังตัวให้มากและเพิ่มการใส่ใจดูแลคนชราให้มากขึ้น โดยไม่ควรทอดทิ้งให้อยู่บ้านคนเดียวในช่วงที่อากาศร้อนจัดเช่นนี้ ขณะเดียวกันโรมาเนียยังคงเกิดปัญหาน้ำท่วมใหญ่ สร้างความเสียหายเป็นบริเวณกว้างหลังจากฝนตกหนักทำให้น้ำเอ่อล้นแม่น้ำสายต่างๆ และตลิ่งพังทลายจนทำให้มีผู้เสียชีวิตในสัปดาห์ที่ผ่านมา รวม 22 คนแล้ว นอกเหนือจากสร้างความเสียหายให้พืชผลการเกษตร สะพานกับบ้านเรือนหลายร้อยหลัง

ที่มาของข่าว หนังสือพิมพ์คม ชัด ลึก วันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 <http://www.komchadluek.net>



รัสเซียประกาศภาวะฉุกเฉินจากคลื่นความร้อน

ทางการรัสเซียประกาศภาวะฉุกเฉิน เนื่องจากคลื่นความร้อนที่ส่งผลกระทบต่อทั่วประเทศ

คลื่นความร้อนในประเทศรัสเซียส่งผลกระทบต่อทั่วประเทศ ทำให้รัฐบาลต้องประกาศภาวะฉุกเฉินครอบคลุมพื้นที่ 19 ภูมิภาคแล้วโดยภูมิภาคล่าสุดคือ อิวาโนโว จากการประเมินเบื้องต้นคาดว่า ได้รับความเสียหายจากความแห้งแล้งราว 100 ล้านรูเบิลหรือ 105 ล้านบาท

ขณะที่เกษตรกรที่เลี้ยงปลาในภูมิภาคคอสโทรมาต้องสูญเสียปลาเตอร์เจียนและปลาเทราต์ราว 12 ตัน เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้นทำให้ปลาตายโดยบางคนพยายามรักษาชีวิต ปลาไว้ด้วยการย้ายไปเลี้ยงในกระชังในแม่น้ำซึ่งเย็นกว่า

นอกจากนี้ยังมีไฟป่าเกิดขึ้นในหลายแห่ง และเกษตรกรในบางพื้นที่ต้องปรับช่วงเวลาทำงานโดยเริ่มทำงานตั้งแต่ 03.00-11.00 น. จากนั้นจึงพัก 5 ชั่วโมงค่อยกลับมาทำงานต่อในช่วงที่อุณหภูมิลดต่ำลงแล้ว โดยเป็นภัยแล้งที่รุนแรงที่สุดในรอบศตวรรษของรัสเซีย ได้ทำลายพืชผลทางการเกษตรแล้วราว 65 ล้านไร่

ที่มาของข่าว <http://news.hatyaicart.com/?p=4547>

คลื่นความร้อนทำรัสเซียร้อนสุดในรอบเกือบ 30 ปี

กรุงมอสโกของรัสเซีย ทำสถิติอุณหภูมิสูงสุดในรอบเกือบ 30 ปีหลังจากถูกคลื่นความร้อนโจมตี

จนอุณหภูมิพุ่งสูงถึง 35 องศาเซลเซียส

สำนักข่าวต่างประเทศรายงานเมื่อวันที่ 24 ก.ค. ว่า กรุงมอสโก เมืองหลวงของสหพันธรัฐรัสเซีย กำลังเผชิญกับคลื่นความร้อนที่ส่งผลให้อุณหภูมิของมหานครที่มีประชากรอาศัยอยู่กว่า 10.5 ล้านคนแห่งนี้ พุ่งสูงที่สุดในรอบ 29 ปี

รายงานข่าวระบุว่า อุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้ในกรุงมอสโกล่าสุดอยู่ที่ 35 องศาเซลเซียสหรือราว 95 องศาฟาห์เรนไฮต์ซึ่งถือเป็นระดับสูงสุดของรัสเซียนับตั้งแต่ปี 1981 เป็นต้นมา ขณะเดียวกันมีรายงานว่า คลื่นความร้อนที่กำลังแผ่ปกคลุมพื้นที่ส่วนต่างๆ ของรัสเซียทำให้พื้นที่เพาะปลูกของรัสเซียเสียหายเป็นวงกว้างกินพื้นที่ไปแล้วกว่า 92,000 ตารางกิโลเมตร

ด้านศูนย์พยากรณ์อากาศแห่งชาติของรัสเซียออกมาระบุว่า มีโอกาสน้อยมากที่อุณหภูมิของอากาศในรัสเซียจะลดลงในช่วง 2-3 วันข้างหน้าเนื่องจากคลื่นความร้อนยังคงจะไม่เคลื่อนตัวออกไปจากอาณาเขตของประเทศโดยมีความเป็นไปได้ที่อุณหภูมิอาจพุ่งสูงถึง 40 องศาเซลเซียสในช่วงปลายสัปดาห์ และการที่รัสเซียถูกปกคลุมด้วยคลื่นความร้อนเป็นเวลานานเช่นนี้อาจทำให้เกิดภาวะขาดแคลนอาหารตามมาในปีนี้อย่างแน่นอนเนื่องจากพืชผลทางการเกษตรส่วนใหญ่จะได้รับความเสียหาย ทั้งนี้ มีรายงานว่าอุณหภูมิล่าสุดที่ 35 องศาเซลเซียสนี้ ยังไม่ใช่อุณหภูมิที่สูงที่สุดในประวัติศาสตร์ของรัสเซีย เนื่องจากเมื่อปี 1936 เคยมีการบันทึกไว้ว่ามีการพบคลื่นความร้อนที่ทำให้พื้นที่บางส่วนของกรุงมอสโกมีอุณหภูมิสูงถึง 36.6 องศาเซลเซียสมาแล้ว

ที่มาของข่าว <http://news.2ked.com>



ใบความรู้ นิยามของคลื่นความร้อน

คลื่นความร้อน (Heat Wave) คือช่วงระยะเวลาหนึ่งที่อากาศร้อนกว่าปกติ ซึ่งอาจมีความชื้นมาก นิยามของคลื่นความร้อนไม่ได้กำหนดไว้เป็นสากลทั่วไป คลื่นความร้อนกับการผันแปรอากาศและช่วงเวลาที่ร้อน ความรุนแรงของคลื่นความร้อนเป็นสาเหตุให้ผลผลิตเสียหายอย่างหนัก คนหลายพันคนที่ต้องตายจากโรคที่เกิดจากความร้อนสูงและมีการใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินไปจนเกิดเป็นบริเวณกว้าง ในขณะเดียวกันก็มีการใช้เครื่องปรับอากาศเพิ่มมากขึ้น (ที่มา Wikipedia the free encyclopedia)

คลื่นความร้อน (ในยุโรปเหนือ) ในประเทศเนเธอร์แลนด์ ได้ให้คำจำกัดความของคลื่นความร้อน คือช่วงระยะเวลาอย่างน้อย 5 วัน ที่มีอุณหภูมิสูงสุด เกิน 25 องศาเซลเซียส (77 องศาฟาเรนไฮต์) โดยมีอย่างน้อย 3 วัน ในช่วงอุณหภูมิสูงสุดเกิน 30 องศาเซลเซียส (86 องศาฟาเรนไฮต์) ซึ่งคำจำกัดความนี้ได้ใช้ในประเทศเบลเยียม เดนมาร์ก และลักเซมเบิร์ก สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกาคลื่นความร้อนปกติ กำหนดให้ช่วงระยะเวลา 3 วัน หรือมากกว่า 3 วันติดต่อกัน ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 32.2 องศาเซลเซียส (90 องศาฟาเรนไฮต์) คลื่นอากาศร้อน คลื่นร้อน (Heat wave, Hot wave, Warm wave) หมายถึง ช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงขึ้นผิดปกติ ช่วงเวลาเช่นนี้จะคงอยู่อย่างน้อยที่สุด 1 วัน แต่ตามปกติเมื่อมีคลื่นร้อนผ่านเข้ามาอากาศมักจะมีอุณหภูมิสูงผิดปกติเป็นเวลาหลายวัน หรืออาจนานเป็นสัปดาห์ๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกาจะถือเอาช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงถึง 32.2 องศาเซลเซียส (90 องศาฟาเรนไฮต์) หรือมากกว่านั้น และมีช่วงเวลามากกว่า 3 วันขึ้นไป ส่วนประเทศอื่นๆ การกำหนดอุณหภูมิและช่วงเวลาที่ขึ้นอยู่กับมาตรการของแต่ละประเทศ แต่ในทางฟิสิกส์คลื่นความร้อน หมายถึง คลื่นความร้อนขนาดยาวกว่าคลื่นของแสงแต่สั้นกว่าคลื่นของไฟฟ้าและวิทยุ (ที่มา พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2516)

คลื่นอากาศร้อน (Heat wave) คือ การที่อากาศอุ่นขึ้นอย่างเห็น ได้ชัดหรือการเคลื่อนตัวของอากาศที่ร้อนจัดเข้าสู่บริเวณพื้นที่กว้าง (ที่มา นิยามศัพท์อุตุนิยมวิทยา)

คลื่นความร้อน (Heat wave) เกิดขึ้นจากบริเวณความกดอากาศสูงหรือแอนติไซโคลนซึ่งเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศสูงกว่าบริเวณใกล้เคียงที่อยู่รอบๆ ในแผนที่อากาศผิวพื้นแสดงด้วยเส้นความกดอากาศทำเป็นวงกลมหรือเป็นวงรีล้อมรอบบริเวณที่มีความกดอากาศสูง นั่นคือบริเวณความกดอากาศสูงหรือแอนติไซโคลน จะเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศสูงขึ้นจากขอบนอกเข้าสู่ศูนย์กลางความกดอากาศสูงหรือแอนติไซโคลนนี้ จะมีกระแสลมพัดออกจากศูนย์กลางในทิศทางตามเข็มนาฬิกาในซีกโลกเหนือ และในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ การเคลื่อนไหวของอากาศรอบศูนย์กลางบริเวณความกดอากาศสูงหรือแอนติไซโคลนเช่นนี้เรียกว่า Anticyclonic Circulation โดยทั่วไปในบริเวณความกดอากาศสูงหรือแอนติไซโคลน ลมอ่อนและลมมักสงบในบริเวณใกล้ศูนย์กลางมีเมฆเพียงเล็กน้อย แต่อาจมีเมฆมากกับมีฝนได้ตามขอบของบริเวณความกดอากาศสูงหรือแอนติไซโคลนที่อยู่ใกล้กับแนวปะทะอากาศในซีกโลกเหนือ ทางตะวันออกของความกดอากาศสูงหรือแอนติไซโคลนอากาศจะเย็นที่ผิวพื้นและเป็นลมฝ่ายเหนือพัดผ่าน เรียกบริเวณความกดอากาศสูงหรือแอนติไซโคลนชนิดนี้ว่า Cold High แผ่ลงมาเมื่อไรรออากาศจะหนาวเย็น ส่วน Warm High อากาศจะร้อนเนื่องจากลมพัดมาจากทางใต้ แม้ว่าจะมีความชื้นสูงแต่ไม่มีฝนตก จึงทำให้อากาศร้อนอบอ้าว บางครั้งเรียกว่า คลื่นความร้อน (Heat wave) (ที่มา www.tmd.go.th)

ที่มาของข้อมูล www.tme.go.th



แหล่งสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม

เรื่อง คลื่นความร้อน

<http://www.tmd.go.th/ncct/article/Heat%20wave.pdf>

เฉลยคำถามท้ายบท

1. การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา มีความสัมพันธ์กับลมค้าอย่างไร
แนวคำตอบ ปรากฏการณ์ทั้งสองเกิดจากการพัดอย่างผิดปกติของลมค้า ส่งผลต่อทิศทางการพัดพากระแสน้ำอุ่นในมหาสมุทร ทำให้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลเปลี่ยนแปลงไปในบางพื้นที่จึงประสบภาวะแห้งแล้ง และบางพื้นที่จะมีฝนตกหนัก หรือเกิดน้ำท่วม
2. มีผู้กล่าวว่า การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญที่มีความรุนแรง จะส่งผลกระทบต่อ การทำการประมงและอุตสาหกรรมอาหาร นักเรียนคิดว่าคำพูดนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด
แนวคำตอบ ถูกต้อง เพราะปรากฏการณ์เอลนีโญส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำทะเลเปลี่ยนแปลงไปจากปกติ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณของแพลงก์ตอนที่เป็นอาหารของสัตว์ทะเล ปลาหรือสัตว์ทะเลที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหารจึงต้องหาแหล่งอาหารใหม่ และอพยพหนีน้ำที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณปลาจึงลดลงไปทำให้การประมงได้รับผลกระทบ
3. หากเกิดปรากฏการณ์ลานีญา บริเวณตอนกลางและชายฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลงและมีสภาพอากาศเป็นอย่างไร
แนวคำตอบ มีความแห้งแล้งมากกว่าปกติ
4. ปรากฏการณ์เรือนกระจกมีประโยชน์ต่อโลกหรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ มีประโยชน์ แก๊สเรือนกระจกช่วยดูดกลืนรังสีความร้อนที่ปลดปล่อยออกจากพื้นผิวโลก ในขณะที่เดียวกันก็มีการคายรังสีความร้อนออกมาสู่พื้นโลก ทำให้บรรยากาศของโลกมีอุณหภูมิที่พอเหมาะสำหรับการดำรงชีวิต หากไม่มีปรากฏการณ์เรือนกระจก อุณหภูมิของบรรยากาศโลกตอนกลางวันจะสูงมาก และตอนกลางคืนอุณหภูมิจึงต่ำมาก
5. การปลูกข้าวและเลี้ยงสัตว์ ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณของแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศอย่างไร
แนวคำตอบ เพิ่มปริมาณแก๊สเรือนกระจก โดยเฉพาะแก๊สมีเทนให้สูงขึ้น
6. นักเรียนมีส่วนทำให้แก๊สเรือนกระจกมีปริมาณเพิ่มขึ้น และลดลงได้อย่างไร ยกตัวอย่างประเด็นละ 3 ข้อ



แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน พร้อมเหตุผลโดยแนะให้นักเรียนคิดว่ากิจกรรมต่าง ๆ ทั้งจากการอุปโภค บริโภคในชีวิตประจำวันของนักเรียนทำให้มีการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกหรือไม่ ทั้งทางตรงและทางอ้อม

7. เมื่อโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น จะส่งผลกระทบต่อตามมาอย่างไรบ้าง ยกตัวอย่างอย่างน้อย 5 ข้อ

แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน เช่น สิ่งมีชีวิตจะเจ็บป่วยหรือเสียชีวิตได้ สัตว์เกิดการอพยพย้ายถิ่น ผลผลิตทางการเกษตรจะเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิแวดล้อมเปลี่ยนแปลง จึงอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโต มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากการใช้เครื่องปรับอากาศ ทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรธรรมชาติและในกระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้าก็อาจเพิ่มปริมาณแก๊สเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศได้ น้ำแข็งขั้วโลกละลาย ปริมาณน้ำทะเลสูงขึ้น จนรุกล้ำพื้นที่ชายฝั่ง และสัตว์ที่อยู่ที่ขั้วโลกรั้วที่อยู่อาศัย เกิดความแห้งแล้งในพื้นที่และการเกิดไฟป่าจะมีมากขึ้น

8. ธรรมชาติค่าความร้อนของพื้นที่สีเขียวกับในเมืองใหญ่น่าจะมีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน ในเมืองใหญ่จะมีค่าธรรมชาติความร้อนสูงกว่าในพื้นที่สีเขียว เพราะมีปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้มีการสะสมความร้อนเพิ่มในพื้นที่ เช่น การระบายความร้อนเครื่องยนต์ต่าง ๆ บนท้องถนน ความร้อนจากผิวถนน ความร้อนที่ออกมาจากการใช้เครื่องอำนวยความสะดวก เช่น ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

9. พื้นที่แบบใดที่สามารถประสพภัยจากคลื่นความร้อนได้

แนวคำตอบ พื้นที่กว้างที่มีอากาศแห้ง ลมสงบหรือพัดอ่อน มีบริเวณหรืออยู่ใกล้บริเวณที่มีความร้อนสูง เช่น ทะเลทราย

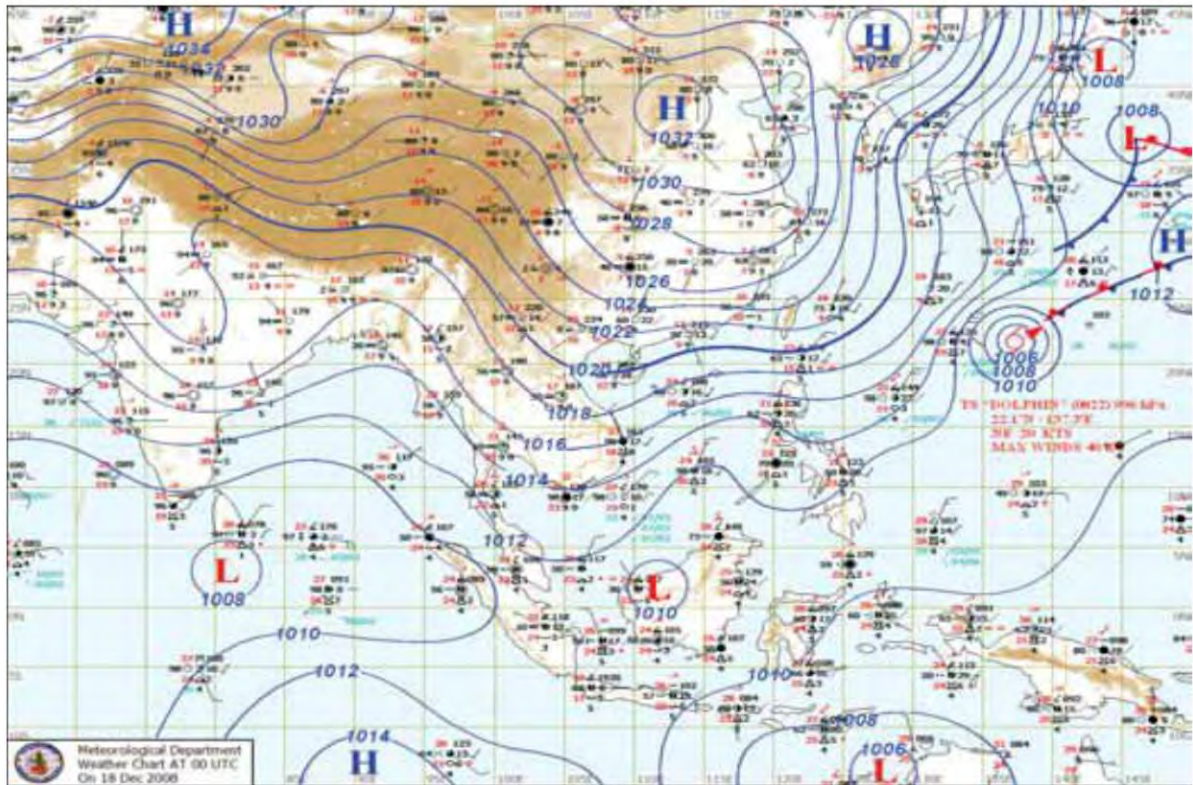
10. ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ลานีญา ภาวะโลกร้อน และคลื่นความร้อน ปรากฏการณ์ใดบ้างที่สามารถพยากรณ์การเกิดล่วงหน้าได้ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ทุกปรากฏการณ์สามารถพยากรณ์การเกิดล่วงหน้าได้ จากการวิเคราะห์แผนที่อากาศที่ปรากฏในเวลาก่อนหน้า โดยแต่ละเหตุการณ์ใช้เวลาที่จะสามารถเห็นปรากฏการณ์แตกต่างกัน เช่น คลื่นความร้อนสามารถพยากรณ์การเกิดล่วงหน้าได้ 2-3 วัน ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา พยากรณ์ล่วงหน้าได้เป็นเดือน และวิเคราะห์ผลร่วมกับการใช้หุ่นลอย และการวิเคราะห์ระดับน้ำทะเล สำหรับภาวะโลกร้อน สามารถพยากรณ์การเกิดได้โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบจากข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดสภาพอากาศจริง เปรียบเทียบกับแบบจำลองคอมพิวเตอร์สำหรับภูมิอากาศ



บทที่ 6

พยากรณ์อากาศ



เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

1. การตรวจอากาศ	3	ชั่วโมง
2. ขั้นตอนการพยากรณ์อากาศ	1	ชั่วโมง
3. วิธีการพยากรณ์อากาศ	1	ชั่วโมง
4. แผนที่อากาศ	4	ชั่วโมง
รวม	9	ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้ บทที่ 6

1. สืบค้น อภิธาน และอธิบายการตรวจอากาศ ขั้นตอนการพยากรณ์อากาศ และวิธีการพยากรณ์อากาศ
2. วิเคราะห์ อภิธาน และอธิบายลักษณะอากาศจากแผนที่อากาศ



สาระสำคัญ

การพยากรณ์อากาศมี 3 ขั้นตอนสำคัญ คือ การตรวจอากาศ การสื่อสารเพื่อรวบรวมข้อมูล ผลการตรวจอากาศ และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการคาดหมาย ข้อมูลสำคัญที่นักพยากรณ์อากาศใช้ประกอบการพิจารณา คือ แผนที่อากาศผิวพื้น แผนที่ลมชั้นบนในระดับต่าง ๆ และข้อมูลจากผลการตรวจอื่น ๆ ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศผิวพื้นต่าง ๆ จะนำมาแสดงในแผนที่อากาศในรูปสัญลักษณ์หรือตัวเลข แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ลักษณะอากาศในบริเวณกว้างได้





แนวการจัดการเรียนรู้

6.1 การตรวจอากาศ ขั้นตอนการพยากรณ์อากาศ และวิธีการพยากรณ์อากาศ

ขั้นนำ (30 นาที)

1. ให้นักเรียนออกไปสำรวจและสังเกตลักษณะอากาศทั่วไปโรงเรียน เช่น ลักษณะเมฆ อุณหภูมิ หมอก ลม เป็นต้น
2. ครูแจกรายงานการพยากรณ์อากาศของจังหวัดตนเองในช่วงเวลาใกล้เคียงกับเวลาสอน (ซึ่งสามารถสั่งพิมพ์ได้จาก <http://www.tmd.go.th/>) เพื่อให้แต่ละกลุ่มนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่สังเกตได้ว่า ลักษณะอากาศที่นักเรียนสังเกตใกล้เคียงกับที่กรมอุตุนิยมวิทยาพยากรณ์ไว้หรือไม่

ขั้นสอน (1.5 ชั่วโมง)

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้ ตามความคิดของนักเรียนเอง
 -  ข้อมูลใดที่กรมอุตุนิยมวิทยานำมาใช้ในการพยากรณ์อากาศ
 - แนวคำตอบ เช่น ความดันอากาศ อุณหภูมิ ทิศทางลม ความเร็วลม ความสูงของคลื่น ปริมาณเมฆ ปริมาณฝน เป็นต้น
 -  ถ้าให้นักเรียนเก็บข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ นักเรียนจะมีวิธีเก็บข้อมูลอย่างไร
 - แนวคำตอบ เช่น ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิ ใช้บารอมิเตอร์วัดความดัน ใช้ครลมวัดทิศทางลม เป็นต้น
4. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 8 คน แล้วสืบค้นข้อมูลตามคำถามต่อไปนี้ จากเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา หนังสือเรียน หรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ (ถ้าครูสามารถนำนักเรียนไปที่สถานีอุตุนิยมวิทยาในท้องถิ่นได้ จะทำให้นักเรียนได้ศึกษาการทำงานจริงของนักอุตุนิยมวิทยา)
 -  เจ้าหน้าที่อุตุนิยมวิทยามีวิธีการตรวจอากาศอย่างไร
 -  ข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศมีสิ่งใดบ้าง





นักอุตุนิยมวิทยามีขั้นตอนในการพยากรณ์อากาศอย่างไร



การพยากรณ์อากาศมีวิธีใดบ้าง



ถ้านักเรียนต้องการสอบเทียบแอนนิรอยด์ บารอมิเตอร์ เครื่องวัดอุณหภูมิ และเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ที่บรรจุไว้ในกล่องของเครื่องส่งวิทยุหยังอากาศ นักเรียนจะสอบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานใด



เพราะเหตุใดจึงต้องปล่อยบอลลูกสีต่าง ๆ ในสภาพอากาศที่แตกต่างกัน



ปัจจุบันประเทศไทยมีสถานีเรดาร์อยู่ที่ใดบ้าง



การพยากรณ์อากาศนั้นอาจเป็นการคาดหมายสำหรับช่วงเวลาไม่กี่ชั่วโมงข้างหน้า จนถึงการคาดหมายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอีกหลายปีจากปัจจุบัน นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด นักอุตุนิยมวิทยาจึงได้แบ่งระยะเวลาในการพยากรณ์เป็นหลายช่วง และแต่ละช่วงมีความสำคัญหรือประโยชน์แตกต่างกันอย่างไร



นักเรียนคิดว่าความผิดพลาดในการพยากรณ์อากาศมีสาเหตุมาจากสิ่งใด และมีความผิดพลาดใดที่อาจเกิดขึ้นได้บ้าง

ขั้นสรุป (2 ชั่วโมง)

5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเพื่อไปร่วมสรุปตามคำถามข้างล่างทั้ง 8 คำถาม (หมายความว่าสมาชิกของกลุ่มเดิมแต่ละคนจะต้องกระจายไปอยู่กลุ่มใหม่ทั้งหมด 8 กลุ่ม เพื่อร่วมกันตอบคำถาม 1 คำถาม ตามที่ได้ไปสืบค้นข้อมูล) เพื่อร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดและสรุปข้อมูลที่ได้ทำการสืบค้นให้ถูกต้องและครบถ้วน จากนั้นให้นักเรียนกลับมาวางแผนร่วมกันในกลุ่มเดิม เพื่อจัดเป็นนิทรรศการความรู้เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ



เจ้าหน้าที่อุตุนิยมวิทยามีวิธีการตรวจอากาศอย่างไร


แนวคำตอบ ตรวจวัดอากาศผิวพื้น โดยใช้สายตาและเครื่องมือ และตรวจวัดอากาศชั้นบน โดยใช้เครื่องส่งวิทยุหยังอากาศ เครื่องเรดาร์ และไพลอบบอลลูกตรวจอากาศด้วยดาวเทียม ตรวจอากาศด้วยเรดาร์)



ข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศมีสิ่งใดบ้าง

แนวคำตอบ ความกดอากาศ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ลมผิวพื้น ลมชั้นบน ปริมาณและชนิดของเมฆ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิจุดน้ำค้าง การระเหยของน้ำ อุณหภูมิใต้ดิน ระยะเวลาของแสงแดด ลักษณะท้องฟ้า เมฆ ทิศนวิสัย ลักษณะอากาศ ลักษณะพื้นดิน ลักษณะคลื่นทะเล ทิศทางและความเร็วลม




 นักอุตุนิยมวิทยามีขั้นตอนในการพยากรณ์อากาศอย่างไร

แนวคำตอบ ตามแผนผังในหนังสือเรียน หน้า 109

 การพยากรณ์อากาศมีวิธีใดบ้าง

แนวคำตอบ การพยากรณ์อากาศด้วยวิธีแนวโน้มน้ำ การพยากรณ์อากาศด้วยวิธีภูมิอากาศหรือทางสถิติ และการพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์

 ถ้านักเรียนต้องการสอบเทียบแอนนิรอยด์บารอมิเตอร์ เครื่องวัดอุณหภูมิ และเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ที่บรรจุไว้ในกล่องของเครื่องส่งวิทยุหึ่งอากาศ นักเรียนจะสอบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานใด

แนวคำตอบ แอนนิรอยด์บารอมิเตอร์สอบเทียบกับบารอมิเตอร์มาตรฐาน เครื่องวัดอุณหภูมิสอบเทียบกับเทอร์มอมิเตอร์มาตรฐาน เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์สอบเทียบกับไฮโกรมิเตอร์มาตรฐาน


 เพราะเหตุใดจึงต้องปล่อยบอลลูนส์ต่าง ๆ ในสภาพอากาศที่แตกต่างกัน

แนวคำตอบ เพื่อให้สังเกตเห็นบอลลูนได้ชัดเจน




ปัจจุบันประเทศไทยมีสถานีเรดาร์อยู่ที่ใดบ้าง

แนวคำตอบ 16 สถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา 20 สถานีของสำนักฝนหลวงและการบินเกษตร และมีสถานีอื่น ๆ ที่ขึ้นอยู่กับกรุงเทพมหานคร หรือทหาร

 การพยากรณ์อากาศนั้นอาจเป็นการคาดหมายสำหรับช่วงเวลาไม่กี่ชั่วโมงข้างหน้าจนถึงการคาดหมายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอีกหลายปีจากปัจจุบัน นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด นักอุตุนิยมวิทยาจึงได้แบ่งระยะเวลาในการพยากรณ์เป็นหลายช่วง และแต่ละช่วงมีความสำคัญหรือประโยชน์แตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ การพยากรณ์ในช่วงเวลาไม่กี่ชั่วโมงข้างหน้าจะสามารถเตือนภัยหรือเป็นข้อมูลให้ประชาชนได้เตรียมตัวรับสถานการณ์ได้ทันทั่วทั้งที่ เหมาะกับการดำรงชีวิตประจำวัน ส่วนการพยากรณ์ในระยะยาวนั้นจะช่วยให้ทราบแนวโน้มของภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในอนาคต ทำให้เราสามารถเตรียมพร้อมหาทางหลีกเลี่ยงหรือแก้ไขไม่ให้เกิดสถานการณ์ที่เลวร้าย

 นักเรียนคิดว่าความผิดพลาดในการพยากรณ์อากาศมีสาเหตุมาจากสิ่งใด และมีความผิดพลาดใดที่อาจเกิดขึ้นได้บ้าง



แนวคำตอบ

1. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางอุตุนิยมวิทยายังไม่สมบูรณ์
2. บรรยากาศเป็นสิ่งที่ต่อเนื่องและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่สถานีตรวจอากาศมีจำนวนน้อยและอยู่ห่างกันมาก รวมทั้งทำการตรวจเพียงบางเวลาเท่านั้น เช่น ทุก 3 ชั่วโมง ทำให้ไม่อาจทราบสถานะที่แท้จริงของบรรยากาศได้อย่างครบถ้วน และทำให้การพยากรณ์อากาศขาดรายละเอียดหรือความแม่นยำได้
3. ธรรมชาติของกระบวนการที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ มีความละเอียดซับซ้อนอย่างยิ่ง ปรากฏการณ์ซึ่งมีขนาดเล็กหรือเกิดขึ้นในระยะสั้น ๆ และไม่อาจตรวจพบได้จากการตรวจอากาศ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพลมฟ้าอากาศเป็นอย่างมากในระยะเวลาต่อมา ซึ่งจะทำให้ผลการพยากรณ์อากาศผิดพลาดไปได้อย่างมาก
4. การพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาที่สั้นจะมีความถูกต้องมากกว่าการพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาที่นานกว่า การพยากรณ์อากาศบริเวณเขตร้อนของโลกเช่นประเทศไทยจะยากกว่าการพยากรณ์ในเขตอบอุ่นและเขตหนาวเนื่องจากจากเหตุผลหลัก 3 ประการ คือ
 - 4.1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุตุนิยมวิทยาเขตร้อนยังไม่ก้าวหน้าทัดเทียมกับอุตุนิยมวิทยาในเขตละติจูดสูงกว่า เพราะการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับอุตุนิยมวิทยาในเขตร้อนมีน้อยกว่ามาก
 - 4.2 สถานีตรวจอากาศในเขตร้อนมีจำนวนน้อยกว่าในเขตอบอุ่นและเขตหนาวทำให้ผลการตรวจอากาศมีน้อยกว่า
 - 4.3 ลมฟ้าอากาศในบริเวณละติจูดสูงส่วนมากเป็นระบบขนาดใหญ่ซึ่งเกิดจากมวลอากาศที่แตกต่างกันมาพบกัน ทำให้ตรวจพบได้โดยง่าย เช่นฝนที่เกิดจากแนวปะทะอากาศมีความยาวมากกว่า 1,000 กิโลเมตร ในขณะที่ระบบลมฟ้าอากาศในเขตร้อนส่วนมากมีขนาดเล็ก เพราะไม่ได้เกิดจากความแตกต่างของมวลอากาศ เช่นฝนที่ตกเป็นบริเวณแคบ ๆ



6.2 แผนที่อากาศ

ขั้นนำ (30 นาที)

1. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เพราะเหตุใดจึงต้องมีการพยากรณ์อากาศ
แนวคำตอบ การรับทราบสภาพอากาศล่วงหน้าในชีวิตประจำวัน จะสามารถเตรียมตัวรับกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ทัน่วงที เช่น ฝนตก ก็สามารถเตรียมเครื่องป้องกันฝนหรือหลีกเลี่ยงการออกไปข้างนอกตามเวลาดังกล่าว เป็นต้น)
2. ให้นักเรียนสังเกตข้อมูลการจากคำพยากรณ์ เช่น อุณหภูมิ ความกดอากาศ ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม เป็นต้น แล้วร่วมกันอภิปรายตามความคิดของตนเองว่า ข้อมูลใดน่าจะต้องมีการสร้างเกณฑ์เพื่อใช้ในบอกความแตกต่างของสภาพอากาศในแต่ละพื้นที่
แนวคำตอบ เช่น ความหนาวเย็น ความร้อน ความแรงของลม ความสูงของคลื่น ปริมาณเมฆ เป็นต้น

ตัวอย่างคำพยากรณ์

ภาคเหนือ อากาศเย็นกับมีหมอกในตอนเช้า และมีหมอกหนาในหลายพื้นที่ อุณหภูมิต่ำสุด 18-21 องศา สำหรับบริเวณยอดดอยอากาศหนาวถึงหนาวจัด อุณหภูมิต่ำสุด 8-14 องศา ลมตะวันตก ความเร็ว 10-25 กม./ชม.

ภาคใต้ (ฝั่งตะวันตก) มีฝนฟ้าคะนองเป็นแห่งๆ ร้อยละ 30 ของพื้นที่ ส่วนมากบริเวณจังหวัดพังงา ภูเก็ต ตรัง และสตูล อุณหภูมิต่ำสุด ประมาณ 21-23 องศา ลมตะวันออก ความเร็ว 15-35 กม./ชม. ทะเลมีคลื่นสูง 1-2 เมตร

กรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีเมฆบางส่วนและมีหมอกในตอนเช้า อุณหภูมิต่ำสุด 24-25 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 15-30 กม./ชม.

ขั้นสอน (3 ชั่วโมง)

3. ให้นักเรียนศึกษาเกณฑ์จากใบความรู้ที่แนบท้ายคู่มือครู ว่ากรมอุตุนิยมวิทยาใช้เกณฑ์ในการบอกสภาพอากาศอย่างไร พบสัญลักษณ์ใดบ้างบนแผนที่อากาศ สัญลักษณ์เหล่านั้นหมายถึงอะไร โดยศึกษาควบคู่กับใบความรู้เรื่องสัญลักษณ์อากาศ
4. ให้นักเรียนวิเคราะห์แผนที่อากาศ ตามกิจกรรม 6.1 แผนที่อากาศ



กิจกรรมที่ 6.1 แผนที่อากาศ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายสัญลักษณ์บนแผนที่อากาศที่สำคัญ
2. วิเคราะห์แผนที่อากาศ และอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลการตรวจอากาศ
3. วิเคราะห์ และอภิปรายข้อมูลการตรวจอากาศพร้อมกับเกณฑ์ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ

และนำมาสร้างเป็นคำพยากรณ์อากาศได้

เวลา 2 ชั่วโมง

วัสดุ-อุปกรณ์

1. แผนที่อากาศต่อเนื่อง 3 วัน พร้อมคำพยากรณ์
2. ใบความรู้ การแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ
3. ใบความรู้ เกณฑ์ในการพยากรณ์อากาศ

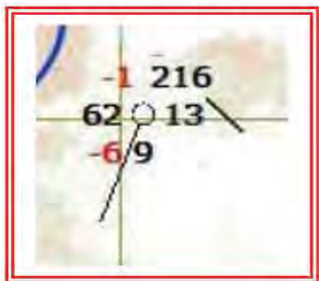
วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนตามความเหมาะสม ให้แต่ละกลุ่มเลือกข้อมูลที่สถานีตรวจอากาศผิวพื้น ณ จุดใดจุดหนึ่ง จากแผนที่อากาศของวันใดวันหนึ่ง
2. แปลความหมายข้อมูลสภาพอากาศ ตามที่ศึกษาจากใบความรู้เรื่องการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ
3. ให้นักเรียนนำผลการแปลข้อมูลไปติดไว้รอบ ๆ ห้อง แล้วให้แต่ละกลุ่มเวียนกัน พิจารณาผลการวิเคราะห์ของกลุ่มอื่น ๆ จนครบทุกกลุ่ม โดยใช้เวลาในการพิจารณากลุ่มละ 5 นาที หากนักเรียนมีข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะให้เขียนไว้ที่กระดาษของกลุ่มนั้น ๆ

ผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูล ณ สถานีตรวจวัด



ก



ข



ค



ผลการวิเคราะห์สถานีตรวจวัด (ก) มีอากาศหนาวจัด (-1 องศาเซลเซียส) มีอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่ -6 องศาเซลเซียส ความกดอากาศ (1021.6 มิลลิบาร์, โดยมีความกดอากาศเพิ่มขึ้น 1.3 มิลลิบาร์) ลมตะวันตกเฉียงใต้ก่อนมาทางใต้ ความเร็วประมาณ 1-3 นอต ทักษณวิสัยสามารถมองเห็นได้ไกล 12 กิโลเมตร ท้องฟ้าโปร่งไม่มีเมฆ

ผลการวิเคราะห์สถานีตรวจวัด (ข) อุณหภูมิอากาศ 25 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่ 24 องศาเซลเซียส ความกดอากาศ (1007.8 มิลลิบาร์, โดยมีความกดอากาศลดแล้วคงที่ หรือลดลงต่อไปอย่างช้า ๆ 5 มิลลิบาร์) ลมสงบ ทักษณวิสัยสามารถมองเห็นได้ไกล 7 กิโลเมตร เมฆเต็มท้องฟ้า โดยเป็นเมฆชั้นต่ำ 5 ส่วน ประกอบด้วย เมฆคิวมูลัส ฐานเมฆสูง 300-600 เมตร เมฆอัลโตคิวมูลัส เป็นแถบหนาที่บ หรือเมฆอัลโตคิวมูลัสปนกับเมฆอัลโตสเตรตัส หรือนิมโบสเตรตัส และเมฆซีร์รอสหนาเป็นแถบ ๆ หรือเป็นก้อน ซึ่งโดยปกติจะไม่ทวีจำนวนขึ้นบางครั้งเหมือนกับเมฆคิวมูลัส (Cb) ที่หลงเหลืออยู่ หรือเป็นแท่งสูงขึ้นไปเป็นกระจุก

ผลการวิเคราะห์สถานีตรวจวัด (ค) อุณหภูมิอากาศ 24 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่ 23 องศาเซลเซียส ความกดอากาศ (1009.5 มิลลิบาร์, โดยมีความกดอากาศเพิ่มขึ้น 2 มิลลิบาร์) ลมสงบ ทักษณวิสัยเห็นได้ไกล 5 กิโลเมตร มีเมฆเต็มท้องฟ้า โดยมีเมฆคิวมูโลนิมบัส 4 ส่วน ความสูงของ ฐานเมฆ 300-600 เมตร เมฆอัลโตสเตรตัส หรือเมฆนิมโบสเตรตัสที่หนาที่บ ส่วนใหญ่จะหนาจนปิดบังมองไม่เห็นดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ได้ ไม่มีเมฆชั้นสูง ใน 6 ชั่วโมงที่ผ่านมามีรายงานฟ้าคะนอง และขณะทำการตรวจมีฟ้าหลัวแห้ง (ทักษณวิสัยไม่เกิน 10 กม. ความชื้นต่ำกว่า 65%)

ตอนที่ 2

1. ครูแจกแผนที่อากาศ เพื่อให้นักเรียนศึกษาข้อมูลการตรวจอากาศ ณ สถานีตรวจอากาศ ผิวน้ำรอบ ๆ บริเวณที่กำหนดให้ จำนวน 3 สถานี

- บริเวณที่ 1 ห่อมความกดอากาศต่ำ
- บริเวณที่ 2 บริเวณความกดอากาศสูง
- บริเวณที่ 3 แนวปะทะอากาศ

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลการตรวจอากาศแต่ละบริเวณว่าแตกต่างกันอย่างไร

3. ศึกษาคำพยากรณ์อากาศของแผนที่อากาศที่ศึกษาว่า ลักษณะแผนที่อากาศดังกล่าวจะมีสภาพอากาศทั่วไปเป็นอย่างไร



ผลการทำกิจกรรม

ใช้ตัวอย่างแผนที่อากาศ และคำพยากรณ์อากาศ วันที่ 20 ธันวาคม 2553

- บริเวณที่ 1 หย่อมความกดอากาศต่ำ

สภาพอากาศส่วนใหญ่ จะมีอุณหภูมิสูง มีเมฆมาก ความกดอากาศต่ำ มีฝน ลมแรง

- บริเวณที่ 2 บริเวณความกดอากาศสูง

สภาพอากาศส่วนใหญ่ จะมีอุณหภูมิต่ำ ท้องฟ้าแจ่มใส ความกดอากาศสูง ลมสงบ

- บริเวณที่ 3 แนวปะทะอากาศ

1. แนวปะทะอากาศอุ่น จะมีเมฆมาก มีฝนตกกระจาย
2. แนวปะทะอากาศเย็น มีเมฆมาก เกิดฝนตกหนัก หรืออาจเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง
3. แนวปะทะอากาศรวม มีเมฆมาก เกิดฝนตกหนัก หรืออาจเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

ตอนที่ 3

1. ศึกษาแผนที่อากาศต่อเนื่องกัน 2 วัน พร้อมกับคำพยากรณ์อากาศ และ ใบความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการพยากรณ์อากาศ
2. ศึกษาแผนที่อากาศต่อเนื่องในวันที่ 3 แล้วสร้างคำพยากรณ์ของนักเรียนเอง
3. เปรียบเทียบคำพยากรณ์ของตนเองกับคำพยากรณ์จากกรมอุตุนิยมวิทยาว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ผลการทำกิจกรรม

คำพยากรณ์ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของกลุ่ม แล้วนำไปเปรียบเทียบกับคำพยากรณ์ของกรมอุตุนิยมวิทยา ดังตัวอย่างทำยคู่มือครู

ขั้นสรุป (30 นาที)

5. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้



การพยากรณ์อากาศคืออะไร

แนวคำตอบ การพยากรณ์อากาศ หมายถึง การคาดหมายสภาพลมฟ้าอากาศในช่วงเวลาหนึ่ง





ก่อนที่จะได้คำพยากรณ์อากาศ นักอุตุนิยมวิทยาต้องปฏิบัติอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ พิจารณาข้อมูลการตรวจอากาศ ทั้งตรวจอากาศผิวพื้น ตรวจอากาศ
ชั้นบน และตรวจอากาศทะเล และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำคำพยากรณ์อากาศ



การพยากรณ์อากาศมีประโยชน์กับชีวิตประจำวันอย่างไร

แนวคำตอบ มีประโยชน์ต่อการใช้ชีวิตประจำวัน การเดินเรือ การประมง
การเกษตร การท่องเที่ยวทั่วไป โดยสามารถวางแผนหรือเตรียมการล่วงหน้าใน
การทำกิจกรรมต่าง ๆ รวมทั้งรับมือกับภัยพิบัติต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ครูควรเตรียมแผนที่อากาศปัจจุบันให้นักเรียนศึกษา และแปรข้อมูลสภาพอากาศจาก
สถานีตรวจวัดมาล่วงหน้าโดยศึกษาสัญลักษณ์ขององค์ประกอบอุตุนิยมจากข้อมูลท้ายคู่มือครู
2. สำหรับนักเรียนให้ศึกษาการแปลความหมายของสัญลักษณ์อากาศ จากใบความรู้
การแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นใบสรุป พร้อมกับศึกษาเพิ่มเติมจากใบความรู้
เพิ่มเติม สัญลักษณ์ขององค์ประกอบอุตุนิยม จะทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น



ใบความรู้ เกณฑ์ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ

เกณฑ์อากาศร้อน ใช้อุณหภูมิสูงสุดประจำวันและใช้เฉพาะในฤดูร้อน

1. อากาศร้อน (hot) อุณหภูมิตั้งแต่ 35.0 – 39.9 องศาเซลเซียส
2. อากาศร้อนจัด (very hot) อุณหภูมิตั้งแต่ 40.0 องศาเซลเซียสขึ้นไป

เกณฑ์อากาศหนาว ใช้อุณหภูมิต่ำสุดประจำวันและใช้เฉพาะในฤดูหนาว

1. อากาศเย็น (cool) อุณหภูมิตั้งแต่ 16.0 – 22.9 องศาเซลเซียส
2. อากาศหนาว (cold) อุณหภูมิตั้งแต่ 8.0 – 15.9 องศาเซลเซียส
3. อากาศหนาวจัด (very cold) อุณหภูมิตั้งแต่ 7.9 องศาเซลเซียสลงไป

เกณฑ์การกระจายของฝน

1. ฝนบางพื้นที่ (isolated) หมายถึง มีฝนตกน้อยกว่า 20% ของพื้นที่
2. ฝนกระจายเป็นแห่งๆ (widely scattered) หมายถึง มีฝนตกตั้งแต่ 20% ขึ้นไป แต่ไม่เกิน 40% ของพื้นที่
3. ฝนกระจาย (scattered) หมายถึง มีฝนตกตั้งแต่ 40% ขึ้นไป แต่ไม่เกิน 60% ของพื้นที่
4. ฝนเกือบทั่วไป (almost widespread) หมายถึง มีฝนตกตั้งแต่ 60% ขึ้นไป แต่ไม่เกิน 80% ของพื้นที่
5. ฝนทั่วไป (widespread) หมายถึง มีฝนตกตั้งแต่ 80% ของพื้นที่ ขึ้นไป

เกณฑ์ปริมาณฝน

1. ฝนเล็กน้อย (light rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 0.1 มิลลิเมตร ถึง 10.0 มิลลิเมตร
2. ฝนปานกลาง (moderate rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 10.1 มิลลิเมตร ถึง 35.0 มิลลิเมตร
3. ฝนหนัก (heavy rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 35.1 มิลลิเมตร ถึง 90.0 มิลลิเมตร
4. ฝนหนักมาก (very heavy rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 90.1 มิลลิเมตร ขึ้นไป

เกณฑ์จำนวนเมฆในท้องฟ้า โดยแบ่งท้องฟ้าเป็น 10 ส่วน

1. ท้องฟ้าแจ่มใส (fine) ท้องฟ้าไม่มีเมฆหรือมีแต่น้อยกว่า 1 ส่วนของท้องฟ้า
2. ท้องฟ้าโปร่ง (fair) ท้องฟ้ามีเมฆตั้งแต่ 1 ส่วน ถึง 3 ส่วนของท้องฟ้า
3. ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน (partly cloudy sky) ท้องฟ้ามีเมฆเกินกว่า 3 ส่วนถึง 5 ส่วนของท้องฟ้า
5. ท้องฟ้ามีเมฆเป็นส่วนมาก (cloudy sky) ท้องฟ้ามีเมฆเกินกว่า 5 ส่วนถึง 8 ส่วนของท้องฟ้า
6. ท้องฟ้ามีเมฆมาก (very cloudy sky) ท้องฟ้ามีเมฆเกินกว่า 8 ส่วนถึง 9 ส่วนของท้องฟ้า
7. ท้องฟ้ามีเมฆเต็มท้องฟ้า (overcast sky) ท้องฟ้ามีเมฆเกินกว่า 9 ส่วน ถึง 10 ส่วนของท้องฟ้า



ใบความรู้ เรื่องเกณฑ์ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ (ต่อ)

ความเร็วลมที่ระดับสูงมาตรฐาน 10 เมตรเหนือพื้นดินในบริเวณที่โล่งแจ้ง

	ขนาดของลม	สัญลักษณ์ที่แสดงบนบก	นอต	กม./ชม.
			knots	km./hr.
ลมสงบ	CALM	ลมเงียบ คว้นลอยขึ้นตรง ๆ	น้อยกว่า 1	น้อยกว่า 1
ลมเบา	LIGHT AIR	คว้นลอยตามลม แต่สรลมไม่หันไปตามทิศลม	1 - 3	1 - 5
ลมอ่อน	LIGHT BREEZE	รู้สึกลมพัดที่ใบหน้า ใบไม้แกว่งไกว สรลมหันไปตามทิศลม	4 - 6	6 - 11
ลมโชย	GENTLE BREEZE	ใบไม้และกิ่งไม้เล็ก ๆ กระดิก ชงปลิว	7 - 10	12 - 19
ลมปานกลาง	MODERATE BREEZE	มีฝุ่นตลบ กระดาษปลิว กิ่งไม้เล็กขยับเขยื้อน	11 - 16	20 - 28
ลมแรง	FRESH BREEZE	ต้นไม้เล็กแกว่งไกวไปมา มีระลอกน้ำ	17 - 21	29 - 38
ลมจัด	STRONG BREEZE	กิ่งไม้ใหญ่ขยับเขยื้อน ได้ยินเสียงหวีดหวิว ไซ้ร่มลำบาก	22 - 27	39 - 49
พายุเกลอ่อน	NEAR GALE	ต้นไม้ใหญ่ทั้งต้นแกว่งไกว เดินทวมไม่สะดวก	28 - 33	50 - 61
พายุเกล	GALE	กิ่งไม้หัก ลมต้านการเดิน	34 - 40	62 - 74
พายุเกลแรง	STRONG GALE	อาคารที่ไม่มั่นคงหักพัง หลังคาปลิว	41 - 47	75 - 88
พายุ	STORM	ต้นไม้ถอนรากล้ม เกิดความเสียหายมาก (ไม่ปรากฏบ่อยนัก)	48 - 55	89 - 102
พายุใหญ่	VIOLENT STORM	เกิดความเสียหายทั่วไป (ไม่ค่อยปรากฏ)	56 - 63	103 - 117
พายุไต้ฝุ่น หรือ เฮอริเคน	TYPHOON or HURRICANE		มากกว่า 63	มากกว่า 117



ใบความรู้ เรื่องเกณฑ์ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ (ต่อ)

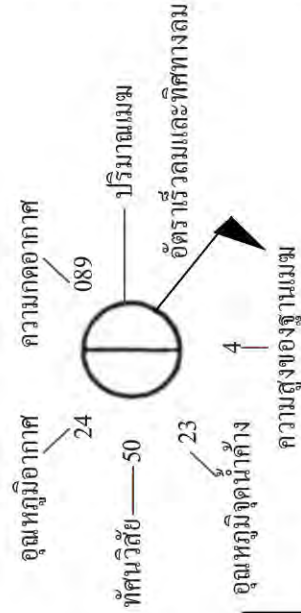
ลักษณะทะเล

1. ทะเลสงบ (calm) ความสูงของคลื่น 0.0 เมตร ถึง 0.10 เมตร
2. ทะเลเรียบ (smooth) ความสูงของคลื่น 0.10 เมตร ถึง 0.50 เมตร
3. ทะเลมีคลื่นเล็กน้อย (slight) ความสูงของคลื่น 0.50 เมตร ถึง 1.25 เมตร
4. ทะเลมีคลื่นปานกลาง (moderate) ความสูงของคลื่น 1.25 เมตร ถึง 2.50 เมตร
5. ทะเลมีคลื่นจัด (rough) ความสูงของคลื่น 2.50 เมตร ถึง 4.00 เมตร
6. ทะเลมีคลื่นจัดมาก (very Rough) ความสูงของคลื่น 4.00 เมตร ถึง 6.00 เมตร
7. ทะเลมีคลื่นใหญ่ (high) ความสูงของคลื่น 6.00 เมตร ถึง 9.00 เมตร
8. ทะเลมีคลื่นใหญ่มาก (very High) ความสูงของคลื่น 9.00 เมตร ถึง 14.00 เมตร
9. ทะเลมีคลื่นใหญ่และจัดมาก (ทะเลบ้า – Phenomenal) ความสูงของคลื่นมากกว่า 14 เมตร



ใบความรู้ การแปลความหมายสัญลักษณ์ฟ้าอากาศ

อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิจุดน้ำค้าง
ค่าที่ได้เป็นองศาเซลเซียส



ความกดอากาศ

ตัวเลขมากกว่า 500 ใส่ทศนิยม 1 ตำแหน่ง และเติมเลข 9 หน้าตัวเลข เช่น 988 คือ 988.8 มิลลิบาร์ แต่ถ้าตัวเลขน้อยกว่า 500 ใส่ทศนิยม 1 ตำแหน่ง และเติมเลข 10 หน้าตัวเลข เช่น 054 คือ 1005.4 มิลลิบาร์

ทัศนวิสัย

ตัวเลขค่าไม่เกิน 50 ใส่ทศนิยม 1 ตำแหน่ง แต่ถ้าตัวเลขเกิน 50 ให้นำ 50 มาลบออก ค่าที่ได้เป็น กิโลเมตร เช่น 49 คือ ทัศนวิสัย 4.9 กิโลเมตร ถ้าเป็น 67 คือ 67 - 50 เป็น ทัศนวิสัย 17 กิโลเมตร

ปริมาณเมฆ

ความสูงของฐานเมฆ

ตัวเลข	ความสูงฐานเมฆ (เมตร)
0	0 - 50
1	50 - 100
2	100 - 200
3	200 - 300
4	300 - 600
5	600 - 1000
6	1000 - 1500
7	1500 - 2000
8	2000 - 2500
9	มากกว่า 2500

อัตราเร็วลม

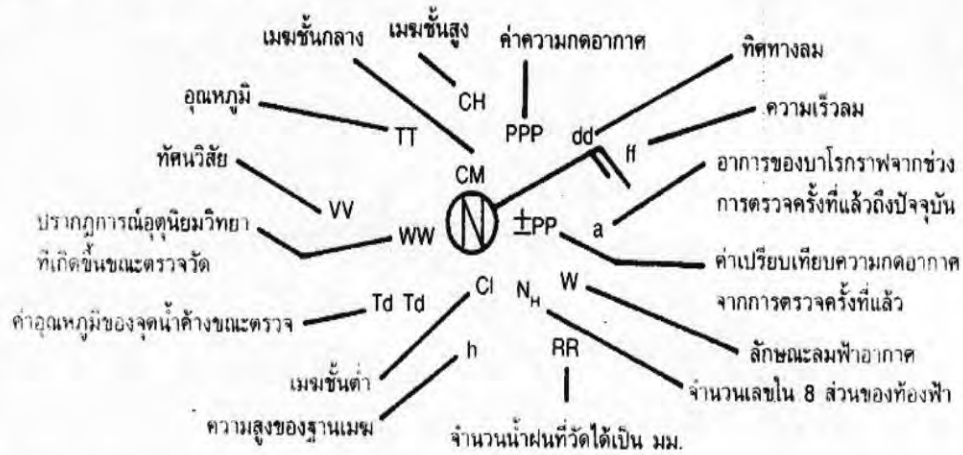
สัญลักษณ์	อัตราเร็วลม กม/ช.ม.	สัญลักษณ์	อัตราเร็วลม กม/ช.ม.
—	1 - 3	—	20 - 32
—	4 - 13	—	33 - 40
—	14 - 19	—	88 - 96
⊙	ลมสงบ		

สัญลักษณ์	อัตราส่วนในท้องฟ้า	สัญลักษณ์	อัตราส่วนในท้องฟ้า
○	0	◐	5/8
◑	1/8	◒	6/8
◓	2/8	◔	7/8
◕	3/8	◖	8/8
◗	4/8	⊗	ตรวจไม่พบ

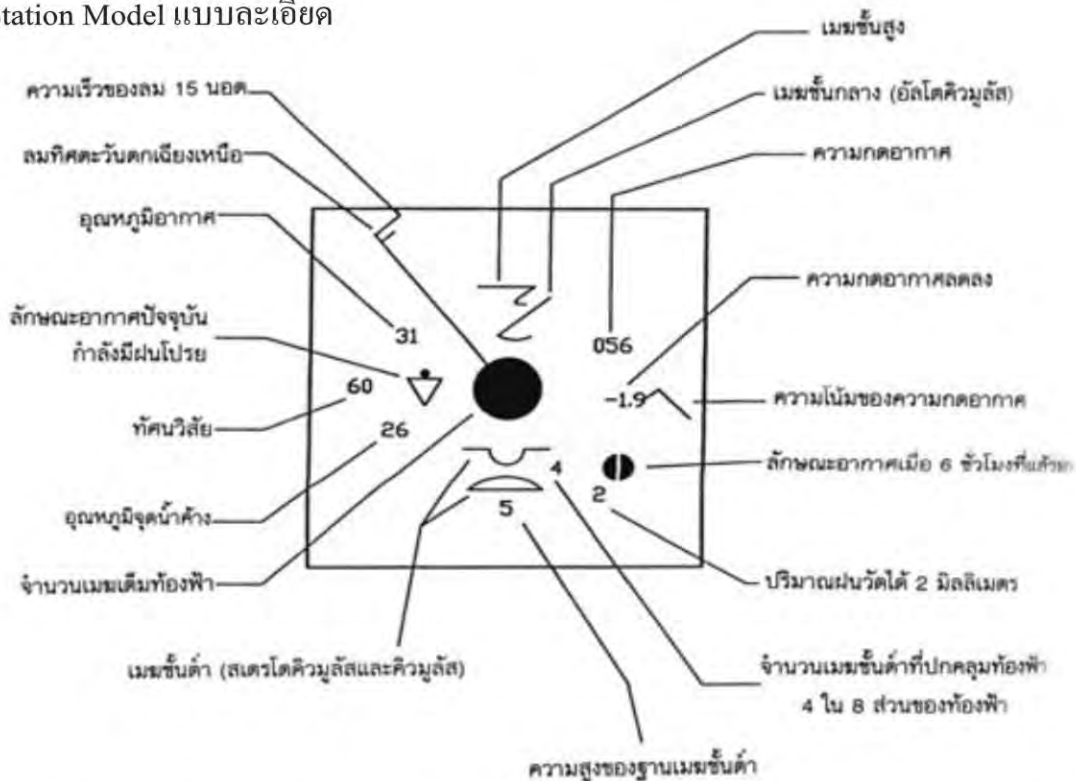


ใบความรู้เพิ่มเติม สัญลักษณ์ขององค์ประกอบอุตุนิยม

(คัดจาก ธวัช บุรีรักษ์, รศ.ดร.; บัญชา คุณเจริญไพบูลย์ รศ.การแปลความหมายในแผนที่และภาพถ่ายทางอากาศ สำนักพิมพ์อักษรวัฒนา กรุงเทพฯ)













ตัวอย่าง Station Model แบบละเอียด




(1) N หมายถึงจำนวนเมฆในท้องฟ้า จะเขียนเป็นสัญลักษณ์วงกลมไว้ที่จุดตรวจแทนจำนวนเมฆทั้งหมดบนท้องฟ้า โดยกำหนดให้เมฆในท้องฟ้าทั้งหมดมี 8 ส่วน (8 Oktas) การอ่านให้ดูสีที่ระบายในวงกลมก็จะประมาณได้ว่ามีเมฆอยู่ที่ส่วน ดังสัญลักษณ์ต่อไปนี้








	ท้องฟ้าแจ่มใส ไม่มีเมฆ		ท้องฟ้ามีเมฆ 5/8 ของท้องฟ้า
	ท้องฟ้ามีเมฆ 1/8 ของท้องฟ้า		ท้องฟ้ามีเมฆ 6/8 ของท้องฟ้า
	ท้องฟ้ามีเมฆ 2/8 ของท้องฟ้า		ท้องฟ้ามีเมฆ 7/8 ของท้องฟ้า
	ท้องฟ้ามีเมฆ 3/8 ของท้องฟ้า		ท้องฟ้ามีเมฆเต็ม
	ท้องฟ้ามีเมฆ 4/8 ของท้องฟ้า		ไม่สามารถตรวจจำนวนเมฆได้

(2) dd หมายถึง ทิศทางลมที่พัดเข้าสู่สถานีตรวจอากาศ



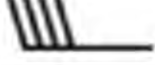

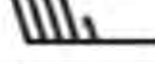

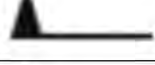

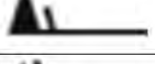
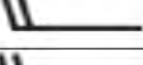
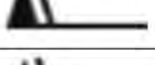
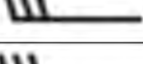
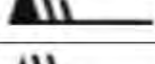

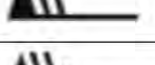
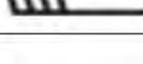
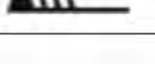
เขียนเป็นสัญลักษณ์เส้นตรงออกจากจุดตรวจ เพื่อบอกถึงทิศทางที่ลมพัดเข้าสู่สถานีตรวจอากาศ
 แห่งนั้น การบอกทิศทางคิดเป็นมุม เริ่มที่ขีดตรงเหนือวง N เป็น 0 องศา และวนไปจนครบ 360 องศาที่จุด
 เดิม ถ้าลมสงบไม่มีทิศทางก็ไม่มีขีดแสดงทิศทางลม แต่ไปแสดงที่วง N โดยเขียนวงกลมไว้รอบวง N
 เช่น  หมายความว่า มีเมฆครึ่งท้องฟ้า (4/8 ส่วน) และลมสงบ

(3) ff หมายถึง ความเร็วของลมที่พัดเข้าสู่สถานีตรวจอากาศ บอกความเร็วเป็นนอต

เขียนสัญลักษณ์เป็นขีดตรงสั้น ขีดตรงยาว มีรูปธงสามเหลี่ยมระบายสีไว้ ณ ปลายขีดทิศทางลม
 ถ้าทิศทางลมขีดไว้เฉย ๆ ไม่มีขีดที่ปลาย เช่น  แสดงว่า มีความเร็วลมไม่เกิน 2 นอต ถ้ามี
 ขีดสั้นที่ปลายขีดแสดงทิศทางลม 1/2 ขีด เช่น  แสดงว่า มีความเร็วลมประมาณ 5 นอต ถ้ามี
 ขีดยาวที่ปลายขีดแสดงทิศทางลม 1 ขีด เช่น  แสดงว่ามีความเร็วลม ประมาณ 10 นอต ถ้ามี
 รูปธงสามเหลี่ยมระบายสีเต็มอยู่ที่ปลายขีดทิศทางลม เช่น  แสดงว่ามีความเร็วลมอยู่ประมาณ
 50 นอต จะทราบว่ามีความเร็วลมอยู่ประมาณเท่าไร ก็รวมค่าของความเร็วมทั้งหมดที่แสดงไว้ที่
 ปลายทิศทางลม เช่น  แสดงว่า มี ความเร็วลมประมาณ 65 นอต






สัญลักษณ์แสดงความเร็วของลม

	ลมสงบ		
	ความเร็วลม 1-2 นอต		ความเร็วลม 38-43 นอต
	ความเร็วลม 3-7 นอต		ความเร็วลม 44-47 นอต
	ความเร็วลม 8-12 นอต		ความเร็วลม 48-52 นอต
	ความเร็วลม 13-17 นอต		ความเร็วลม 53-57 นอต
	ความเร็วลม 18-22 นอต		ความเร็วลม 58-62 นอต
	ความเร็วลม 23-27 นอต		ความเร็วลม 63-67 นอต
	ความเร็วลม 28-32 นอต		ความเร็วลม 68-72 นอต
	ความเร็วลม 33-37 นอต		ความเร็วลม 73-77 นอต

(4) ww หมายถึง ปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาที่เกิดขึ้นขณะที่ทำการตรวจอากาศ

เขียนสัญลักษณ์รูปต่าง ๆ กันไว้ที่ด้านซ้ายของวง N ถ้ามีสัญลักษณ์ปรากฏก็แสดงว่าขณะที่ทำการตรวจนั้นมีปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาที่เกิดขึ้น ถ้าตำแหน่งนั้นว่างไม่มีสัญลักษณ์ปรากฏ ก็แสดงว่าไม่มีปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาที่เกิดขึ้น มีเพียงแต่การเปลี่ยนแปลงตามปกติประจำวัน เช่น จำนวนเมฆที่เพิ่มขึ้น หรือลดลง ซึ่งจะทราบได้โดยดูจากเส้นที่ขีดเพิ่มขึ้นในวง N ดังนี้

	ขณะนั้นเมฆในท้องฟ้าค่อย ๆ ลดจำนวนลง หรือจางหายไป
	ขณะนั้นท้องฟ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลง
	ท้องฟ้าขณะนั้นมีเมฆทวีขึ้นเรื่อย ๆ

สัญลักษณ์ที่แสดงในตำแหน่ง ww นี้มีถึง 100 กว่าตัว แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะบางอย่างเท่านั้น เช่น



	ทัศนวิสัยเลวเพราะควันต่าง ๆ เช่น ควันจากไฟฟ้า หรือจากโรงงาน
	ฟ้าผ่าหัวแห้ง (ทัศนวิสัยไม่เกิน 10 กม. ความชื้นต่ำกว่า 65%)
	ฟ้าผ่าหัวชื้น (ความชื้นสัมพัทธ์ 65-96%)
	หมอก
	ฝนละอองบาง ๆ ตกเป็นระยะ
	ฝนละอองบาง ๆ ตกต่อเนื่องกัน
	ฝนธรรมชาติตกเล็กน้อยเป็นระยะ ๆ
	ฝนธรรมชาติตกเล็กน้อยต่อเนื่องกัน
	ฝนตกปานกลางเป็นระยะ ๆ
	ฝนตกปานกลางต่อเนื่องกัน
	ฝนตกหนักเป็นระยะ ๆ
	ฝนตกหนักต่อเนื่อง
	หิมะตกบาง ๆ เป็นระยะ ๆ
	ฝนโปรยเบา ๆ (ละอองฝน)
	ฝนโปรยปานกลางหรือหนัก (ฝนไล่ช้าง)
	หิมะโปรยเบา ๆ
	ลูกเห็บ
	ฝนน้ำแข็งตกเล็กน้อย
	ฝนน้ำแข็งตกปานกลางหรือหนัก
	ลมหมุนที่พัดเอาทรายหรือฝุ่นให้ฟุ้งขึ้น
	ฟ้าแลบ
	ฟ้าคะนองหรือพายุฟ้าคะนอง



☐	พายุฝนฟ้าคะนอง
▽	ลมแรง เมฆต่ำเคลื่อนเป็นแนว
)(ทอร์นาโดหรือลมวงช้าง
☉	พวกพายุฝุ่นหรือทราย
☀	พายุฟ้าคะนองอย่างหนัก มีลูกเห็บตกขณะสังเกต
☁	พายุฟ้าคะนองเล็กน้อยหรือปานกลาง ไม่มีลูกเห็บแต่มีฝนหรือหิมะตกขณะสังเกต

(5) vv หมายถึง ทศนวิสัย VV

เขียนเป็นตัวเลขนับบอกทศนวิสัยตามแนวนอน โดยมีตัวเลขรหัสตั้งแต่ 01 จนถึง 99 วิธีถอดรหัสมีดังนี้ คือ

ถ้าเลขรหัส 01-50 ให้เติมจุดทศนิยมเข้าที่ระหว่างตัวเลขทั้งสองนั้น แล้วค่าที่อ่านได้จะเป็นจำนวนกิโลเมตรที่สามารถมองเห็นได้ เช่น เลขรหัส 05 เมื่อใส่จุดทศนิยมระหว่างตัวเลขทั้งสอง จะได้ 0.5 นั่นคือ ทศนวิสัยเห็นได้ไกล 0.5 กิโลเมตร หรือถ้าเลขรหัสเป็น 30 ก็ใส่จุดทศนิยมลงไปจะได้ 3.0 นั่นคือ ทศนวิสัยเห็นได้ไกล 3 กิโลเมตร เป็นต้น

ถ้าเลขรหัส 56-80 ให้เอา 50 ลบออกจากตัวเลขรหัสนั้น ค่าที่ได้จะเป็นทศนวิสัยที่สามารถเห็นได้เป็นกิโลเมตร เช่น เลขรหัส 57 ถ้าเอา 50 ลบจะได้ 7 นั่นคือ ทศนวิสัย 7 กิโลเมตร หรือเลขรหัส 69 ถ้าเอา 50 ลบจะได้ 19 นั่นคือ ทศนวิสัยเห็นได้ไกล 19 กิโลเมตร

ถ้าเลขรหัส 81-88 ให้เอา 5 คูณหลักหน่วยของเลขรหัส แล้วบวกด้วย 30 เป็นค่าทศนวิสัยเป็นกิโลเมตร เช่น เลขรหัส 81 เอา 5 คูณหลักหน่วย (คือ 1) จะได้ 5 แล้วบวกด้วย 30 ฉะนั้น ทศนวิสัยที่ได้จะเป็น 35 กิโลเมตร หรือเลขรหัสเป็น 87 เอา 5 คูณหลักหน่วย คือ 7 จะได้ 35 แล้วบวกด้วย 30 ค่าที่ได้ ออกมา 65 นั่นคือ ทศนวิสัยเท่ากับ 65 กิโลเมตร





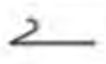




ส่วนเลขรหัสที่เหลือตั้งแต่ 89-99 มีความหมาย ดังนี้

รหัส	ความหมาย		
89	ทศนวิสัยเห็นได้เกิน	70	กิโลเมตร
90	เห็นได้น้อยกว่า	0.05	กิโลเมตร
91	เห็นได้ในระยะ	0.05	กิโลเมตร












รหัส	ความหมาย		
92	เห็นได้ในระยะ	0.2	กิโลเมตร
93	เห็นได้ในระยะ	0.5	กิโลเมตร
94	เห็นได้ในระยะ	1	กิโลเมตร
95	เห็นได้ในระยะ	2	กิโลเมตร
96	เห็นได้ในระยะ	4	กิโลเมตร
97	เห็นได้ในระยะ	10	กิโลเมตร
98	เห็นได้ในระยะ	20	กิโลเมตร
99	เห็นได้ในระยะ	50	กิโลเมตร หรือมากกว่า

(6) Ch หมายถึง เมฆชั้นสูง





	เมฆซีร์รัสเป็นฝอยหรือเป็นเส้นคล้ายหางม้ากระจายอยู่ และไม่ทวีจำนวนเพิ่มขึ้น
	เมฆซีร์รัสหนาเป็นแถบ ๆ หรือเป็นก้อน ซึ่งโดยปกติจะไม่ทวีจำนวนขึ้น บางครั้ง เหมือนกับเมฆคิวมูลัส (Cb) ที่หลงเหลืออยู่ หรือเป็นแท่งสูงขึ้นไปเป็นกระจุก
	เมฆซีร์รัสหนามักมีรูปลักษณ์ทั้ง เกิดจากเมฆคิวมูโลนิมบัส (Cb) หรือการรวมตัวกันของเมฆ Cb
	เมฆซีร์รัส มีรูปร่างคล้ายตะขอหรือขนนก กระจายอยู่บาง ๆ เต็มท้องฟ้า และมักจะหนาขึ้น
	เมฆซีร์รัสหรือเมฆซีโรสเตรตัส ซึ่งมักจะรวมกันอยู่ หรือเมฆซีโรสเตรตัสอย่างเดียวแผ่เป็นแผ่นทั่วไปตามขอบฟ้า มีมุมสูงไม่เกิน 45° และหนาขึ้นเรื่อย ๆ
	เมฆซีร์รัสหรือเมฆซีโรสเตรตัส ซึ่งมักจะรวมกันอยู่ หรือเมฆซีโรสเตรตัสอย่างเดียวแผ่เป็นแผ่นทั่วไปตามขอบฟ้า มีมุมสูงเกิน 45° และหนาขึ้นเรื่อย ๆ
	เมฆซีโรสเตรตัสเป็นฝายบาง ๆ กระจายทั่วท้องฟ้า
	เมฆซีร์รัสปกคลุมไปทั่วท้องฟ้า และไม่เพิ่มจำนวนขึ้น
	เมฆซีร์รัสโรคิวมูรัสอย่างเดียวหรือเมฆซีโรคิวมูรัสรวมกับเมฆซีร์รัส หรือซีโรสเตรตัส



(7) Cm หมายถึง เมฆชั้นกลาง

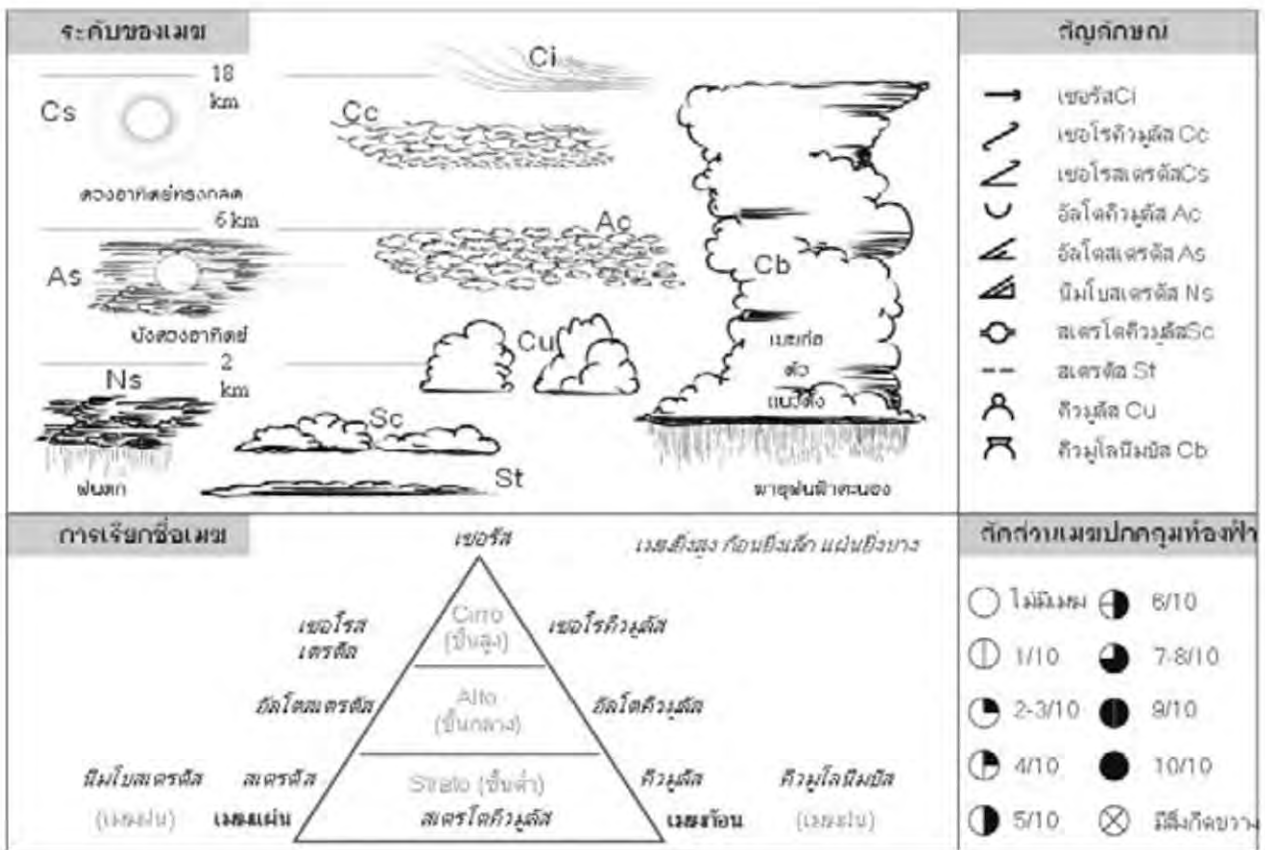
	เมฆแอลโตสเตรตัสบาง ๆ (ส่วนใหญ่ของเมฆชั้นนี้เกือบจะโปร่งใสคล้ายฟิล์ม)
	เมฆแอลโตสเตรตัส หรือเมฆนิมโบสเตรตัสที่หนาที่บ ส่วนใหญ่จะหนาจนปิดบังมองไม่เห็นดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ได้
	เมฆแอลโตคิวมูลัสบาง ๆ ส่วนใหญ่เกือบโปร่งใสคล้ายฟิล์ม Cloud element ไม่เปลี่ยนแปลง และเกิดขึ้นระดับเดียว
	เมฆแอลโตคิวมูลัสเป็นแผ่นบาง ๆ cloud elements เปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ และหรือเกิดขึ้นมากกว่า 1 ระดับ
	เมฆแอลโตคิวมูลัสเป็นแผ่นบาง ๆ ปกคลุมทั่วท้องฟ้าและมักจะหนาขึ้นเรื่อย ๆ
	เมฆแอลโตคิวมูลัสเกิดจากการขยายเพิ่มขึ้นของเมฆคิวมูลัส
	เมฆแอลโตคิวมูลัสเป็นแถบหนาที่บหรือเมฆแอลโตคิวมูลัสปนกับเมฆแอลโตสเตรตัส หรือนิมโบสเตรตัส
	เมฆแอลโตคิวมูลัสก้อนเล็ก ๆ มีรูปร่างคล้ายเมฆคิวมูลัสรวมอยู่เป็นกลุ่ม
	เมฆแอลโตคิวมูลัสปกคลุมท้องฟ้าอย่างสับสนและมักเกิดเมฆซีรัสเป็นแผ่นหนาปรากฏอยู่ด้วย

(8) CI หมายถึง เมฆชั้นต่ำ

	เมฆคิวมูลัสมีอยู่ในขณะท้องฟ้าแจ่มใส ก่อตัวในทางคิง เป็นก้อนเล็กและดูยังคล้ายกับเป็นแผ่นเรียบอยู่
	เมฆคิวมูลัสที่ก่อตัวเป็นก้อนสูงมากขึ้น ซึ่งอาจมีหรือไม่มีเมฆคิวมูลัสอื่นๆ หรือเมฆสเตรโตคิวมูลัสเกิดอยู่ในระดับฐานเดียวกันก็ได้
	เมฆคิวมูลอนิมบัส ซึ่งอาจมีเมฆคิวมูลัส เมฆสเตรโตคิวมูลัส หรือเมฆสเตรตัสปนอยู่หรือไม่ก็ได้
	เมฆสเตรโตคิวมูลัส ซึ่งเกิดจากการขยายตัวเพิ่มขึ้นของเมฆคิวมูลัส



	เมฆสเตรโตคิวมูลัส ซึ่งไม่ได้เกิดจากการขยายตัวของเมฆคิวมูลัส
	เมฆสเตรตัส หรือแฟรคโตสเตรตัส หรือทั้งสองอย่าง
	เมฆแฟรคโตสเตรตัสและหรือเมฆแฟรคโตคิวมูลัสแสดงลักษณะอากาศเลว
	เมฆคิวมูลัส และสเตรโตคิวมูลัส (ไม่ได้เกิดจากการขยายตัวเพิ่มขึ้นของเมฆคิวมูลัส) ซึ่งมีฐานอยู่ในระดับต่างกัน
	เมฆคิวมูโลนิมบัส ซึ่งยอดแตกออกเป็นเส้น (เป็นเมฆซีร์รัส) มักมีลักษณะเป็นรูปทรงแฉ ซึ่งอาจมีเมฆคิวมูลัส สเตรโตคิวมูลัส สเตรตัส หรืออากาศเลว



(9) h หมายถึง ความสูงของฐานเมฆ

ใช้ตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 9 เป็นรหัสบอกความสูงเป็นเมตรกำหนดลงในตำแหน่งของตัว h (อยู่ใต้เมฆชั้นต่ำ CI) เลขรหัสมีความหมายดังนี้



รหัส	ความหมาย
0	ความสูงของฐานเมฆประมาณ 0-49 เมตร
1	ความสูงของฐานเมฆประมาณ 50-59 เมตร
2	ความสูงของฐานเมฆประมาณ 100-199 เมตร
3	ความสูงของฐานเมฆประมาณ 200-299 เมตร
4	ความสูงของฐานเมฆประมาณ 300-599 เมตร
5	ความสูงของฐานเมฆประมาณ 600-999 เมตร
6	ความสูงของฐานเมฆประมาณ 1000-1499 เมตร
7	ความสูงของฐานเมฆประมาณ 1500-1999 เมตร
8	ความสูงของฐานเมฆประมาณ 2000-2499 เมตร
9	ความสูงของฐานเมฆประมาณ 2500 เมตรหรือมากกว่านั้นหรือไม่มีเมฆ

(10) Nh หมายถึง จำนวนเมฆในท้องฟ้า

ใช้ตัวเลขเป็นรหัสตั้งแต่ 0 ถึง 9 บอกให้ทราบถึงจำนวนเมฆในท้องฟ้าว่ามีเมฆกี่ส่วน กำหนด
 ลงทางขวาของเมฆชั้นต่ำ (CI) เลขรหัสมีความหมายดังนี้

รหัส	ความหมาย
0	ท้องฟ้าไม่มีเมฆ
1	มีเมฆ 1 ใน 8 ส่วนของท้องฟ้า
2	มีเมฆ 2 ใน 8 ส่วนของท้องฟ้า
3	มีเมฆ 3 ใน 8 ส่วนของท้องฟ้า
4	มีเมฆ 4 ใน 8 ส่วนของท้องฟ้า
5	มีเมฆ 5 ใน 8 ส่วนของท้องฟ้า
6	มีเมฆ 6 ใน 8 ส่วนของท้องฟ้า
7	มีเมฆ 7 ใน 8 ส่วนของท้องฟ้า
8	มีเมฆเต็มท้องฟ้า
9	ตรวจจำนวนไม่ได้



(11) w หมายถึง ลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกิดอยู่ในช่วงเวลาการตรวจครั้งที่แล้วกับเวลาตรวจในปัจจุบัน (ที่ปรากฏในระยะ 3 ชั่วโมงก่อนทำการตรวจ) ไม่ใช่ในขณะที่ตรวจ ใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ กัน กำหนดลงในตำแหน่ง w อยู่ทางขวาของรหัสบอกจำนวนเมฆในท้องฟ้า (Nh) มีสัญลักษณ์ต่างๆ และความหมายดังเช่นเดียวกันกับข้อที่ (4)

(12) PPP หมายถึงค่าความดันอากาศ เขียนเป็นตัวเลข 3 ตัว อยู่ทางด้านขวาของตำแหน่งที่บอกเมฆเป็นชั้นกลาง (Cm) เลข 3 ตัวนี้เป็นหลักสิบ หลักหน่วย และทศนิยมหนึ่งตำแหน่งของมิลลิบาร์ เวลาอ่านถ้าหลักสิบมีค่าไม่สูงนักให้บวกอีก 1,000 แล้วใส่จุดทศนิยมลงด้วย เช่น ถ้าเลขสามตัวนั้นเขียนว่า 145 ถ้าจะอ่านได้ว่า ค่าความดันอากาศเท่ากับ 1,014.5 มิลลิบาร์ ถ้าหลักสิบมีค่าสูงมากให้บวกอีก 900 เช่น 985 ถ้าจะอ่านได้ว่า ความดันอากาศมีค่าเท่ากับ 998.5 มิลลิบาร์ เป็นต้น

(13) TT หมายถึง อุณหภูมิของอากาศขณะตรวจ จะเขียนเป็นตัวเลขไว้ในตำแหน่ง TT อยู่ทางซ้ายของตำแหน่งที่บอกเมฆชั้นกลาง (Cm) ค่าอุณหภูมินี้จะบอกเป็นองศาเซลเซียส (Celsius)

(14) Td หมายถึง ค่าของอุณหภูมิจุดน้ำค้างขณะตรวจ จะเขียนเป็นตัวเลขในตำแหน่ง Td อยู่ทางด้านซ้ายของตำแหน่งที่บอกเมฆชั้นต่ำ (CI) ค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างนี้จะบอกเป็นองศาเซลเซียส (Celsius)

(15) RR หมายถึง จำนวนน้ำฝนที่วัดได้เป็นมิลลิเมตร เขียนเป็นตัวเลขรหัส โดยใช้เลขรหัสตั้งแต่ 01 ถึง 99 ตัวเลขรหัสมีความหมายดังนี้

เลขรหัสตั้งแต่ 01-55 ถ้าเขียนเลขอะไรก็หมายถึงฝนตกเท่านั้นมิลลิเมตร เช่น เขียนเลขรหัสลงในตำแหน่ง RR เป็น 03 ก็หมายความว่า มีฝนตก 3 มิลลิเมตร ถ้าเขียนรหัส 54 ก็หมายความว่า มีฝนตก 54 มิลลิเมตร เป็นต้น

เลขรหัสตั้งแต่ 56 เป็นต้นไป เลขรหัสที่มีค่าเพิ่มขึ้น 1 จะมีความหมายถึงปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นครั้งละ 10 มิลลิเมตร คือ เลขรหัส 56 หมายถึง ฝนตก 60 มิลลิเมตร เลขรหัส 57 หมายถึง ฝนตก 70 มิลลิเมตร ไปเรื่อยๆ จนถึงเลขรหัส 90 หมายถึงมีฝนตก 400 มิลลิเมตร

เลขรหัสตั้งแต่ 91-99 มีความหมายดังนี้









รหัส	ความหมาย
91	ฝนตก 0.1 มิลลิเมตร
92	ฝนตก 0.1 มิลลิเมตร
93	ฝนตก 0.1 มิลลิเมตร
94	ฝนตก 0.1 มิลลิเมตร
95	ฝนตก 0.1 มิลลิเมตร



96	ฝนตก 0.1 มิลลิเมตร
97	ฝนตกเล็กน้อยวัดจำนวนไม่ได้ (น้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร)
98	ฝนตกมากกว่า 400 มิลลิเมตร
99	เชื่อก็คือไม่ได้

(16) $\pm pp$ หมายถึง ค่าเปรียบเทียบความดันอากาศจากการตรวจครั้งที่แล้วกับปัจจุบันว่าค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าไร เขียนเป็นตัวเลข 2 ตัว เลขตัวหน้าเป็นหลักหน่วย เลขตัวหลังเป็นทศนิยมของมิลลิบาร์ เช่น ถ้าในตำแหน่ง $\pm pp$ เขียนตัวเลขเป็น +28 ก็หมายความว่า ความกดเพิ่มขึ้นจาก 3 ชั่วโมงที่แล้ว 2.8 มิลลิบาร์

(17) a หมายถึง อาการของบาโรกราฟ หรือ บารอมิเตอร์ จากช่วงการตรวจครั้งที่แล้วจนถึงปัจจุบัน (3 ชั่วโมงที่ผ่านมา) เขียนเป็นสัญลักษณ์แบบต่างๆ ลงในตำแหน่ง a สัญลักษณ์ต่างๆ มีความหมายดังนี้

	ขึ้นและลด ความกดเท่าหรือสูงกว่าเมื่อ 3 ชั่วโมงที่แล้ว
	สูงขึ้นแล้วคงที่ หรือสูงขึ้นอย่างช้าๆ
	สูงขึ้นไม่แน่นอน
	ลดลงหรือคงที่ หรือสูงขึ้นแล้วสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว
	คงที่ ความกดเท่ากับเมื่อ 3 ชั่วโมงที่ผ่านมา
	ลดแล้วขึ้น ความกดเท่ากับหรือต่ำกว่าเมื่อ 3 ชั่วโมงที่ผ่านมา
	ลดแล้วคงที่ หรือลดลงต่อไปอย่างช้าๆ
	ลดลงอย่างไม่แน่นอน
	คงที่หรือสูงขึ้นแล้วลดลง หรือลดลงแล้วลดต่อไปอย่างรวดเร็ว

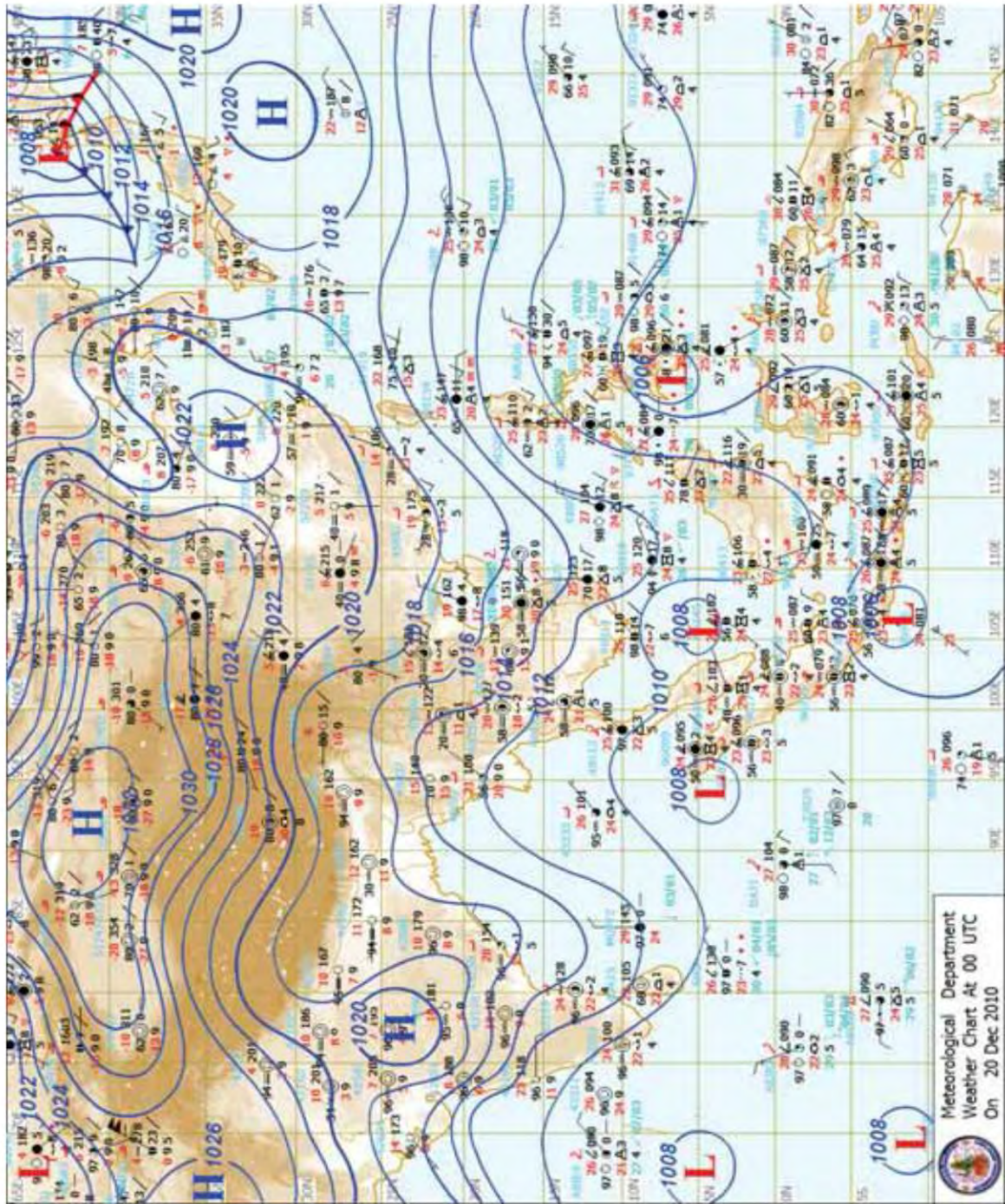


นอกจากนี้ยังมีสัญลักษณ์อื่น ๆ อีก เช่น

สัญลักษณ์	คำเต็ม	ความหมาย
L	low pressure	หย่อมหรือบริเวณความกดอากาศต่ำ
H	high pressure	หย่อมหรือบริเวณความกดอากาศสูง
D	depression	พายุดีเปรสชัน
๑	tropical storm	พายุโซนร้อน
๒	typhoon	พายุไต้ฝุ่น
	cold front	แนวปะทะอากาศเย็น
	warm front	แนวปะทะอากาศอุ่น
	occluded front	แนวปะทะอากาศรวม
	stationary front	แนวปะทะอากาศคงที่



ตัวอย่างที่ 1 การวิเคราะห์แผนที่อากาศต่อเนื่อง 3 วัน



ประจำวันที 20 ธันวาคม 2553

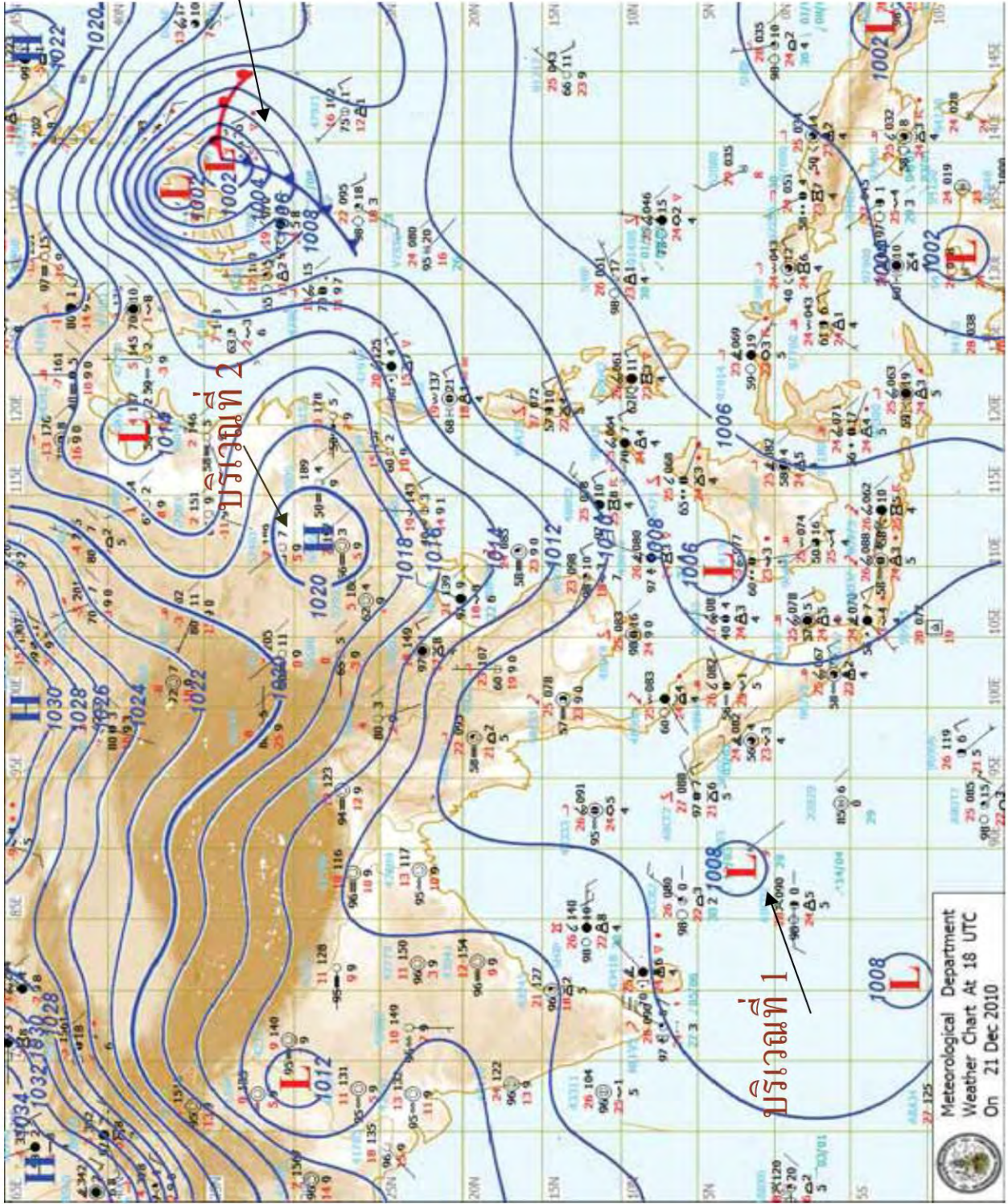
ลักษณะอากาศทั่วไปเมื่อเวลา 04:00 น.	บริเวณความกดอากาศสูงหรือมวลอากาศเย็นกำลังค่อนข้างแรงที่ปกคลุมประเทศไทยตอนบนมีกำลังอ่อนลง แต่ยังคงทำให้บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกมีอากาศหนาวเย็น โดยทั่วไป สำหรับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกำลังค่อนข้างแรงที่พัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้ ทำให้ภาคใต้มีฝนกระจาย และมีฝนตกหนักบางแห่ง ส่วนคลื่นลมในอ่าวไทยสูง ประมาณ 2 เมตร ขอให้ชาวเรือเดินเรือด้วยความระมัดระวังในระยะนี้ไว้ด้วย
<p align="center">พยากรณ์อากาศสำหรับประเทศไทยตั้งแต่เวลา 06:00 วันนี้ ถึง 06:00 วันพรุ่งนี้.</p>	
ภาคเหนือ	อากาศเย็นกับมีฝนฟ้าคะนองบางแห่ง ร้อยละ 10 ของพื้นที่ ส่วนมากทางตะวันตกและตอนบนของภาค อุณหภูมิลดลง 1-2 องศา อุณหภูมิต่ำสุด 18-20 องศา สำหรับบริเวณยอดดอยอากาศหนาวถึงหนาวจัด อุณหภูมิต่ำสุด 7-12 องศา ลมตะวันตกเฉียงเหนือ ความเร็ว 10-25 กม./ชม.
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	อากาศเย็น อุณหภูมิจะสูงขึ้น 1-2 องศา อุณหภูมิต่ำสุด 16-18 องศา สำหรับบริเวณยอดดอยอากาศหนาว อุณหภูมิต่ำสุด 8-13 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 10-30 กม./ชม.
ภาคกลาง	อากาศเย็นอุณหภูมิจะสูงขึ้น 1-2 องศา อุณหภูมิต่ำสุด 18-20 องศา สำหรับบริเวณเทือกเขาอากาศหนาว อุณหภูมิต่ำสุด 14-15 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 10-30 กม./ชม.
ภาคตะวันออก	อากาศเย็นอุณหภูมิจะสูงขึ้น 1-2 องศา กับมีฝนบางพื้นที่ตามบริเวณชายฝั่ง อุณหภูมิต่ำสุด 19-22 องศา สำหรับบริเวณเทือกเขาอากาศหนาว อุณหภูมิต่ำสุด 15-16 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 15-30 กม./ชม. ทะเลมีคลื่นสูงประมาณ 1 เมตร
ภาคใต้ (ฝั่งตะวันออก)	มีฝนฟ้าคะนองกระจาย ร้อยละ 60 ของพื้นที่ และมีฝนตกหนักบางแห่ง บริเวณจังหวัดสงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส อุณหภูมิต่ำสุด 22-24 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 20-35 กม./ชม. ทะเลมีคลื่นสูง ประมาณ 2 เมตร
ภาคใต้ (ฝั่งตะวันตก)	มีฝนฟ้าคะนองกระจาย ร้อยละ 40 ของพื้นที่ ส่วนมากบริเวณจังหวัดกระบี่ ตรัง และสตูล อุณหภูมิต่ำสุด ประมาณ 21 องศา ลมตะวันออก ความเร็ว 15-35 กม./ชม. ทะเลมีคลื่นสูง 1-2 เมตร
กรุงเทพฯ และปริมณฑล	อากาศเย็นอุณหภูมิจะสูงขึ้น 1-2 องศา อุณหภูมิต่ำสุด 21-22 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 15-30 กม./ชม.



บริเวณที่ 3

บริเวณที่ 2

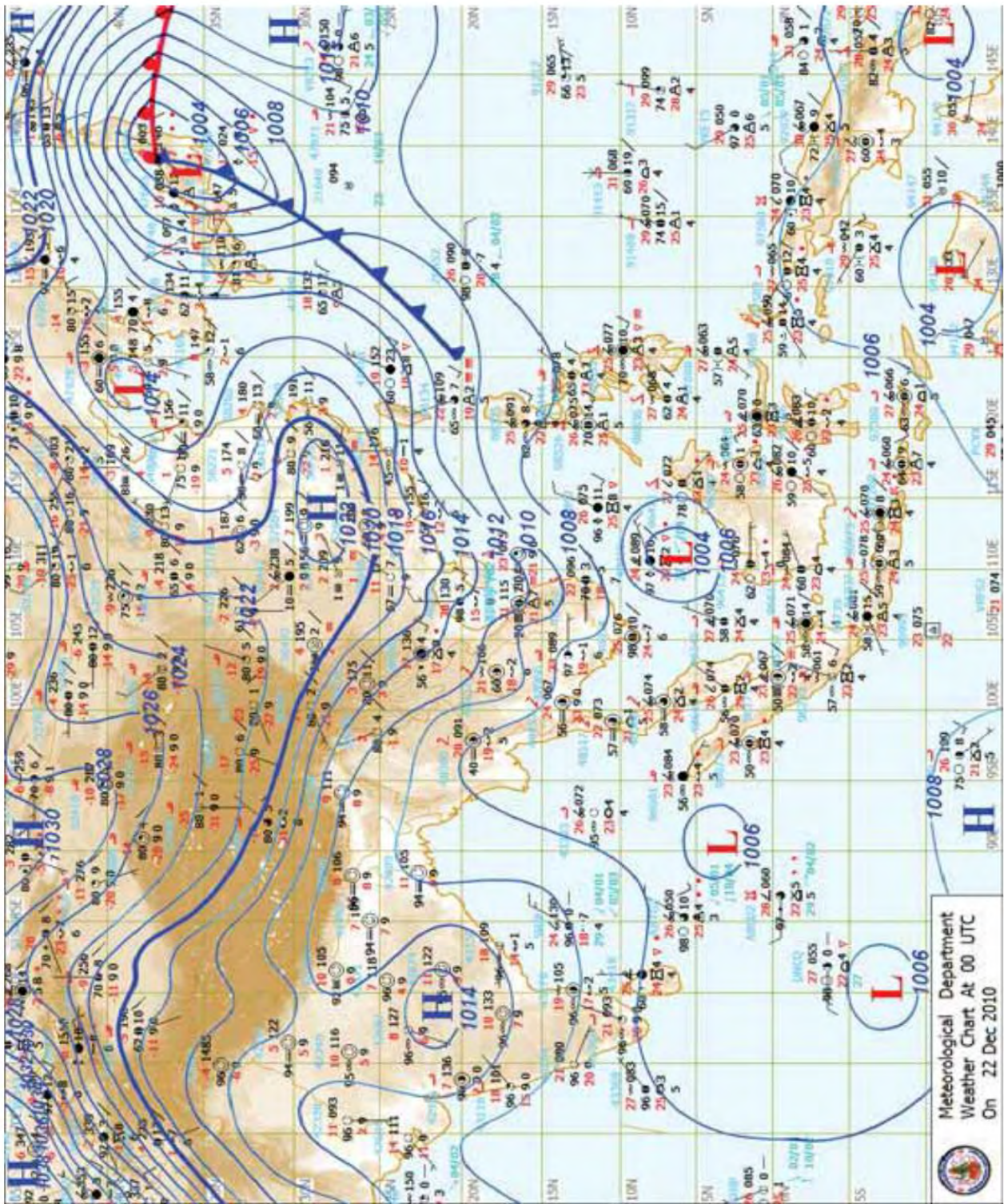
บริเวณที่ 1



ประจำวันที 21 ธันวาคม 2553

ลักษณะอากาศทั่วไปเมื่อเวลา 04:00 น.	บริเวณความกดอากาศสูงหรือมวลอากาศเย็นกำลังค่อนข้างแรง ที่ปกคลุมประเทศไทยตอนบนมีกำลังอ่อนลงอีก แต่ยังคงทำให้บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกมีอากาศหนาวเย็น กับมีหมอกในตอนเช้า สำหรับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกำลังค่อนข้างแรงที่พัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้มีกำลังอ่อนลง ทำให้ภาคใต้มีฝนลดลง ส่วนคลื่นลมในอ่าวไทยเริ่มมีกำลังอ่อนลง
<p align="center">พยากรณ์อากาศสำหรับประเทศไทยตั้งแต่เวลา 06:00 วันนี้ ถึง 06:00 วันพรุ่งนี้.</p>	
ภาคเหนือ	อากาศเย็น และอุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นกับมีหมอกในตอนเช้า อุณหภูมิต่ำสุด 16-20 องศา สำหรับบริเวณยอดดอยอากาศหนาวถึงหนาวจัด อุณหภูมิต่ำสุด 6-12 องศา ลมตะวันตกเฉียงเหนือ ความเร็ว 10-25 กม./ชม.
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	อากาศเย็น และอุณหภูมิจะสูงขึ้นเล็กน้อย กับมีหมอกในตอนเช้า อุณหภูมิต่ำสุด 17-20 องศา สำหรับบริเวณยอดภูอากาศหนาว อุณหภูมิต่ำสุด 8-13 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 10-30 กม./ชม.
ภาคกลาง	อากาศเย็น และอุณหภูมิจะสูงขึ้นเล็กน้อย กับมีหมอกในตอนเช้า อุณหภูมิต่ำสุด 20-21 องศา สำหรับบริเวณเทือกเขาอากาศหนาว อุณหภูมิต่ำสุด 14-15 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 10-30 กม./ชม.
ภาคตะวันออก	อากาศเย็น และอุณหภูมิจะสูงขึ้นเล็กน้อย กับมีหมอกในตอนเช้า อุณหภูมิต่ำสุด 20-23 องศา สำหรับบริเวณเทือกเขาอากาศหนาว อุณหภูมิต่ำสุด 15-16 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 15-30 กม./ชม. ทะเลมีคลื่นสูง ประมาณ 1 เมตร
ภาคใต้ (ฝั่งตะวันออก)	มีฝนฟ้าคะนองกระจาย ร้อยละ 40 ของพื้นที่ ส่วนมากบริเวณจังหวัดสงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส อุณหภูมิต่ำสุด 21-25 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 15-35 กม./ชม. ทะเลมีคลื่นสูง 1-2 เมตร
ภาคใต้ (ฝั่งตะวันตก)	มีฝนฟ้าคะนองเป็นแห่ง ๆ ร้อยละ 30 ของพื้นที่ ส่วนมากบริเวณจังหวัดกระบี่ ตรัง และสตูล อุณหภูมิต่ำสุด ประมาณ 21 องศา ลมตะวันออก ความเร็ว 15-30 กม./ชม. ทะเลมีคลื่นสูงประมาณ 1 เมตร
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล	อากาศเย็น และอุณหภูมิจะสูงขึ้นเล็กน้อย กับมีหมอกในตอนเช้า อุณหภูมิต่ำสุด 22-23 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 15-30 กม./ชม.



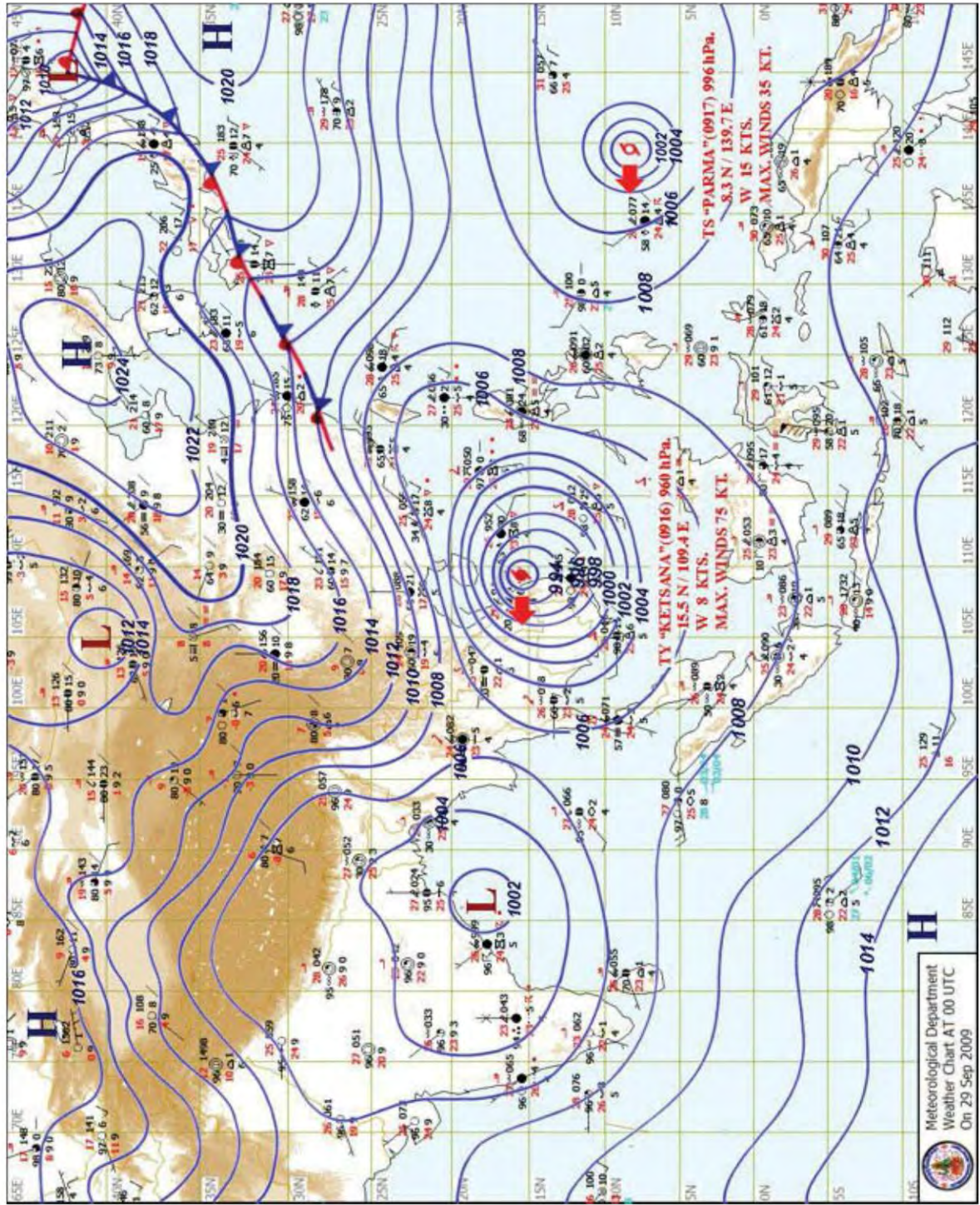


ประจำวันที 22 ธันวาคม 2553

ลักษณะอากาศทั่วไปเมื่อเวลา 04:00 น.	บริเวณความกดอากาศสูงหรือมวลอากาศเย็นที่ปกคลุมประเทศไทยตอนบนมีกำลังอ่อนลง ทำให้บริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิสูงขึ้นในระยะนี้ แต่บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางตอนบน ยังคงมีอากาศเย็นกับมีหมอกในตอนเช้า และมีหมอกหนาในบางพื้นที่ จึงขอให้ประชาชนเพิ่มความระมัดระวังในการสัญจร บริเวณที่มีหมอกหนาไว้ด้วย สำหรับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้มีกำลังอ่อนลง ทำให้บริเวณดังกล่าวมีฝนฟ้าคะนองกระจายในระยะนี้
<p align="center">พยากรณ์อากาศสำหรับประเทศไทยตั้งแต่เวลา 06:00 วันนี้ ถึง 06:00 วันพรุ่งนี้.</p>	
ภาคเหนือ	อากาศเย็นกับมีหมอกในตอนเช้า และมีหมอกหนาในหลายพื้นที่ อุณหภูมิต่ำสุด 18-21 องศา สำหรับบริเวณยอดดอยอากาศหนาวถึงหนาวจัด อุณหภูมิต่ำสุด 8-14 องศา ลมตะวันตก ความเร็ว 10-25 กม./ชม.
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	อากาศเย็นกับมีหมอกในตอนเช้า และมีหมอกหนาในบางพื้นที่ โดยมีฝนเล็กน้อยบางแห่ง ร้อยละ 10 ของพื้นที่ อุณหภูมิต่ำสุด 18-21 องศา สำหรับบริเวณยอดภูอากาศหนาว อุณหภูมิต่ำสุด 8-14 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 10-30 กม./ชม.
ภาคกลาง	อากาศเย็นทางตอนบนของภาค โดยมีหมอกในตอนเช้า และมีหมอกหนาในบางพื้นที่ อุณหภูมิต่ำสุด 21-24 องศา สำหรับบริเวณเทือกเขาอากาศหนาว อุณหภูมิต่ำสุด 14-15 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 10-30 กม./ชม.
ภาคตะวันออก	อากาศเย็นทางตอนบนของภาค กับมีหมอกในตอนเช้า โดยมีฝนบางแห่งร้อยละ 10 ของพื้นที่ อุณหภูมิต่ำสุด 22-24 องศา สำหรับบริเวณเทือกเขาอากาศหนาว อุณหภูมิต่ำสุด 14-15 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 15-30 กม./ชม. ทะเลมีคลื่นสูงประมาณ 1 เมตร
ภาคใต้ (ฝั่งตะวันออก)	มีฝนฟ้าคะนองกระจาย ร้อยละ 40 ของพื้นที่ ส่วนมากบริเวณจังหวัด นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส อุณหภูมิต่ำสุด 22-24 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 15-35 กม./ชม. ทะเลมีคลื่นสูง 1-2 เมตร
ภาคใต้ (ฝั่งตะวันตก)	มีฝนฟ้าคะนองเป็นแห่งๆ ร้อยละ 30 ของพื้นที่ ส่วนมากบริเวณจังหวัดพังงา ภูเก็ต ตรัง และสตูล อุณหภูมิต่ำสุด ประมาณ 21-23 องศา ลมตะวันออก ความเร็ว 15-35 กม./ชม. ทะเลมีคลื่นสูง 1-2 เมตร
กรุงเทพฯ และปริมณฑล	มีเมฆบางส่วนและมีหมอกในตอนเช้า อุณหภูมิต่ำสุด 24-25 องศา ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 15-30 กม./ชม.



ตัวอย่างที่ 2 การวิเคราะห์แผนที่อากาศต่อเนื่อง 3



ลักษณะอากาศทั่วไป เวลา 07.00 น. วันที่ 29 ก.ย. 2552

พายุไต้ฝุ่น “กิสนา (KETSANA)” บริเวณทะเลจีนใต้ เมื่อเวลา 11.00 น. วันนี้ (29 ก.ย.52) มีศูนย์กลางอยู่ห่างประมาณ 390 กิโลเมตร ทางทิศตะวันออกเฉียงของจังหวัดอุบลราชธานี หรือที่ละติจูด 15.4 องศาเหนือ ลองจิจูด 109.2 องศาตะวันออก มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางประมาณ 140 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พายุนี้กำลังเคลื่อนตัวทางทิศตะวันตกด้วยความเร็ว ประมาณ 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คาดว่าจะเคลื่อนขึ้นฝั่งบริเวณเมืองดานัง ประเทศเวียดนามในวันนี้ (29 ก.ย.52) และจะเคลื่อนตัวผ่านประเทศลาวเข้าสู่ประเทศไทยบริเวณแนวจังหวัดมุกดาหารและอุบลราชธานี ในวันพรุ่งนี้ (30 ก.ย. 52) นี้ ลักษณะเช่นนี้ทำให้ประเทศไทยมีฝนตกหนาแน่นมากขึ้น โดยมีฝนตกหนักถึงหนักมากได้ในหลายพื้นที่ โดยเริ่มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกก่อนในวันนี้ (29 ก.ย.52) ส่วนภาคอื่นๆจะได้รับผลกระทบต่อไป จึงขอให้ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยบริเวณที่ลาดเชิงเขาใกล้ทางน้ำไหลผ่าน และพื้นที่ลุ่มของจังหวัดหนองคาย นครพนม สกลนคร มุกดาหาร อำนาจเจริญ กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ และนครราชสีมา จันทบุรี ตราด ระนอง และพังงา ระวังภาวะน้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากที่จะเกิดขึ้นได้ในระยะนี้

อนึ่ง มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามันและอ่าวไทยมีกำลังแรงทำให้คลื่นลมในทะเลมีคลื่นสูง 2-3 เมตร ขอให้ชาวเรือเพิ่มความระมัดระวังในการเดินเรือและเรือเล็กในทะเลอันดามันและอ่าวไทยตอนบนควรงดออกจากฝั่งในระยะ 1-3 วันนี้

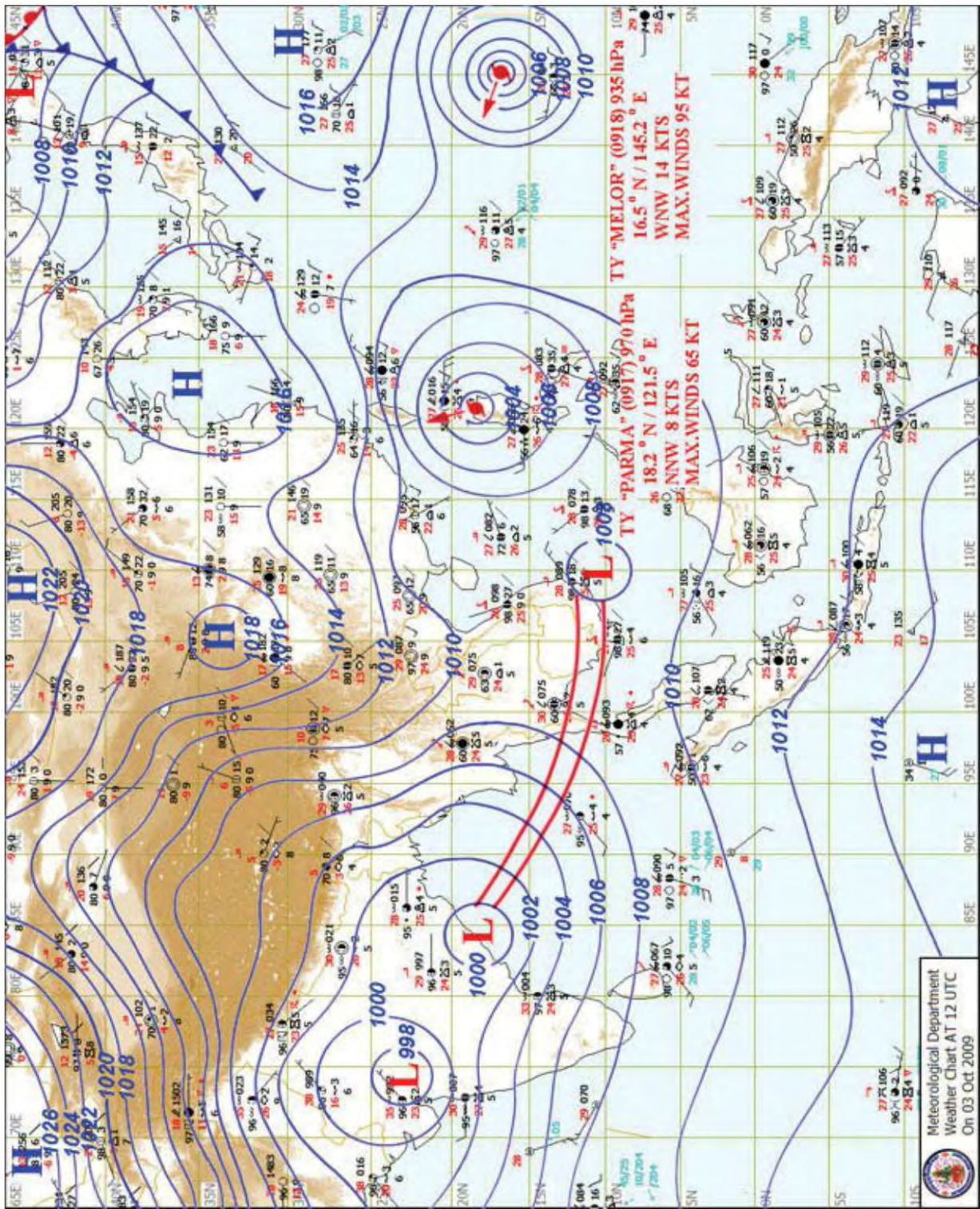


ลักษณะอากาศทั่วไป เวลา 13.00 น. วันที่ 30 ก.ย. 2552

พายุดีเปรสชัน “กิสนา (KETSANA)” เมื่อเวลา 13.00 น. วันนี้ มีศูนย์กลางอยู่บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง กำลังเคลื่อนตัวทางทิศตะวันตกอย่างช้าๆ และคาดว่าจะอ่อนกำลังลงในระยะต่อไป พายุนี้ทำให้ประเทศไทยมีฝนตกเป็นบริเวณกว้างกับมีลมแรง โดยมีฝนตกหนักถึงหนักมากได้ในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก ส่วนภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางรวมทั้งกรุงเทพมหานคร จะได้รับผลกระทบในตั้งแต่ช่วงค่ำของวันนี้ แต่ปริมาณฝนที่ตกจะน้อยกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงขอให้ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยบริเวณที่ลาดเชิงเขาใกล้ทางน้ำไหลผ่านและพื้นที่ลุ่มบริเวณจังหวัดอุดรธานี พิษณุโลก เพชรบูรณ์ เลย ชัยภูมิ กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด มุกดาหาร ยโสธร อำนาจเจริญ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ นครราชสีมา ปราจีนบุรี จันทบุรี ตราด ระนอง และพังงา ระมัดระวังสภาวะน้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากที่จะเกิดขึ้นได้ในระยะนี้

อนึ่ง มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามันและอ่าวไทยมีกำลังแรงทำให้คลื่นลมในทะเลมีคลื่นสูง 2-3 เมตร ขอให้ชาวเรือเพิ่มความระมัดระวังในการเดินเรือและเรือเล็กในทะเลอันดามันและอ่าวไทยตอนบนควรงดออกจากฝั่งในระยะ 1-3 วันนี้





ลักษณะอากาศทั่วไป เวลา 19.00 น. วันที่ 3 ต.ค. 2552

ร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านภาคใต้ตอนบน และชายฝั่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือเข้าสู่ห่อมความกดอากาศต่ำบริเวณปลายแหลมญวนด้านตะวันออกประกอบกับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามัน ภาคใต้ และอ่าวไทยยังคงมีกำลังค่อนข้างแรง ลักษณะเช่นนี้ทำให้บริเวณดังกล่าวมีฝนตกชุกหนาแน่น และมีฝนตกหนักบางแห่ง ขอให้ประชาชนบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยบริเวณที่ลาดเชิงเขาใกล้ทางน้ำไหลผ่าน และพื้นที่ลุ่มบริเวณจังหวัดระนอง พังงา และชุมพรระวังอันตรายจากฝนตกหนัก ซึ่งอาจจะทำให้เกิดสภาวะน้ำท่วมฉับพลัน และน้ำป่าไหลหลากได้ในระยะนี้ ส่วนคลื่นลมบริเวณทะเลอันดามัน และอ่าวไทยยังคงมีคลื่นสูงประมาณ 2 เมตร ขอให้ชาวเรือเพิ่มความระมัดระวังอันตรายในการเดินเรือในระยะนี้ไว้ด้วย

สำหรับผู้ที่จะเดินทางไปประเทศฟิลิปปินส์ และเกาะใต้ในวันควรตรวจสอบสภาพอากาศก่อนออกเดินทางด้วยเนื่องจากมีพายุไต้ฝุ่น “ป้าหมา (Parma)” อยู่ใกล้บริเวณดังกล่าว



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

1. การพยากรณ์อากาศ อาจจำแนกตามระยะเวลาของการคาดหมายได้ดังนี้

1. การพยากรณ์ปัจจุบัน (now cast) คือ การบรรยายสภาวะลมฟ้าอากาศในปัจจุบัน หรือ การคาดหมายลักษณะอากาศสำหรับช่วงเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง

2. การพยากรณ์ระยะสั้นมาก (very-short-range forecast) คือ การคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศสำหรับช่วงเวลาไม่เกิน 12 ชั่วโมง

3. การพยากรณ์ระยะสั้น (short-range forecast) คือ การคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศสำหรับช่วงเวลาไม่เกิน 3 วัน

4. การพยากรณ์อากาศระยะปานกลาง (medium-range-forecast) คือ การคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศ สำหรับช่วงเวลา 3-10 วัน

5. การพยากรณ์ระยะนาน (long-range-forecast) คือ การคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศ สำหรับช่วงเวลาที่เกิดขึ้นกว่า 10 วัน แต่ถ้าเป็นการคาดหมายอย่างละเอียด จะพยากรณ์ตั้งแต่ 30 วัน จนถึง 2 ปี ซึ่งแบ่งย่อยเป็น 3 ชนิด คือ

5.1 การคาดหมายรายเดือน คือ การคาดหมายว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา ในช่วงนั้น จะเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยทางภูมิอากาศอย่างไร

5.2 การคาดหมายรายสามเดือน คือ การคาดหมายค่าว่าเฉลี่ยของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงนั้น จะเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยทางภูมิอากาศอย่างไร

5.3 การคาดหมายรายฤดู คือ การพยากรณ์ค่าเฉลี่ยของฤดูนั้นว่าจะแตกต่างไปจากค่าเฉลี่ยทางภูมิอากาศอย่างไร

นอกจากนี้ยังมีการพยากรณ์ภูมิอากาศ คือ การพยากรณ์สำหรับช่วงเวลามากกว่า 2 ปีขึ้นไป โดยแบ่งเป็น

1. การพยากรณ์การผันแปรของภูมิอากาศ คือ การพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการผันแปรไปจากค่าปกติเป็นรายปีจนถึงหลายสิบปี

2. การพยากรณ์ภูมิอากาศ คือ การพยากรณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตโดยพิจารณาทั้งสาเหตุจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์

3. การพยากรณ์อากาศอาจเป็นการคาดหมายสำหรับช่วงเวลาไม่กี่ชั่วโมงข้างหน้า จนถึง การคาดหมายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอีกหลายปีจากปัจจุบัน

การพยากรณ์อากาศอาจแบ่งตามวิธีการที่ใช้เป็นหลักในการคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศ ได้ 2 ประเภท ได้แก่



1. การพยากรณ์เชิงจิตวิสัย (subjective forecast) คือ การคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศ โดยอาศัยวิธีการที่ใช้การตัดสินใจและทักษะของผู้พยากรณ์เป็นสำคัญ

2. การพยากรณ์เชิงวัตถุวิสัย (objective forecast) คือ การคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศ โดยอาศัยการประยุกต์กฎทางพลศาสตร์ (dynamics) และ/หรือทางอุณหพลศาสตร์ (thermodynamics) และ/หรือทางสถิติศาสตร์เป็นหลักสำคัญ แต่การพยากรณ์อากาศที่ดีที่สุดในปัจจุบัน คือ การผสมผสานระหว่างวิธีการทั้งสองดังกล่าว

การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์หรือการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข (numerical weather prediction-NWP) เป็นการพยากรณ์เชิงวัตถุวิสัยชนิด เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ เช่น อุณหภูมิ ความเร็วและทิศทางลม ความชื้น ฯลฯ เกี่ยวข้องกับกฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์จึงสามารถแสดงได้ในรูปของระบบสมการทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ระบบสมการดังกล่าวมีความซับซ้อนมาก และไม่สามารถแก้สมการเหล่านี้เพื่อหาคำตอบที่แท้จริง (exact solution) ที่จะบอกให้เราทราบถึงสถานะในอนาคตของบรรยากาศได้ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการจำลองแบบเชิงตัวเลข (numerical model) เพื่อที่จะหาคำตอบโดยประมาณ (approximate solution) จากแบบจำลองเชิงตัวเลขเหล่านี้ องค์ประกอบต่าง ๆ ของบรรยากาศจะถูกแทนที่ด้วยชุดของตัวเลขจำนวนหนึ่ง โดยการตัดแปลงระบบสมการของบรรยากาศให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม จะสามารถที่จะคำนวณค่าในอนาคตของจำนวนเหล่านี้ได้ อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะได้ทำการตัดแปลงสมการที่เกี่ยวข้องให้ง่ายขึ้นแล้ว แต่การคำนวณที่จำเป็นสำหรับการพยากรณ์อากาศ ก็ยังคงมีความซับซ้อนและมีปริมาณมากเกินกว่าที่กระทำได้อย่างทันเวลา โดยมนุษย์หรือแม้แต่คอมพิวเตอร์ธรรมดาทั่วไป ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะสูงเป็นพิเศษ เพื่อให้สามารถคำนวณการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศได้อย่างรวดเร็วทันกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ

ในแบบจำลองเชิงตัวเลข บรรยากาศจะถูกแบ่งออกเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ จำนวนมาก โดยมีจุดพิคัด (grid point) ณ จุดกึ่งกลางของรูปทรงสี่เหลี่ยม ด้วยวิธีการนี้คุณสมบัติของบรรยากาศจะสามารถแทนได้โดยสิ่งที่เกิดขึ้น ณ แต่ละจุดพิคัดเหล่านี้ ตัวอย่างเช่น หากแบบจำลองมีการแบ่งบรรยากาศออกเป็น 20 ระดับ มีจุดพิคัดในแนวทิศเหนือ-ใต้ จำนวน 217 จุด และจุดพิคัดในแบบจำลองนี้จะมีมากถึง 1,249,920 จุด การแทนค่าองค์ประกอบหรือตัวแปรต่าง ๆ ของบรรยากาศด้วยค่าตัวเลขโดยประมาณนี้เรียกว่า การกำหนดความไม่ต่อเนื่อง (discretization) คือ การพยายามแทนปรากฏการณ์ที่มีความต่อเนื่อง ด้วยชุดของจำนวนเลขที่มีจำนวนจำกัด ยิ่งใช้ชุดของจำนวนเลขน้อยตัวเพียงใดก็จะยิ่งทำให้การกำหนดความไม่ต่อเนื่องที่ได้หยาบขึ้นเพียงนั้น ซึ่งจะเป็นผลให้การพยากรณ์อากาศมีรายละเอียดและความถูกต้องลดลง แต่หากกำหนดความไม่ต่อเนื่องให้ละเอียดขึ้น ก็จะมีจำนวนของตัวเลขมากขึ้น ซึ่งจะทำให้คอมพิวเตอร์ต้องใช้เวลาในการคำนวณนานขึ้น แต่ก็ให้ผลการพยากรณ์มีรายละเอียดและความถูกต้องเพิ่มขึ้นเช่นกัน



แบบจำลองเชิงตัวเลขสำหรับการพยากรณ์อากาศที่มีการใช้งานอยู่เป็นจำนวนมากทั่วโลกนั้นต่างมีพื้นฐานอยู่บนระบบสมการหลักชุดเดียวกัน ซึ่งระบบสมการนี้ประกอบด้วยสมการของการเคลื่อนที่ (equation of motion) สมการอุทกสถิต (hydrostatic equation) สมการอุณหพล (thermodynamic equation) สมการความต่อเนื่อง (continuity equation) สมการของสถานะ (equation of state) และสมการไอน้ำ (water vapor equation) แบบจำลองเหล่านี้สามารถให้การพยากรณ์เฉพาะพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง สำหรับช่วงเวลาที่ไม่เกิน 2-3 วัน จึงจะมีความละเอียดสูง ถ้านานกว่านั้น แบบจำลองเหล่านี้จะให้ผลการพยากรณ์ที่ไม่ค่อยถูกต้องนัก ทั้งนี้เพราะสิ่งที่เกิดขึ้นนอกบริเวณที่กำหนดไว้สำหรับการพยากรณ์ จะมีอิทธิพลต่อลมฟ้าอากาศในบริเวณดังกล่าวด้วย ยิ่งช่วงเวลานานออกไป อิทธิพลภายนอกก็จะยิ่งมีมากขึ้นตามลำดับ

2. ความผิดพลาดในการพยากรณ์อากาศ

การพยากรณ์อากาศ นั้นมีโอกาสผิดพลาดได้เนื่องจากสาเหตุสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ ประการแรก ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางอุตุนิยมวิทยายังไม่สมบูรณ์ ประการที่สอง บรรยากาศเป็นสิ่งที่ต่อเนื่องและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่สถานีตรวจอากาศมีจำนวนน้อยและอยู่ห่างกันมาก รวมทั้งทำการตรวจเพียงบางเวลาเท่านั้น เช่น ทุก 3 ชั่วโมง ทำให้ไม่อาจทราบสถานะที่แท้จริงของบรรยากาศได้ เมื่อไม่ทราบสถานะอากาศที่กำลังเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ จึงเป็นไปได้ที่จะพยากรณ์อากาศให้มีรายละเอียดครบถ้วนถูกต้อง

ประการที่สาม ธรรมชาติของกระบวนการที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ มีความซับซ้อนอย่างยิ่ง ปรากฏการณ์ซึ่งมีขนาดเล็กหรือเกิดขึ้นในระยะสั้น ๆ และไม่สามารถตรวจพบได้จากการตรวจอากาศ แต่อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพลมฟ้าอากาศเป็นอย่างมากในระยะเวลาดต่อมา เช่น การพยากรณ์อากาศบริเวณเขตร้อนของโลก เช่น ประเทศไทย จะยากกว่าการพยากรณ์ในเขตอบอุ่นและเขตหนาวเนื่องจากจากเหตุผลหลัก 3 ประการ

1. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุตุนิยมวิทยาเขตร้อนยังไม่ก้าวหน้าทัดเทียมกับอุตุนิยมวิทยาในเขตละติจูดสูง เพราะการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับอุตุนิยมวิทยาในเขตร้อนมีน้อยกว่ามาก

2. สถานีตรวจอากาศในเขตร้อนมีจำนวนน้อยกว่าในเขตอบอุ่นและเขตหนาวทำให้ผลการตรวจอากาศมีน้อยกว่า

3. ลมฟ้าอากาศในบริเวณละติจูดสูงส่วนมากเป็นระบบขนาดใหญ่ ซึ่งเกิดจากมวลอากาศที่แตกต่างกันมาพบกัน ทำให้ตรวจพบได้โดยง่าย เช่น ฝนที่เกิดจากแนวปะทะอากาศมีความยาวมากกว่า 1,000 กิโลเมตร ในขณะที่ระบบลมฟ้าอากาศในเขตร้อนส่วนมากมีขนาดเล็ก เพราะไม่ได้เกิดจากความแตกต่างของมวลอากาศ เช่น ฝนที่ตกเป็นบริเวณแคบ ๆ



3. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

ปัจจัยสำคัญบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ เป็นปรากฏการณ์ที่มีขนาดเล็กมาก เช่น การที่รังสีจากดวงอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิพื้นดินเพิ่มขึ้น กระบวนการก่อตัวของเมฆ การเกิดฝนภายในก้อนเมฆ ปรากฏการณ์ขนาดเล็กเหล่านี้ไม่อาจรวมไว้ในแบบจำลองเชิงตัวเลขได้อย่างถูกต้องด้วยวิธีการกำหนดความไม่ต่อเนื่อง (discretization) เพราะจะทำให้มีตัวเลขเป็นจำนวนมากมายมหาศาลเกินกว่าที่คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณได้รวดเร็วทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงในบรรยากาศ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องแทนปรากฏการณ์เหล่านี้ โดยพิจารณาถึงอิทธิพลหรือความสัมพันธ์ที่มีต่อตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าและได้กำหนดไว้แล้วในแบบจำลองแล้ววิธีนี้เรียกว่า การกำหนดตัวแปรเสริม (parameterization) วิธีการกำหนดตัวแปรเสริมนี้ยังคงต้องมีการพัฒนาอีกมาก เพื่อที่จะทำให้การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ในการที่จะทำการพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขได้นั้น จำเป็นต้องทราบสภาวะอากาศปัจจุบันหรือสภาวะเริ่มแรก (initial condition) ของบรรยากาศ ณ แต่ละจุดพิกัดที่กำหนดไว้ในแบบจำลองให้ครบถ้วน ซึ่งได้มาจากการตรวจอากาศผิวพื้น การตรวจอากาศชั้นบน ข้อมูลจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เรดาร์ เรือเดินทะเล เครื่องบิน ทุ่นลอยในทะเล ฯลฯ รวมทั้งการประมาณค่าโดยคอมพิวเตอร์เองด้วยเช่นกัน ข้อมูลเหล่านี้จะถูกตรวจสอบความถูกต้องหลายขั้นตอน และด้วยวิธีการต่าง ๆ มากมาย หลังจากนั้นจะได้รับการจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในแบบจำลองเชิงตัวเลข การเตรียมข้อมูลสภาวะเริ่มแรกนั้นเป็นภารกิจที่ละเอียดอ่อนและใช้เวลา โดยคอมพิวเตอร์อาจใช้เวลาเพื่อการนี้มากพอกับเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศเลยทีเดียว เมื่อจัดเตรียมข้อมูลสภาวะเริ่มแรกเรียบร้อยแล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคาดหมายสภาวะอากาศ ณ แต่ละจุดพิกัดที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง โดยจะพยากรณ์ไปในอนาคตเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ ไม่กี่นาทิจำ แล้วใช้ผลการพยากรณ์นี้เป็นค่าเริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์ในครั้งต่อไปทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนสิ้นสุดระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ เช่น ถ้าต้องการพยากรณ์อากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทำการพยากรณ์ครั้งละ 10 นาที คอมพิวเตอร์จะต้องทำการพยากรณ์เป็นจำนวน 24 ชั่วโมง หารด้วย 10 นาที นั่นคือ 144 ครั้ง ที่ต้องทำการพยากรณ์เพียงช่วงเวลาสั้น ๆ ในแต่ละครั้ง เพื่อให้ผลการพยากรณ์มีความถูกต้องมากที่สุด เพราะหากคำนวณการเปลี่ยนแปลงโดยใช้ช่วงเวลาที่นานมากขึ้น แม้ว่าคอมพิวเตอร์จะใช้เวลาในการคำนวณน้อยลงเนื่องจากจำนวนครั้งที่ต้องพยากรณ์ลดลง แต่ความผิดพลาดในการพยากรณ์ก็จะเพิ่มมากขึ้นจนทำให้ผลการพยากรณ์ดังกล่าวคลาดเคลื่อนมากเกินกว่าที่จะใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยคอมพิวเตอร์จะเป็นตัวเลขจำนวนมากมาย เกินกว่าที่จะเข้าใจได้โดยง่าย จึงจำเป็นต้องนำผลลัพธ์ที่ได้นี้ไปประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ต่อไปอีก เพื่อให้ได้ผลผลิตขั้นสุดท้าย ที่สามารถนำไปใช้



ประโยชน์ได้โดยง่าย ได้แก่ แผนที่และแผนภูมิอุตุนิยมวิทยาชนิดต่าง ๆ ซึ่งนักอุตุนิยมวิทยา จะใช้เพื่อประกอบการพิจารณาในการคาดหมายลมฟ้าอากาศ และสุดท้าย คือ คำพยากรณ์อากาศ

เนื่องจากการพยากรณ์อากาศเป็นงานที่มีลักษณะพิเศษอย่างหนึ่ง คือ บ่อยครั้งที่ผู้พยากรณ์อากาศต้องทำการตัดสินใจ โดยมีข้อมูลไม่เพียงพอ ซึ่งอาจเนื่องมาจากผลการตรวจอากาศมาถึงล่าช้าหรือไม่มีการตรวจอากาศในบริเวณที่จะต้องพยากรณ์ โดยที่ในขณะนี้การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์ ยังคงจำกัดอยู่เพียงในลักษณะของการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศเท่านั้น แต่ยังไม่สามารถเลียนแบบการใช้เหตุผลในการอนุมานเช่นเดียวกับที่นักพยากรณ์อากาศใช้อยู่อย่างได้ผล ในกรณีที่มีข้อมูลไม่เพียงพอจึงได้มีการพัฒนาเพื่อใช้คอมพิวเตอร์ในการพยากรณ์อากาศโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) ซึ่งจะช่วยให้การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์ในอนาคตมีประสิทธิภาพสูงขึ้นอีกระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์และมนุษย์จะยังคงมีบทบาทร่วมกันในการพยากรณ์อากาศต่อไปอีกนาน

4. การตรวจอากาศด้วยดาวเทียม

ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาประเภทอยู่ประจำที่ เป็นดาวเทียมที่โคจรพร้อมกับการโคจรรอบตัวเองของโลก ใช้เวลา 24 ชั่วโมง ด้วยความเร็วและทิศทางเดียวกับที่โลกหมุนรอบตัวเอง เช่น ดาวเทียม GMS ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นดาวเทียมที่ประเทศไทยสามารถรับสัญญาณภาพได้เป็นดาวเทียมที่จะถ่ายภาพและส่งสัญญาณภาพลงสู่ภาคพื้นดินให้ประเทศญี่ปุ่น และบริเวณใกล้เคียงทุก ๆ 1 ชั่วโมง โดยทั่ว ๆ ไป ทุก ๆ 3 ชั่วโมง ถ่ายภาพได้ 2 ช่วงคลื่นต่อภาพ ในช่วงคลื่นมองเห็น 0.5-0.7 μm รายละเอียดของภาพที่ตำแหน่งดาวเทียมตั้งฉากกับพื้น โลกมีรายละเอียดสูง 1.2 กิโลเมตร และ 5 กิโลเมตร

2. ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาประเภทโคจรผ่านขั้วโลก เป็นดาวเทียมที่โคจรผ่านแนวเหนือใต้ผ่านขั้วโลก โดยโคจรจากเหนือลงใต้ และจากใต้ขึ้นเหนือ โคจรสูงจากพื้นโลกที่ขั้วโลกทั้งสองประมาณ 830 – 900 กิโลเมตร มีความเร็วในการโคจรประมาณ 102 นาที/รอบโลก ในหนึ่งวันจะโคจรได้ถึง 14 รอบ ถ่ายภาพและส่งสัญญาณลงมายังพื้นดินขณะที่โคจร ดาวเทียมประเภทนี้ที่โคจรผ่านประเทศไทยมี 2 ดวง คือ NOAA-11 และ NOAA-12 ซึ่งสามารถรับสัญญาณภาพได้วันละ 4 ครั้ง จาก NOAA-11 ให้ภาพ 2 เวลา ประมาณ 1600 และ 0500 จาก NOAA-12 ให้ภาพเวลาประมาณ 0700 และ 1900 ดาวเทียม NOAA มีเครื่องมือถ่ายภาพ เรียกว่า AVHRR จะให้รายละเอียดของภาพสูง 1.1 กิโลเมตร ความกว้างของการถ่ายภาพประมาณ 2,700 กิโลเมตร มีช่วงคลื่นใช้ในการถ่ายภาพ ดังตาราง



ลำดับที่	ช่วงคลื่น (μm)	เวลา	ใช้ศึกษา
1	0.58 – 0.68	กลางวัน	เมฆ พืช ตะกอน น้ำในทะเล
2	0.725 – 1.0	กลางวัน	เมฆ พืช แหล่งน้ำ ผิวดิน พืชที่น้ำท่วม
3	0.55 – 3.93	กลางวันและกลางคืน	เมฆ ฟ้า อุณหภูมิ น้ำทะเล
4	10.3 – 11.3	กลางวันและกลางคืน	เมฆ อุณหภูมิ น้ำทะเล
5	11.5 – 12.5	กลางวันและกลางคืน	เมฆ อุณหภูมิ น้ำทะเล

5. การตรวจอากาศด้วยเรดาร์

เรดาร์ มีหลักการทำงานโดยอาศัยการปล่อยคลื่นวิทยุออกไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมายังเครื่องรับเพื่อบอกสมบัติของวัตถุที่ไปกระทบ ทั้งยังสามารถบอกระยะทางของวัตถุนั้นด้วยคลื่นวิทยุหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้มีสมบัติคล้ายแสง คือ มีความเร็วประมาณ 300 ล้านเมตรต่อวินาที สามารถรวมเป็นลำพุ่งออกไปในบรรยากาศได้ และสามารถสะท้อนวัตถุได้

เรดาร์ตรวจอากาศสามารถนำมาตรวจวัดพายุหมุน กำหนดตำแหน่งของพายุหมุนจากดาวเทียม หรือลักษณะโครงสร้างอื่นๆ เช่น แถบเกลียวพายุของพายุหมุนในรัศมี 200 กิโลเมตร ปัจจุบันมีเรดาร์ตรวจอากาศอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า เรดาร์ชนิดคอปเปอร์ ใช้หลักการความแตกต่างของคลื่นสะท้อนกลับจากวัตถุที่เคลื่อนที่ออก และคลื่นสะท้อนกลับจากวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าหาเรดาร์ ทำให้สามารถบอกทิศทางการเคลื่อนที่ของพายุหมุนได้ การสะท้อนกลับของสัญญาณคลื่นเกิดจากการกระทบกับฝนหรือหยดน้ำ ถ้าบริเวณใดไม่มีกลุ่มฝนเลยก็จะไม่มีสัญญาณสะท้อนกลับ ปัจจุบันประเทศไทยมีเรดาร์ใช้ในกิจการของอุตุนิยมวิทยาอยู่ 14 สถานี คือ สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ เชียงใหม่ พิษณุโลก เชียงราย สกลนคร สุรินทร์ ขอนแก่น อุบลราชธานี ระยอง กรุงเทพฯ ชุมพร สุราษฎร์ธานี อ่างทอง พิษณุโลก แทนจุดเจาะปลาทองของบริษัทยูโนแคล และภูเก็ต

6. ระบบการพยากรณ์และการเตือนภัย

หลังจากข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาได้ถูกนำมาวิเคราะห์อย่างละเอียดถี่ถ้วน การพยากรณ์อากาศจะถูกเผยแพร่ไปสู่ประชาชนทันที โดยแบ่งออกเป็นหลายลักษณะ คือ การพยากรณ์อากาศโดยทั่วไป การพยากรณ์อากาศการบิน การพยากรณ์อากาศทางทะเล การพยากรณ์อากาศเพื่อการคมนาคมขนส่ง การพยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร และการพยากรณ์อากาศเพื่อการท่องเที่ยว นอกจากนี้กรมอุตุนิยมวิทยาจะออกประกาศเตือนภัยทันที เมื่อคาดว่าจะมีลักษณะร้ายเกิดขึ้น เช่น พายุไต้ฝุ่น น้ำท่วมฉับพลัน คลื่นลมแรง เป็นต้น



7. บริเวณความกดอากาศสูง(High Pressure Area หรือ High) หรือแอนติไซโคลน (Anticyclone)

บริเวณความกดอากาศสูง คือ บริเวณที่มีความกดอากาศสูงกว่าบริเวณใกล้เคียงที่อยู่รอบ ๆ ในแผนที่อากาศผิวพื้นแสดงด้วยเส้นความกดอากาศทำเป็นวงกลม หรือเป็นวงรีรูปไข่ล้อมรอบ บริเวณที่มีความกดอากาศสูง บริเวณนี้จะมีลมพัดออกจากศูนย์กลางในทิศทางตามเข็มนาฬิกาในซีกโลกเหนือ และในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ โดยทั่วไปในบริเวณความกดอากาศสูง จะมีลมอ่อน และลมมักสงบในบริเวณใกล้ศูนย์กลาง มีเมฆเพียงเล็กน้อย แต่อาจมีเมฆมากกับมีฝนได้ตามขอบของบริเวณความกดอากาศสูงที่อยู่ใกล้กับแนวปะทะอากาศในซีกโลกเหนือทางตะวันออกของบริเวณความกดอากาศสูง อากาศจะเย็นที่ผิวพื้นและเป็นลมฝายเหนือพัดผ่านเรียกบริเวณความกดอากาศสูงหรือแอนติไซโคลนชนิดนี้ว่า Cold High ส่วนทางด้านตะวันตก อากาศจะค่อนข้างร้อนและเป็นลมฝายใต้พัดผ่าน เรียกบริเวณความกดอากาศสูงชนิดนี้ว่า Warm High ถ้าบริเวณความกดอากาศสูงชนิด Cold High แผ่ลงมาเมื่อไร อากาศจะหนาวเย็น ส่วน Warm High อากาศจะร้อนเนื่องจากลมพัดมาจากทางใต้ แม้ว่าจะมีความชื้นสูงแต่ไม่มีฝนตก จะทำให้อากาศร้อนอบอ้าวบางครั้ง เรียกว่า คลื่นความร้อน (Heat Wave)

8. บริเวณความกดอากาศต่ำ (Low Pressure Area หรือ Low)

บริเวณความกดอากาศต่ำ คือ บริเวณที่มีความกดอากาศต่ำกว่าบริเวณใกล้เคียงที่อยู่รอบ ๆ ในแผนที่อากาศผิวพื้นแสดงด้วยเส้นความกดอากาศทำเป็นวงกลมล้อมรอบบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ บริเวณนี้จะมีลมพัดเข้าหาศูนย์กลางในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกเหนือ และในทิศทางตามเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ ตามปกติในบริเวณความกดอากาศต่ำจะมีเมฆมากและมีฝนตกด้วย บริเวณความกดอากาศต่ำ แบ่งออกได้ 2 ชนิด โดยบริเวณความกดอากาศต่ำทั้ง 2 ชนิด จะเกิดฝนตกหนักเท่า ๆ กัน แต่ความเร็วลมจะต่างกัน ดังนี้

1. Cold Core ที่แกนกลางของความกดอากาศต่ำชนิดนี้ อุณหภูมิจะต่ำกว่าภายนอก และเกิดในแถบละติจูดสูง ๆ ที่อากาศเย็น เมื่อเกิดขึ้นแล้วการหมุนเวียนจะต่อเนื่องกัน ความชื้นของความกดอากาศจะเพิ่มมากขึ้นตามความสูงซึ่งสัมพันธ์กับกระแสลม นั่นคือบริเวณความกดอากาศต่ำชนิด Cold Core จะมีลมพัดแรงขึ้นตามความสูง และมักมีแนวปะทะอากาศเกิดขึ้นร่วมด้วยเสมอ

2. Warm Core ที่แกนกลางของความกดอากาศต่ำชนิดนี้ อุณหภูมิจะร้อนกว่าภายนอก การหมุนเวียนจะเหมือนกับชนิด Cold Core และมีเฉพาะในเขตร้อนเท่านั้น เนื่องจากแกนกลางร้อน ดังนั้นอากาศที่เย็นกว่าจะพัดเข้าแทนที่จมเข้าหาศูนย์กลาง ทำให้เกิดกระแสลมพัดเวียนเป็นก้นหอยเข้าหาศูนย์กลาง ขณะเดียวกันอากาศตรงกลางจะลอยตัวขึ้น ความชื้นของความกดตามระดับความสูงจะลดลง นั่นคือ ลมที่พัดเวียนเข้าหาศูนย์กลางรอบบริเวณความกดอากาศต่ำชนิด Warm Core ความเร็วลมจะลดลงตามความสูง พายุจะรุนแรงที่สุดที่ผิวพื้นเท่านั้น สูงขึ้นไปลมกำลังอ่อนลง

ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา <http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=2>



เฉลยคำถามท้ายบท

1. นักอุตุนิยมวิทยาสามารถพยากรณ์อากาศได้ด้วยวิธีใดบ้าง
แนวคำตอบ การพยากรณ์อากาศด้วยวิธีแนวโน้ม การพยากรณ์อากาศด้วยวิธีภูมิอากาศหรือทางสถิติ การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์
2. นักเรียนสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้หรือไม่ว่าอีกไม่กี่ชั่วโมงข้างหน้าฝนจะตก สังเกตจากสิ่งใด
แนวคำตอบ อากาศร้อนอบอ้าว ท้องฟ้ามีดครึ้ม
3. การหยั่งข้อมูลระยะไกล คือ อะไร
แนวคำตอบ การตรวจวัดข้อมูลในระยะที่ห่างไกลจากสถานี เช่น การตรวจวัดลมชั้นบนในระดับสูง โดยใช้บอลลูนหยั่งอากาศ
4. ถ้าต้องการตรวจอากาศผิวพื้นด้วยสายตา จะตรวจสิ่งใดได้บ้าง จะแสดงผลการตรวจอย่างไรให้ยกตัวอย่าง
แนวคำตอบ ทิศนวิสัย ชนิดและความสูงของเมฆ ลักษณะอากาศ เช่น ฟ้าหลัว ฝนตก หมอก คิววัน
5. การตรวจอากาศชั้นบนกับตรวจอากาศผิวพื้นต่างกันอย่างไร
แนวคำตอบ การตรวจอากาศชั้นบนแสดงข้อมูลที่ระดับความสูงต่าง ๆ ในขณะที่การตรวจอากาศผิวพื้นจะตรวจที่ความสูงเดียว ณ ตำแหน่งสถานี และจะต้องคำนวณกลับไปถึงความสูง ณ ระดับน้ำทะเล
6. นักเรียนมักจะพบสัญลักษณ์ใดในแผนที่อากาศ
แนวคำตอบ อุณหภูมิ ความดันอากาศ ทิศทางและความเร็วลม เมฆ ทิศนวิสัย หยาดน้ำฟ้า เป็นต้น
7. ให้นักเรียนอธิบายความหมายของบริเวณความกดอากาศสูง และหย่อมความกดอากาศต่ำ
แนวคำตอบ บริเวณความกดอากาศสูง เป็นบริเวณที่มีความดันอากาศที่สามารถวิเคราะห์เส้นความกดอากาศเท่าล้อมรอบพื้นที่ดังกล่าวและความดันอากาศจะลดลงเมื่อระยะทางห่างจากบริเวณนี้ และหย่อมความกดอากาศต่ำก็จะมี ความดันอากาศตรงกันข้าม กล่าวคือ ความดันอากาศภายในพื้นรอบเส้นความกดอากาศเท่าจะต่ำกว่าพื้นด้านนอก



8. สภาพอากาศ ณ บริเวณความกดอากาศสูง และหย่อมความกดอากาศต่ำ แตกต่างกันอย่างไรร
แนวคำตอบ บริเวณความกดอากาศสูง เหนือพื้นดิน มักมีท้องฟ้าแจ่มใส อากาศเย็น หย่อมความกดอากาศต่ำ มีเมฆมาก มีฝนตก หากเกิดขึ้นในฤดูร้อนจะมีอากาศร้อนจัด และมีโอกาสเกิดฝนฟ้าคะนอง ลมกระโชกแรงและลูกเห็บ
9. บริเวณแนวปะทะอากาศจะมีลักษณะอากาศอย่างไร
แนวคำตอบ มีความแตกต่างของอุณหภูมิ ลมแรงและเปลี่ยนทิศทาง เกิดแนวเมฆและมีหยาดน้ำฟ้า เช่น ฝน ฝนฟ้าคะนอง หิมะ
10. บริเวณที่เกิดพายุนักเรียนจะพบสัญลักษณ์ใดในแผนที่อากาศ

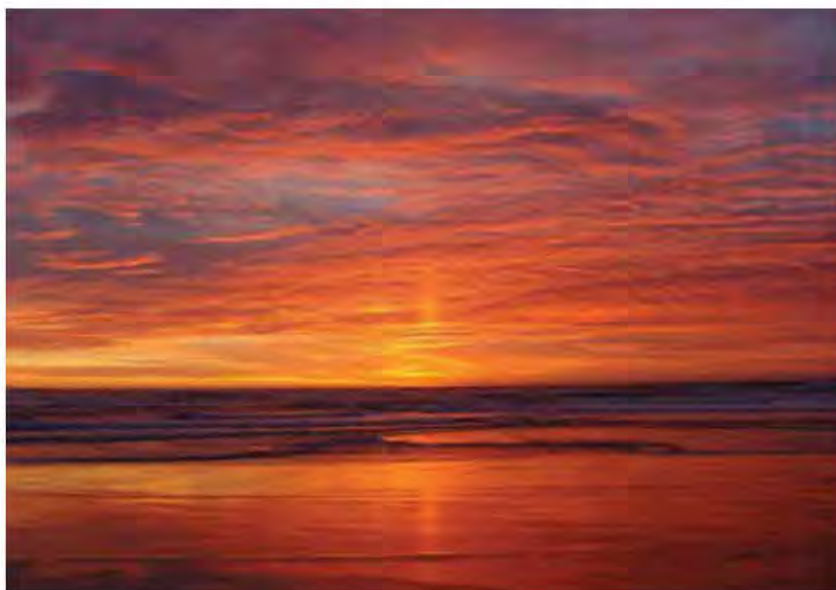
แนวคำตอบ

-  พายุดีเปรสชัน
-  พายุโซนร้อน
-  พายุไต้ฝุ่น



บทที่ 7

ปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า



http://notrickszone.com/wp-content/uploads/2010/11/800px-Sunset_Marina.jpg

เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

1. แสงและสมบัติของแสง	1.5	ชั่วโมง
2. สีของท้องฟ้า	2	ชั่วโมง
3. รุ้ง	1.5	ชั่วโมง
4. อาทิตย์ทรงกลม และจันทร์ทรงกลม	2	ชั่วโมง
5. มิวราจ	3	ชั่วโมง
รวม	10	ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้ บทที่ 7

1. อธิบาย และอธิบายสมบัติของแสงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า
2. ทดลอง สืบค้น อธิบายและอธิบายการเปลี่ยนสีของท้องฟ้าในเวลาต่าง ๆ
3. สืบค้น อธิบายและอธิบายการเกิดรุ้ง
4. เปรียบเทียบ อธิบายและอธิบายรุ้งปฐมภูมิและรุ้งทุติยภูมิ
5. สืบค้น อธิบาย และอธิบายการเกิดอาทิตย์ทรงกลมและจันทร์ทรงกลม
6. ทดลองเลียนแบบ สืบค้น อธิบายและอธิบายการเกิดมิวราจ








สาระสำคัญ

ปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้าที่เราพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การเปลี่ยนสีของท้องฟ้า รุ้ง อาทิตย์ทรงกลดและจันทร์ทรงกลด และมิราจ เกิดจากการที่แสงจากดวงอาทิตย์เกิดการกระเจิง การหักเหและการสะท้อนของแสงกับองค์ประกอบต่าง ๆ ในอากาศ เช่น อนุภาคของแก๊ส หยดน้ำ และผลึกน้ำแข็ง เป็นต้น ซึ่งแต่ละปรากฏการณ์มีกลไกการเกิดที่แตกต่างกัน โดยการเปลี่ยนสีของท้องฟ้าจะเกี่ยวข้องกับการกระเจิงของแสงในบรรยากาศ รุ้ง และอาทิตย์ทรงกลด และจันทร์ทรงกลดเกิดจากการหักเหของแสงในหยดน้ำและผลึกน้ำแข็งในอากาศ ตามลำดับ ส่วนมิราจ หรือการเกิดภาพลวงตานั้นเกิดจากการหักเหของแสงผ่านอากาศที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน

แนวการจัดการเรียนรู้

7.1 แสงและสมบัติทางแสง

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามประสบการณ์ของตนเองว่า
 -  ปรากฏการณ์ทางแสงบนท้องฟ้าหรือการเกิดสีบนท้องฟ้าที่เคยพบเห็นนั้นมีอะไรบ้าง
 -  เคยได้ยินเรื่องเล่า หรือความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวมาอย่างไรบ้าง และนักเรียนเชื่อถือเรื่องเล่า หรือความเชื่อนั้นหรือไม่ เพราะเหตุใดโดยในการอภิปรายเรื่องของความเชื่อเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางแสงบนท้องฟ้า แนวคำตอบของนักเรียนอาจหลากหลายตามประสบการณ์ของแต่ละคน เช่น การชี้ที่รุ้งกินน้ำอาจทำให้นิ้วกุด เมื่อเกิดอาทิตย์ทรงกลด จะทำให้เกิดสิ่งดี ๆ ตามมา เป็นต้น ครูสามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายแล้วให้นักเรียนช่วยกันรวบรวมว่าปรากฏการณ์ทางแสงบนท้องฟ้าที่นักเรียนเคยพบเห็นนั้นมีอะไรบ้าง
2. ครูนำอภิปรายต่อ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่อไปนี้
 -  นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์ทางแสงบนท้องฟ้าที่นักเรียนพบเจอนั้นเกิดได้อย่างไร
 -  ปรากฏการณ์ทางแสงบนท้องฟ้านั้นเกี่ยวข้องกับวัตถุต่าง ๆ บนท้องฟ้า เช่น ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และเมฆ หรือไม่ อย่างไร
 -  แสงจากดวงอาทิตย์มีความสำคัญต่อการเกิดปรากฏการณ์ทางแสงบนท้องฟ้า



จากการอภิปราย ครูและนักเรียนควรร่วมกันสรุปให้ได้ว่า ปรากฏการณ์ทางแสงบนท้องฟ้า นั้น เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่มีความเกี่ยวข้องกับวัตถุบนท้องฟ้า โดยเฉพาะดวงอาทิตย์ที่เป็น แหล่งกำเนิดแสงอาทิตย์ที่เป็นตัวการสำคัญในการเกิดแสงสีต่าง ๆ บนท้องฟ้า

ขั้นสอน (50 นาที)

3. เนื่องจากเนื้อหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า จำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐาน เรื่องแสงและสมบัติของแสง ซึ่งนักเรียนควรจะได้เรียนมาก่อนในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หากนักเรียนยังไม่ผ่านการเรียนในเนื้อหาดังกล่าว ครูควรจัดกิจกรรม เพื่อสร้างเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับแสงและสมบัติของแสง ตามแนวการจัดกิจกรรมที่ได้แนะนำไว้ในวิชาฟิสิกส์ ในกรณีที่นักเรียนผ่านการเรียนมาแล้ว ครูอาจจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันทบทวนความรู้เดิม และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมว่าสมบัติของแสงมีอะไรบ้าง และสมบัติ แต่ละชนิดนั้นเป็นอย่างไร

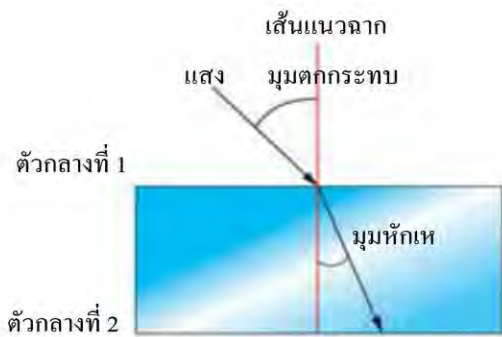
4. เนื้อหาในวิชาฟิสิกส์นั้น จะกล่าวถึงสมบัติของแสงหลายชนิด แต่สำหรับบทเรียนนี้ ครูควรให้ความรู้แก่นักเรียนว่า สมบัติของแสงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้าได้แก่ การหักเหของแสง การสะท้อนของแสง และการกระเจิงของแสงผ่านบรรยากาศ จากนั้นให้แต่ละกลุ่มเตรียมนำเสนอความรู้ที่ได้เกี่ยวกับสมบัติของแสงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า พร้อมกับวาดภาพเพื่ออธิบายสมบัตินั้น แล้วนำมาเสนอหน้าชั้นเรียน

5. ให้นักเรียนศึกษาเรื่องแสง และสมบัติของแสง จากหนังสือเรียน หน้า 123-128

ขั้นสรุป (25 นาที)

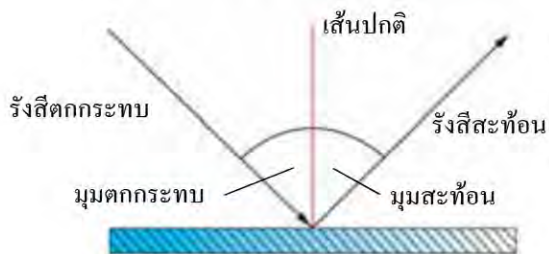
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับสมบัติของแสงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า โดยควรสรุปได้ว่า แสงจากดวงอาทิตย์ช่วยสร้างปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า โดยเมื่อแสงขาวจากดวงอาทิตย์เกิดการหักเห สะท้อน หรือ กระเจิงกับองค์ประกอบต่าง ๆ ในบรรยากาศ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้าได้ โดยการหักเหของแสง การสะท้อนของแสง และการกระเจิงของแสงมีลักษณะดังนี้





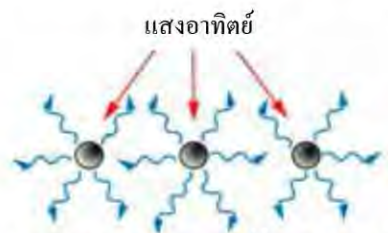
ภาพแสดงการหักเหของแสง

การหักเหของแสง คือ การเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางชนิดหนึ่งไปยังตัวกลางอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีความหนาแน่นแตกต่างกัน



ภาพแสดงการสะท้อนของแสง

การสะท้อนของแสง คือ การเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงกลับมาสู่ตัวกลางเดิม เมื่อแสงเคลื่อนที่ไปถึงแนวเขตระหว่างตัวกลาง 2 ตัวกลาง





ภาพแสดงการกระเจิงของแสง

การกระเจิงแสง คือ ปรากฏการณ์ที่แสงเกิดการกระจายเปลี่ยนทิศทางโดยรอบเมื่อแสงเดินทางมาตกกระทบโมเลกุลต่างๆ

7.2 สีของท้องฟ้า

ขั้นนำ (10 นาที)


1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า

-  นักเรียนเคยสังเกตเห็นหรือไม่ว่าบนท้องฟ้านั้นมีสีส้มอะไรบ้าง
-  การที่ท้องฟ้ามีสีส้มต่าง ๆ นั้น เกิดขึ้นได้อย่างไร

โดยครูอาจหาภาพนิ่งหรือวิดีโอมาแสดงประกอบการอภิปราย

ขั้นสอน (1.5 ชั่วโมง)

2. ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการหมุนรอบตัวเองของโลกที่ทำให้เกิดกลางวัน กลางคืน โดยเน้นให้นักเรียนอภิปรายในประเด็นคำถามว่า

-  ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่ส่องแสงผ่านบรรยากาศลงมาบนโลกในเวลาต่าง ๆ นั้น เป็นอย่างไร



จากนั้นจึงเชื่อมโยงกับภาพ 7.10 ในหนังสือเรียน หน้า 131 ที่แสดงให้เห็นเกี่ยวกับการเดินทางของแสงอาทิตย์ผ่านชั้นบรรยากาศในช่วงเวลาต่าง ๆ ว่าในเวลากลางวันแสงจากดวงอาทิตย์จะส่องผ่านเข้ามายังบรรยากาศของโลกด้วยระยะทางที่น้อยกว่าในช่วงเวลาเช้าและเย็น



ภาพ การเดินทางของแสงอาทิตย์ผ่านชั้นบรรยากาศในช่วงเวลาต่าง ๆ

3. ให้นักเรียนใช้ความรู้ที่ได้จากการอภิปรายในข้อ 2 ประกอบการทำกิจกรรม 7.1 เรื่อง การเปลี่ยนสีของท้องฟ้า เพื่อสำรวจตรวจสอบว่า การที่ท้องฟ้ามีสีต่างกัน ๆ นั้น เกิดขึ้นได้อย่างไร

กิจกรรม 7.1 การเปลี่ยนสีของท้องฟ้า

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง สังเกต และอภิปรายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อส่องลำแสงผ่านน้ำเมื่อหยดนมลงไป
2. อภิปราย และอธิบาย การเปลี่ยนสีของท้องฟ้าในแต่ละช่วงเวลา

เวลา 1 ชั่วโมง

วัสดุ - อุปกรณ์

1. นมจืด
2. น้ำ
3. ตู้ปลา
4. หลอดหยด
5. ไฟฉาย
6. แท่งแก้ว

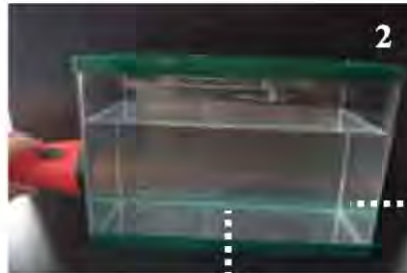
วิธีทำกิจกรรม

1. เติมน้ำลงในตู้ปลา ในปริมาณ $\frac{3}{4}$ ของตู้ปลา
2. แฉกไฟฉายที่ด้านข้างของตู้ปลาแล้วส่องไฟผ่านน้ำ สังเกตสิ่งที่เห็นในตู้ปลาทั้งในแนวตั้งฉาก และตรงกันข้ามกับลำแสง



3. ใช้หลอดหยดค่อย ๆ เติมนมลงในน้ำครึ่งละ 10 หยด แล้วใช้แท่งแก้วกวนสารแขวนลอยให้เข้ากัน จากนั้นส่องไฟผ่านน้ำ สังเกตสิ่งที่เห็นในตู้ปลาทั้งในแนวตั้งฉาก และตรงกันข้ามกับลำแสง
4. เติมนมเพิ่มลงไปเรื่อย ๆ แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง
5. ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลอง แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง โดยตอบคำถามท้ายกิจกรรม

หมายเหตุ เพื่อให้สังเกตผลการทดลองได้ชัดเจน ควรทำการทดลองในที่ที่มีแสงน้อย หรือในห้องมืด



ผลการทำกิจกรรม

กิจกรรมนี้เป็นการจำลองให้เห็นการเปลี่ยนสีของท้องฟ้าในเวลากลางวัน และเวลาที่ดวงอาทิตย์กำลังขึ้นและตก โดยน้ำในตู้ปลาจะแทนท้องฟ้า ซึ่งมีอนุภาคแขวนลอยของนมที่หยดลงไปแทนอนุภาคของแก๊สต่าง ๆ และสารแขวนลอยในอากาศ สำหรับแสงจากไฟฉายนั้นแทนแสงขาวจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลก ในกรณีที่ส่องไฟฉายเข้าทางข้างของตู้ปลา (ดังภาพ 2) การที่ทำให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงภายในตู้ปลาในทิศทางที่ตั้งฉากกับลำแสง จะแทนการมองเห็นท้องฟ้าเปลี่ยนสีในเวลากลางวัน ส่วนการสังเกตในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับลำแสงจะแทนการมองเห็นท้องฟ้าเปลี่ยนสีในช่วงที่ดวงอาทิตย์ขึ้นและตก ซึ่งระยะทางที่แสงเดินทางผ่านก่อนเข้าสู่ตาเรามีระยะทางแตกต่างกัน และทิศทางของแสงก็แตกต่างกันด้วย

จากกิจกรรม ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามต่อไปนี้



ก่อนเติมนม และหลังเติมนม เห็นการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ ก่อนเติมนม เมื่อสังเกตแสงในแนวตั้งฉากกับลำแสง จะสังเกตเห็นลำแสงสีออกขาวนวลส่องผ่านในน้ำ หากมองในแนวตรงกันข้ามกับไฟฉายจะเห็นแสงส้มอ่อนออกมาจากไฟฉาย หลังจากทีค่อย ๆ เติมนมลงไป น้ำในตู้ปลาจะเริ่มขุ่นขาวขึ้น เมื่อสังเกตแสงในแนวตั้งฉากกับลำแสง จะเห็นลำแสงที่ส่องผ่านในน้ำเป็นลำชัดเจนขึ้น และในบริเวณใกล้ ๆ ขอบลำแสง จะสังเกตเห็นน้ำมีสีออกฟ้าเขียว หากมองในแนวตรงกันข้ามกับไฟฉาย แสงที่ส่องออกมาจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีส้มแดงมากขึ้นเรื่อย ๆ





เพราะเหตุใด ผลการทดลองที่ได้จึงเป็นเช่นนั้น

แนวคำตอบ แสงที่ส่องผ่านน้ำเข้ามา จะมาตกกระทบกับอนุภาคในน้ำที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ เกิดการกระเจิงของแสงสีที่แตกต่างกัน ทำให้สังเกตเห็นลำแสงมีสีที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากที่เติมนมลงในน้ำ



การเติมนมลงในน้ำมากหรือน้อยเกินไป จะส่งผลอย่างไรต่อการทดลอง

แนวคำตอบ หากปริมาณนมน้อยเกินไป ทำให้เห็นผลการทดลองไม่ชัดเจน เพราะเมื่ออนุภาคที่กระจายตัวอยู่ในน้ำมีน้อย แสงจึงกระเจิงได้น้อย เมื่อปริมาณนมมากอนุภาคจะกระจายในน้ำอย่างหนาแน่น ทำให้แสงกระเจิงได้เพียงในบริเวณที่ใกล้แหล่งกำเนิดแสงเท่านั้น และแสงส่วนใหญ่ไม่สามารถส่องผ่านในสารแขวนลอยได้ จึงเกิดการกระเจิงได้น้อยมาก จนมองเห็นว่าสารแขวนลอยที่มีนมปริมาณมากนั้นมีสีขาวขุ่น



จากการทดลอง สามารถอธิบายการที่เรามองเห็นท้องฟ้าสีฟ้าในเวลากลางวัน และการเปลี่ยนสีของท้องฟ้าเป็นสีแดง ที่บริเวณใกล้ดวงอาทิตย์ขึ้นและตก ในตอนเช้าและเย็นได้อย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อหยคนมลงไปปริมาณที่เหมาะสม แล้วสังเกตแสงในแนวตั้งฉากกับลำแสง จะพบว่าในบริเวณใกล้ ๆ ขอบลำแสง จะสังเกตเห็นน้ำมีสีออกฟ้าเขียว อธิบายโดยเทียบเคียงกับการที่ท้องฟ้ามีสีฟ้าในเวลากลางวันได้ว่า ในเวลากลางวันแสงจากดวงอาทิตย์จะส่องผ่านบรรยากาศลงมาด้วยระยะทางที่สั้น แสงสีม่วงและสีน้ำเงินซึ่งมีความยาวคลื่นสั้น เมื่อตกกระทบกับอนุภาคต่าง ๆ ในบรรยากาศ จึงกระเจิงออกมาจากแสงขาวได้มากที่สุด ทำให้เรามองเห็นท้องฟ้าเป็นสีฟ้า แต่เมื่อมองในแนวตรงกันข้ามกับไฟฉาย แสงที่ส่องออกมาจะมีสีส้มแดงซึ่งแทนการที่เราเห็นบริเวณใกล้ ๆ ที่ดวงอาทิตย์ขึ้นและตกนั้นมีสีออกส้มแดง ทั้งนี้เพราะในช่วงเช้าและเย็น แสงเดินทางผ่านบรรยากาศเป็นระยะทางที่ยาวกว่าในเวลากลางวัน แสงที่มีคลื่นสั้นจึงตกกระทบกับอนุภาคมามากมายในบรรยากาศจนกระเจิงออกไปหมดเหลือเพียงแสงคลื่นยาว เช่น แสงสีเหลือง แสงสีแสด และแสงสีแดง ที่ผ่านเข้ามาในบรรยากาศและกระเจิงออกไปบนท้องฟ้า เราจึงมองเห็นท้องฟ้าเป็นสีส้มแดง



ขั้นสรุป (20 นาที)

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปความรู้เรื่องสีของท้องฟ้า โดยควรสรุปได้ว่าการที่เรามองเห็นสีของท้องฟ้ามีหลากหลายสีกันในแต่ละช่วงเวลาของวัน เนื่องมาจากการกระเจิงของแสงที่แตกต่างกันระหว่างการเดินทางผ่านอากาศในแต่ละช่วงเวลา จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้



การเปลี่ยนสีของท้องฟ้า เกี่ยวข้องกับสมบัติชนิดใดของแสง

แนวคำตอบ การกระเจิงของแสงแบบเรย์เลย์ เมื่อตกกระทบกับอนุภาคของอากาศ



ทำไมเวลากลางวันท้องฟ้าจึงเป็นสีฟ้า และในเวลาเช้าและเย็นท้องฟ้าบริเวณใกล้ ๆ ดวงอาทิตย์จึงมีสีออกส้มแดง

แนวคำตอบ ในเวลากลางวันแสงจากดวงอาทิตย์จะส่องผ่านบรรยากาศลงมาด้วยระยะทางที่สั้น เมื่อแสงขาวตกกระทบกับอนุภาคของอากาศ แสงสีม่วงและสีน้ำเงินซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นจึงกระเจิงออกมาจากแสงขาวได้มากที่สุด ทำให้เรามองเห็นท้องฟ้าเป็นสีฟ้า แต่ในช่วงเช้าและเย็น แสงเดินทางผ่านบรรยากาศเป็นระยะทางที่ยาวกว่าในเวลากลางวัน แสงที่มีคลื่นสั้นจึงตกกระทบกับอนุภาคของอากาศมากมายในบรรยากาศจนกระเจิงออกไปหมด เหลือเพียงแสงคลื่นยาว เช่น แสงสีเหลือง แสงสีแสด และแสงสีแดง ที่ผ่านเข้ามาในบรรยากาศและกระเจิงออกไปบนท้องฟ้า ทำให้มองเห็นท้องฟ้าเป็นสีส้มแดง

5. ครูให้นักเรียนขยายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนมา โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม แล้วนำมาอภิปรายและหาคำตอบร่วมกันจากประเด็นคำถาม เช่น



เพราะเหตุใดในเขตอุตสาหกรรมหรือในเมืองใหญ่ เราจึงเห็นท้องฟ้าในช่วงเช้าหรือเย็น มีสีแดงหม่นมากกว่าปกติ

แนวคำตอบ ในเขตอุตสาหกรรมหรือเมืองใหญ่ มีอนุภาคขนาดเล็ก เช่น ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน หรือที่เรียกว่า PM10 จำนวนมากที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ อนุภาคเหล่านี้อาจเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ การจราจร และการก่อสร้าง เป็นต้น เมื่อในอากาศมีอนุภาคขนาดเล็กมากทำให้เกิดการกระเจิงแสงได้มาก โดยเฉพาะแสงสีม่วงและสีน้ำเงินซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นจึงเหลือเพียงแสงคลื่นยาว เช่น แสงสีแสด และแสงสีแดง ที่ผ่านเข้ามาในบรรยากาศและกระเจิงออกไปบนท้องฟ้า ทำให้มองเห็นท้องฟ้าเป็นสีแดงหม่น



7.3 รุ้ง

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับรุ้ง โดยร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถาม เช่น



นักเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับรุ้ง



หากนักเรียนต้องการสร้างรุ้งด้วยตัวเองนั้น ทำได้หรือไม่ อย่างไร



ปัจจัยสำคัญในการสร้างรุ้งมีอะไรบ้าง

โดยก่อนถึงเวลาเรียน ครูอาจแจ้งล่วงหน้าให้นักเรียนจัดหาอุปกรณ์มาสาธิตการสร้างรุ้ง ในกรณีที่ครูต้องการสาธิตการสร้างรุ้ง อาจทำได้ง่าย ๆ โดยพานักเรียนออกไปสังเกตที่กลางแจ้ง ครูยืนในตำแหน่งที่ให้ดวงอาทิตย์อยู่ด้านหลัง แล้วนำกระบอกฉีดน้ำมาฉีดให้ละอองน้ำกระจายตัวออก แล้วให้นักเรียนสังเกตการเกิดรุ้ง

ขั้นสอน (50 นาที)

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบในประเด็นคำถามต่อไปนี้



รุ้ง เกิดได้อย่างไร

แนวคำตอบ รุ้งเกิดจากการหักเหของแสงขาวจากดวงอาทิตย์ภายในละอองน้ำในอากาศ แล้วเกิดการสะท้อนแสงภายในหยดน้ำ จากนั้นแสงจะหักเหออกจากหยดน้ำเข้าสู่ตาของผู้สังเกตด้วยมุมที่แตกต่างกันจนเกิดเป็นแถบสีต่าง ๆ ของรุ้ง รุ้งอาจเกิดก่อนหรือหลังฝนตกก็ได้ โดยสังเกตได้จากตำแหน่งที่เหมาะสม



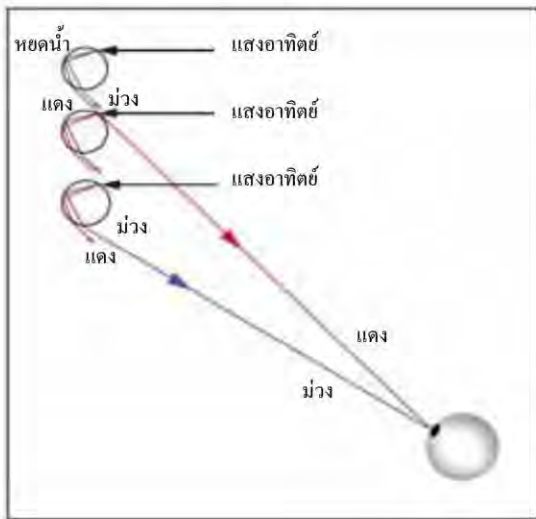
รุ้งมีกี่ประเภท และแต่ละประเภทแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ รุ้งแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ รุ้งปฐมภูมิ และรุ้งทุติยภูมิ รุ้งจะเป็นชนิดใดนั้น ขึ้นกับลักษณะที่แสงมาตกกระทบหยดน้ำ รุ้งปฐมภูมิ เกิดเมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบผิวด้านบนของหยดน้ำ แสงจะหักเหผ่านผิวโค้งเข้าสู่หยดน้ำ ทำให้เกิดการกระจายแสงสีต่าง ๆ ภายในหยดน้ำ จากนั้นแสงแต่ละสีจะตกกระทบที่ผิวด้านในของหยดน้ำอีกครั้ง แล้วสะท้อนกลับไปยังผิวของหยดน้ำด้านที่รับแสงอาทิตย์ และหักเหออกสู่อากาศ ลำดับสีของรุ้งปฐมภูมิเริ่มจากสีแดงอยู่ด้านบนสุด และสีอื่น ๆ จะเรียงลำดับลงมาจนถึงสีม่วงซึ่งอยู่ด้านล่าง สำหรับรุ้งทุติยภูมินั้น เกิดเมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบผิวด้านล่างของหยดน้ำ แสงจะหักเหเข้าสู่หยดน้ำ

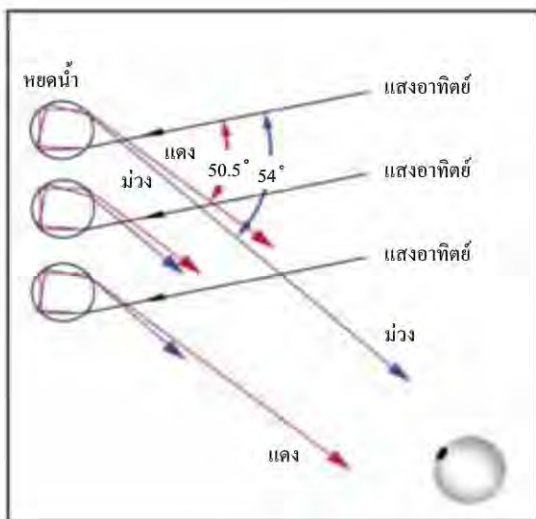


และเกิดการกระจายของแสง จากนั้นแสงที่กระจายออกภายในหยดน้ำจะสะท้อนที่ผิวภายในหยดน้ำสองครั้ง แล้วหักเหออกสู่อากาศ โดยลำดับสีของรุ้งทิวติญมุนั้นจะตรงกันข้ามกับรุ้งปฐมภูมิ คือ สีม่วงจะอยู่ด้านบนและสีแดงอยู่ด้านล่าง

3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับมุมที่แสงสีต่าง ๆ หักเหออกสู่อากาศ ที่เป็นสาเหตุให้แถบสีต่าง ๆ ของทั้งรุ้งปฐมภูมิ และรุ้งทิวติญมุนั้นมีการเรียงลำดับสีที่แตกต่างกัน โดยนำเสนอด้วยการใช้ภาพประกอบ ควบคู่กับการให้นักเรียนศึกษาจากหนังสือเรียน หน้า 132-134 ซึ่งนักเรียนควรสรุปความรู้ได้ดังนี้



การเกิดรุ้งปฐมภูมิ เมื่อแสงอาทิตย์เกิดการกระจายภายในหยดน้ำ แล้วจะเกิดการหักเหออกสู่อากาศ แสงสีแดงจะหักเหออกทำมุม 42 องศา กับแนวระดับ และแสงสีม่วงทำมุม 40 องศา กับแนวระดับ เมื่อแสงที่หักเหออกจากหยดน้ำที่อยู่สูงสะท้อนเข้าสู่ตา ทำให้แสงสีแดงเข้าตาของผู้สังเกต โดยทำมุมยกสูงกว่าแสงสีม่วง เราจึงมองเห็นรุ้งปฐมภูมิมียุ้งลำดับสีของรุ้งเริ่มจาสีแดงอยู่ที่โค้งด้านบนสุด และเรียงลำดับสีลงมาจนถึงสีม่วงซึ่งอยู่ด้านล่าง



สำหรับการเกิดรุ้งทิวติญมุนั้น หลังจากแสงที่กระจายออกภายในหยดน้ำสะท้อนที่ผิวภายในหยดน้ำแล้วหักเหออกสู่อากาศ แสงสีแดงจะหักเหออกทำมุม 50.5 องศา และแสงสีม่วงจะหักเหทำมุม 54 องศา กับแนวระดับ ด้วยเหตุนี้รุ้งทิวติญมุนั้นจึงปรากฏอยู่เหนือหรือด้านนอกของรุ้งปฐมภูมิ และจะมีสีชัดเจนกว่า โดยลำดับสีของรุ้งทิวติญมุนั้นจะตรงกันข้ามกับรุ้งปฐมภูมิ คือ สีม่วงจะอยู่ที่โค้งบนสุดของรุ้ง และสีแดงอยู่ที่โค้งล่างสุด



ขั้นสรุป (25 นาที)

4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องรุ้ง โดยควรสรุปได้ว่า รุ้งเกิดจากการหักเหและสะท้อนของแสงภายในหยดน้ำในอากาศ ซึ่งรุ้งจะเกิดในด้านตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์เสมอ โดยสามารถแบ่งรุ้งเป็นรุ้งปฐมภูมิ และรุ้งทุติยภูมิ ซึ่งมีกลไกการเกิดที่แตกต่างกัน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากประเด็นคำถามต่อไปนี้



การจะมองเห็นรุ้งได้ ผู้สังเกตต้องอยู่ในลักษณะใด

แนวคำตอบ ผู้สังเกตต้องยืนอยู่ในบริเวณที่มีละอองน้ำ และหันหลังให้กับดวงอาทิตย์ โดยต้องมองไปที่กลุ่มละอองน้ำ



หากไม่มีละอองน้ำในอากาศ จะเกิดรุ้งได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ไม่ได้ เพราะหากไม่มีละอองน้ำ จะไม่มีตัวกลางที่ทำให้แสงขาวจากดวงอาทิตย์ตกกระทบ และเกิดการกระจายออกเป็นแสงสีต่าง ๆ ภายในหยดน้ำ

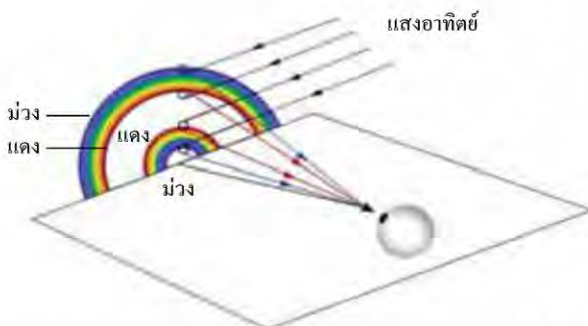
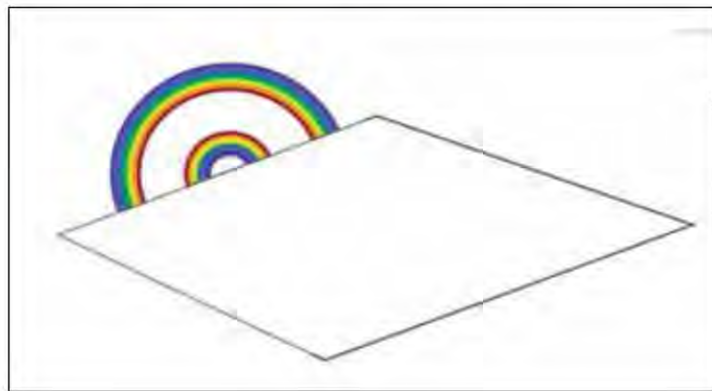


สมบัติของแสงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดรุ้งมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ การหักเหของแสง และการสะท้อนของแสง



จากภาพ ให้นักเรียนเติมภาพให้สมบูรณ์ เช่น ตำแหน่งของผู้สังเกต ทิศทางของแสง ละอองน้ำหรือส่วนประกอบอื่น ๆ เพื่อใช้อธิบายเรื่อง การเกิดรุ้ง



แนวการวาดภาพประกอบการอธิบายเรื่องการเกิดรุ้ง

แนวคำตอบ นักเรียนควรใส่รายละเอียดขององค์ประกอบหลักที่ทำให้เกิดรุ้ง ได้แก่ ละอองน้ำในอากาศ แสงอาทิตย์ซึ่งแสดงเส้นทางเดินของแสงที่ตกกระทบที่ผิวของละอองน้ำ และผู้สังเกต นอกจากนี้นักเรียนควรระบุได้ว่ารุ้งตัวใดเป็นรุ้งปฐมภูมิ และรุ้งทุติยภูมิ พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ



📖 ทราบหรือไม่ว่ารุ้งที่แต่ละคนมองเห็น ไม่ใช่รุ้งตัวเดียวกัน นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เนื่องจากรุ้งที่เห็นเกิดจากการหักเหของแสงผ่านอนุภาคของน้ำในอากาศในตำแหน่งที่ต่างกัน

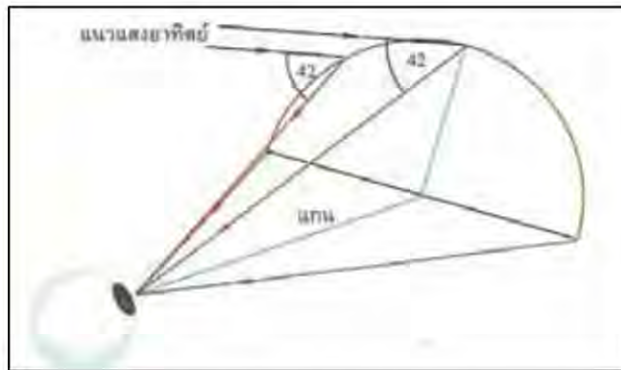
📖 เราจะเห็นรุ้งแบบเต็มวงได้หรือไม่

แนวคำตอบ ได้ แต่โอกาสที่จะเห็นนั้นเกิดได้ยาก เพราะมีพื้นดินมาบังไว้ แต่ถ้าผู้สังเกตอยู่บนเครื่องบินที่บินอยู่เหนือกลุ่มละอองน้ำ อาจมีโอกาสมองเห็นรุ้งกินน้ำแบบเต็มวงได้ โดยมีเงาของเครื่องบินอยู่ที่ศูนย์กลางวง

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

เหตุใดเราจึงมองเห็นรุ้งเป็นแนวโค้ง

การมองเห็นรุ้งเป็นส่วนโค้งของวงกลม เพราะมุมที่แสงมาเข้าตาของผู้สังเกตทำกับระดับตาเป็นมุมคงที่ แสงสีเดียวกันจะทำมุมกับแนวของแสงอาทิตย์เท่ากันเสมอ เช่น แสงสีแดงในรุ้งปฐมภูมิ จะทำมุม 42 องศา กับแนวของแสงอาทิตย์ หรือแสงสีม่วงในรุ้งปฐมภูมิจะทำมุม 40 องศา กับแนวของแสงอาทิตย์เสมอ เป็นต้น ดังแสดงในภาพ




ภาพ แสงสีแดงจากรุ้งปฐมภูมิทำมุม 42 องศา กับแนวของแสงอาทิตย์




7.4 อาทิตย์ทรงกลม และจันทร์ทรงกลม

ขั้นนำ (20 นาที)


1. ครูนำข่าวการเกิดอาทิตย์ทรงกลมหรือจันทร์ทรงกลมมาให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประสบการณ์เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับอาทิตย์ทรงกลม ในประเด็นคำถามต่อไปนี้

 นักเรียนมีประสบการณ์เดิม หรือความรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับอาทิตย์ทรงกลม และจันทร์ทรงกลม

แนวคำตอบ คำตอบขึ้นกับนักเรียน

 ลักษณะของอาทิตย์ทรงกลม และจันทร์ทรงกลม มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ นักเรียนอาจตอบได้หลากหลาย เช่น เกิดลักษณะทรงกลมที่เหมือนกันคือมีวงแสงสีขาวนวล หรือสีรุ้งเกิดเป็นวงรอบดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ แต่อาทิตย์ทรงกลมจะเห็นวงแสงชัดเจนกว่า

 การเกิดรุ้งกับการเกิดอาทิตย์ทรงกลม หรือจันทร์ทรงกลม แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

แนวคำตอบ นักเรียนอาจให้คำตอบที่ยังไม่ถูกต้องว่า รุ้งเกิดจากการที่แสงขาวจากดวงอาทิตย์ส่องกระทบหยดน้ำที่กระจายตัวอยู่ในอากาศ แล้วเกิดการกระจายแสงและหักเหแสงเข้าสู่ตาเรา ต่างจากอาทิตย์ทรงกลมและจันทร์ทรงกลมที่เกี่ยวข้องกับการหักเหของแสงในผลึกน้ำแข็งที่อยู่ในเมฆชั้นสูง อย่างไรก็ตาม คำถามนี้ใช้กระตุ้นความคิดให้นักเรียนอยากค้นหาคำตอบต่อไป

2. หากข่าวที่ยกมา (ตัวอย่างข่าว คูในเอกสารประกอบการสอน) มีประเด็นที่น่าสนใจครูอาจตั้งคำถามจากข่าว แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เช่น จากตัวอย่างข่าวที่ยกมา การที่เกิดฝนตกอย่างต่อเนื่องในเขตเมืองพัทยาในช่วงศึก จากนั้นในช่วงสายมีแดดออกอย่างต่อเนื่อง นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์เหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดอาทิตย์ทรงกลมหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ที่ถูกต้องของคำถามจากข่าวนี้นี้ คือ การเกิดอาทิตย์ทรงกลมไม่เกี่ยวข้องกับที่มีฝนตก เนื่องจากอาทิตย์ทรงกลมเกี่ยวข้องกับการหักเหของแสงในผลึกน้ำแข็งในบรรยากาศ อย่างไรก็ตามจุดประสงค์ของคำถามนั้นถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดถึงสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์นี้ ก่อนที่จะให้นักเรียนสืบเสาะความรู้ต่อไปในขั้นสอน



ชั้นสอน (80 นาที)

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับองค์ประกอบในเมฆระดับชั้นต่าง ๆ โดยเฉพาะในเมฆชั้นสูง ซึ่งประกอบไปด้วยผลึกน้ำแข็งกระจายตัวอยู่จำนวนมาก

4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเรื่องผลึกน้ำแข็งในบรรยากาศ ซึ่งควรใช้ภาพประกอบคำอธิบายเพื่อให้นักเรียนสรุปความรู้ได้ว่า ผลึกน้ำแข็งมีรูปร่างที่หลากหลาย โดยรูปร่างที่มีมากที่สุด ได้แก่ รูปร่างที่เป็นเกล็ดหกเหลี่ยม (hexagonal plate) และแท่งหกเหลี่ยม (hexagonal column)

5. ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยสืบค้นข้อมูลและร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถามต่อไปนี้



การเกิดอาทิตย์ทรงกลดเกี่ยวข้องกับผลึกน้ำแข็งในบรรยากาศอย่างไร

แนวคำตอบ อาทิตย์ทรงกลดเกิดจากการหักเหของแสงในผลึกน้ำแข็งที่ลอยกระจายตัวอยู่ในบรรยากาศในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยเฉพาะในกลุ่มเมฆชั้นสูง



อาทิตย์ทรงกลดมีกลไกการเกิดอย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อแสงอาทิตย์ส่องไปกระทบผลึกน้ำแข็งซึ่งกระจายตัวอยู่ในบรรยากาศ ผลึกน้ำแข็งจะทำหน้าที่เสมือนเป็นปริซึม เมื่อแสงผ่านเข้ามาในผลึกจึงเกิดการหักเหและสะท้อนภายในผลึกน้ำแข็ง แล้วกระจายแสงออกเป็นแสงสีต่าง ๆ เกิดเป็นวงแสง หรือส่วนโค้งที่มีแสงสว่างรอบดวงอาทิตย์ โดยแสงสีแดงซึ่งมีความยาวคลื่นมากที่สุด จะหักเหและกระจายแสงออกจากแนวเส้นทางเดินแสงเป็นมุมน้อยที่สุด เราจึงเห็นแสงสีแดงอยู่แถบในสุดของวงแสง

6. ครูนำภาพการเกิดอาทิตย์ทรงกลดหลากหลายรูปแบบ เช่น การทรงกลดแบบเต็มวงและไม่เต็มวง มาให้นักเรียนอภิปรายต่อว่า



เพราะเหตุใด วงแสงรอบอาทิตย์ทรงกลดจึงแตกต่างกัน

แนวคำตอบ วงแสงสามารถเกิดเป็นวงกลม วงรี หรืออาจเกิดไม่เต็มวงก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลึกน้ำแข็ง และความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของผลึกน้ำแข็งในบรรยากาศ

7. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเรื่องลักษณะวงแสงของอาทิตย์ทรงกลดที่แตกต่างกัน โดยเชื่อมโยงความรู้เดิมเรื่องผลึกน้ำแข็งในบรรยากาศ (ในข้อ 4) และใช้ภาพอธิบายเปรียบเทียบ เช่น วงแสงแบบเต็มวง เกิดจากการหักเหของแสงผ่านผลึกน้ำแข็งชนิดแท่งน้ำแข็งหกเหลี่ยม ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 20 ไมโครเมตร โดยผลึกน้ำแข็งเหล่านี้จะกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอและจัดเรียงตัวแบบ



ไร้ทิศทางในบรรยากาศ และเนื่องจากน้ำแข็งมีขนาดเล็กมาก จึงสามารถลอยตัวอยู่ในอากาศได้ ต่างจากกรณีการเกิดวงแสงแบบไม่เต็มวง หรือ ซันด็อก (Sundog) ซึ่งแสงจะหักเหผ่านผลึกน้ำแข็งที่เป็นเกล็ดน้ำแข็งหกเหลี่ยมที่มีขนาดใหญ่กว่า 30 ไมโครเมตร เนื่องจากผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่ จึงเคลื่อนตัวตกลงมาอย่างช้า ๆ และจัดเรียงตัวอยู่ในบรรยากาศในแนวระนาบ

8. สำหรับภาพที่แสดงการเกิดอาทิตย์ทรงกลมแบบเต็มวงที่มีวงแสง 2 วง นั้น ครูสามารถใช้ประกอบการอธิบายเพิ่มเติมร่วมกับภาพ 7.17 และ 7.18 ในหนังสือเรียนหน้า 135-136 เกี่ยวกับการเกิดวงแสงรอบดวงอาทิตย์ขนาดแตกต่างกัน ได้แก่ การเกิดอาทิตย์ทรงกลม แบบ 22 องศา (วงใน) และแบบ 46 องศา (วงนอก) ซึ่งในกรณีของการเกิดอาทิตย์ทรงกลมแบบ 22 องศา แสงจะเดินทางผ่านเข้ามาทางด้านข้างของแท่งน้ำแข็งหกเหลี่ยม ขนาดเล็กกว่า 20 ไมโครเมตร แล้วเกิดการหักเหออกจากผลึกเป็นมุม 22 องศาจากแนวเส้นแสง ผู้สังเกตจะเห็นวงแสงที่มุมมอง 22 องศา ส่วนการเกิดอาทิตย์ทรงกลมแบบ 46 องศา แสงจะเดินทางผ่านด้านหน้าของผลึกน้ำแข็งที่เป็นแท่งหกเหลี่ยม แล้วเกิดการหักเหเป็นมุมเอียง 90 องศาระหว่างสองด้านของผลึก ผู้สังเกตจะเห็นวงแสงที่มุมมอง 46 องศา ซึ่งอาทิตย์ทรงกลมในลักษณะนี้จะพบน้อยมาก

9. นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูล และอภิปรายว่า



อาทิตย์ทรงกลม และจันทร์ทรงกลมมีกลไกการเกิดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ปรากฏการณ์ทั้งสองมีกลไกการเกิดเหมือนกัน

ขั้นสรุป (20 นาที)


10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปความรู้ โดยควรสรุปได้ว่า อาทิตย์ทรงกลม และจันทร์ทรงกลมเกิดจากการหักเหของแสงผ่านผลึกน้ำแข็งซึ่งมีอยู่มากในเมฆชั้นสูง ทำให้เกิดวงแสงสีขาวหรือมีสีรอบดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้




เหตุใดเราจึงสามารถพบเห็นการเกิดอาทิตย์ทรงกลมและจันทร์ทรงกลมได้ บ่อยครั้งในช่วงที่อากาศเย็น

แนวคำตอบ เมื่ออากาศเย็นตัวลงมาก ละอองน้ำในอากาศจะแข็งตัวเป็นผลึกน้ำแข็งกระจายตัวในบรรยากาศ และเมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ส่องแสงทำมุมกับผลึกน้ำแข็งได้อย่างเหมาะสม ก็จะทำให้เกิดปรากฏการณ์อาทิตย์ทรงกลมและจันทร์ทรงกลมได้




 มีผู้กล่าวว่า โอกาสที่จะพบอาทิตย์ทรงกลดหลังเที่ยงนั้นมีน้อยมาก นักเรียนคิดว่า เป็นเพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ฝน้ำแข็งในบรรยากาศจะละลายจนหมด เมื่อถูกความร้อนจาก ดวงอาทิตย์


 ให้เปรียบเทียบความเหมือน และความแตกต่างของการเกิดรุ้ง กับอาทิตย์ทรงกลด และจันทร์ทรงกลด

แนวคำตอบ ความเหมือน – ทั้งสองปรากฏการณ์เกี่ยวข้องกับการหักเหของแสง จากดวงอาทิตย์ ความแตกต่าง – รุ้ง เกิดจากการหักเหของแสงในหยดน้ำ ในขณะที่อาทิตย์ทรงกลด และจันทร์ทรงกลดเกิดจากการหักเหของแสงผ่านผลึก น้ำแข็งในบรรยากาศ

 หากผลึกน้ำแข็งหกเหลี่ยมจัดเรียงตัวในบรรยากาศ ดังภาพ เมื่อแสงอาทิตย์ส่องมา กระทบผลึกน้ำแข็ง อาจทำให้เกิดปรากฏการณ์ใดบนท้องฟ้า โปรดอธิบาย



แนวคำตอบ จากภาพ แสดงการจัดเรียงตัวในแนวระนาบ ของผลึกน้ำแข็งชนิดเป็นเกล็ดหกเหลี่ยม ซึ่งเมื่อ แสงอาทิตย์ส่องมากระทบผลึกเหล่านี้ในมุมที่เหมาะสม แสงจะมีการหักเหและเกิดการกระจายแสงภายในผลึก น้ำแข็ง ทำให้เกิดอาทิตย์ทรงกลดแบบที่มีวงแสงไม่เต็มวง หรือชั้นด้อยก็ได้

 ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อลักษณะของวงแสงรอบดวงอาทิตย์ ขณะเกิดอาทิตย์ทรงกลด

แนวคำตอบ ชนิดของผลึกน้ำแข็ง ลักษณะการกระจายตัวของผลึกน้ำแข็งใน บรรยากาศ และลักษณะการจัดเรียงตัวของผลึกน้ำแข็ง



ข้อเสนอแนะสำหรับครู

ครูควรแนะนำให้นักเรียนระมัดระวังหากจะมองดูอาทิตย์ทรงกลมโดยตรง ๆ เพราะอาจเป็นอันตรายมากต่อสายตา เพื่อให้ปลอดภัยเวลามองควรจะใช้มือหรือหาวัตถุมาบดบังที่ดวงอาทิตย์ ดังแสดงในภาพประกอบ



เอกสารประกอบการสอน

1. ตัวอย่างข่าวที่สามารถนำมาใช้ในชั้นนำให้นักเรียนอภิปรายเรื่องอาทิตย์ทรงกลด

คนพิทยาตื่นพระอาทิตย์ทรงกลด

ที่มาของข่าว ASTV ผู้จัดการออนไลน์ 11 สิงหาคม 2553 15:06 น.



ภาพถ่ายจากโรงแรมมารีออคิด พัททยา

ศูนย์ข่าวศรีราชา- เกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติพระอาทิตย์ทรงกลดเหนือท้องฟ้า ประชาชนชาวเมืองพิทยาแตกตื่นพากันมองดูพร้อมถ่ายภาพที่ระลึก

ASTV ผู้จัดการออนไลน์ รายงานว่า ระหว่างวันของวันนี้ (11 ส.ค.) เกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ อาทิตย์ทรงกลดเกิดขึ้นบนท้องฟ้ากลางเมืองพิทยา ซึ่งสร้างความประหลาดใจและเรียกความสนใจจากประชาชนและนักท่องเที่ยวได้เป็นอย่างมาก

อย่างไรก็ตาม ในช่วงดึกของคืนที่ผ่านมา เกิดฝนตกอย่างต่อเนื่องในเขตเมืองพิทยาส่งผลให้สภาพอากาศในช่วงเช้ามืดข้างอิมคริม ก่อนมาช่วงสายมีแดดออกต่อเนื่องจนเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติดังกล่าว

ทั้งนี้ข่าวรายงานด้วยว่าประชาชนและนักท่องเที่ยวที่เห็นเหตุการณ์ส่วนใหญ่จะมีความประทับใจจนนำเอาโทรศัพท์มือถือมาถ่ายภาพ

2. ตัวอย่างภาพการเกิดอาทิตย์ทรงกลดหลากหลายรูปแบบ



<http://news.za.msn.com/article.aspx?cp-documentid=155140128>



http://farm2.static.flickr.com/1024/3171787670_bf925e5e44.jpg



<http://www.vcharkarn.com/uploads/114/114805.jpg>



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

1. ซันด็อก

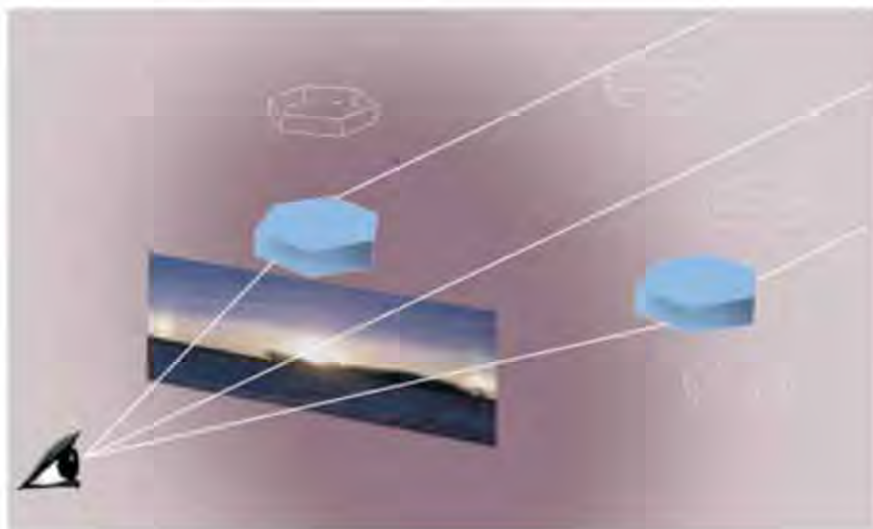
หลายท่านอาจได้มีโอกาสเห็นการเกิดปรากฏการณ์ที่ดูเสมือนว่ามีดวงอาทิตย์เกิดขึ้น 3 ดวง (ดังภาพ) แท้จริงแล้วปรากฏการณ์นี้ คือการเกิดอาทิตย์ทรงกลดแบบไม่เต็มวงนั่นเอง โดยเราจะเห็นเป็นแถบสีรุ้งสองแถบอยู่ขนานซ้ายขวาของดวงอาทิตย์ในแนวระนาบเดียวกับดวงอาทิตย์และขนานกับพื้นดิน ซันด็อก (sundog) มีชื่อวิทยาศาสตร์ในภาษาลาตินว่า Pahlia มาจากคำว่า par (แปลว่า อยู่ข้าง) และ helios (ดวงอาทิตย์) ซึ่งรวมกันหมายถึง อยู่ด้านข้างดวงอาทิตย์นั่นเอง

ซันด็อก เกิดจากการที่แสงจากดวงอาทิตย์หักเหผ่านเกล็ดน้ำแข็งหกเหลี่ยมที่มีขนาดใหญ่กว่า 30 ไมโครเมตร เนื่องจากผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่ จึงเคลื่อนตัวตกลงมาอย่างช้า ๆ และจัดเรียงตัวอยู่ในบรรยากาศในแนวระนาบ โดยแสงจะเดินทางผ่านเข้ามาทางด้านข้างของผลึกน้ำแข็ง และหักเหออกจากผลึกน้ำแข็งเป็นมุม 22 องศา



<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Sundogs - New Ulm-Edit1.JPG>

ซันด็อกจะพบได้ง่ายในเขตหนาว เช่น ทวีปแอนตาร์กติค และทวีปอาร์คติก เพราะในบรรยากาศจะมีเกล็ดน้ำแข็งขนาดใหญ่กระจายอยู่มาก อย่างไรก็ตามปรากฏการณ์นี้ก็เกิดได้ในเขตร้อนเช่นกัน แม้แต่ในประเทศไทย หากปรากฏการณ์ในลักษณะนี้เกิดขึ้นกับดวงจันทร์ เรียกว่าเกิด มูนด็อก (moon dog) แต่จะสังเกตเห็นได้ยาก เนื่องจากดวงจันทร์ต้องมีแสงสว่างมาก อีกทั้งต้องมีเมฆชั้นสูง เช่น เมฆซีร์โรสเตรตัสบังดวงจันทร์อยู่จึงจะเกิดมูนด็อกได้



2. จันทรทรางกลด กับคอโรนา

นอกจากการเกิดจันทรทรางกลด ปรากฏการณ์ทางแสงที่เกิดขึ้นกับดวงจันทร์อีก ปรากฏการณ์หนึ่งคือ คอโรนา (corona) โดยผู้สังเกตสามารถมองเห็นลักษณะของแสงสว่าง ชัดเจน กระจายอยู่รอบดวงจันทร์ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการกระเจิงของแสงผ่านหยดน้ำเล็ก ๆ รูปทรงกลมในบรรยากาศ โดยเฉพาะเมฆบางๆที่ปิดบังดวงจันทร์หรือแหล่งแสงอื่น อย่างไรก็ตาม ลักษณะทางแสงแบบนี้สามารถเกิดกับดวงอาทิตย์ได้เช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากแสงจากดวงอาทิตย์มีความสว่างมาก ทำให้ยากต่อการสังเกตคอโรนารอบดวงอาทิตย์ คอโรนาคือแตกต่างจาก ทรางกลด 22 องศา ตรงที่มีขนาดเชิงมุม (angular size) 10-30 องศา และวงสีจะตรงข้ามกันคือเริ่ม จากสีขาวน้ำเงินที่ขอบภายในจนเป็นสีแดงที่ขอบนอก

7.5 มิวราจ

ขั้นนำ (20 นาที)

1. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ เช่น


- ในช่วงกลางวัน ขณะที่รถแล่นบนถนน นักเรียนเคยสังเกตเห็นภาพเสมือนมีแอ่งน้ำ อยู่บนถนนหรือไม่ แต่เมื่อรถวิ่งเข้าไปใกล้แอ่งน้ำนั้น กลับพบว่าไม่มีแอ่งน้ำเลย

- ผู้ที่เดินทางในทะเลทราย อาจเห็นในระยะไกลว่า บริเวณข้างหน้ามีแหล่งน้ำ หรือ ที่เรียกว่า โอเอซิส อยู่ แต่เมื่อเดินทางเข้าไปใกล้ กลับพบว่าไม่มีแอ่งน้ำอยู่เลย เป็นพื้นที่ทะเลทราย เปล่า ๆ เท่านั้น

- ในเวลากลางคืน ผู้ที่อยู่ในทะเลทราย อาจมองเห็นเมือง ลอยอยู่เหนือพื้นทรายได้ ในขณะที่ความเป็นจริงแล้ว บริเวณนั้นไม่มีสิ่งก่อสร้างใด ๆ ตั้งอยู่เลย

แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายร่วมกันว่า

 นักเรียนเคยมีประสบการณ์เห็นภาพลวงตาบ้างหรือไม่

 จากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ยกมา นักเรียนคิดว่า การเกิดภาพลวงตาเหล่านี้เกิดจาก สาเหตุใด

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า การเกิดภาพลวงตานี้ เรียกว่า มิวราจ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแสง

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อทบทวนความรู้เดิมเรื่องสมบัติของแสง (หัวข้อ 7.1 ในหนังสือเรียน หน้า 123) ว่าสมบัติของแสงมีอะไรบ้าง และแต่ละประเภทเป็นอย่างไร



ขั้นตอน (2 ชั่วโมง)

4. ครูนำเสนอและอธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดทดลองการเกิดมिरาจ ซึ่งจะใช้ทำกิจกรรมเพื่ออธิบายว่ามिरาจเกิดขึ้นได้อย่างไร แล้วให้นักเรียนร่วมกันศึกษาชุดทดลองการเกิดมिरาจ

5. ครูสาธิตการประกอบชุดอุปกรณ์ จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม โดยประกอบชุดอุปกรณ์ตามวิธีการและขั้นตอนที่ครูแนะนำ

6. นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรม 7.2 เรื่องการเกิดมिरาจ โดยใช้ชุดอุปกรณ์ที่ประกอบขึ้น และสำรวจตรวจสอบว่า มिरาจเกิดขึ้นได้อย่างไร

กิจกรรม 7.2 การเกิดมिरาจ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง สังเกตและอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเมื่อหมุนปรับชุดอุปกรณ์การเกิดมिरาจ
2. อภิปรายและอธิบายการเกิดภาพจากชุดอุปกรณ์การเกิดมिरาจ
3. อภิปรายและอธิบายการเกิดมिरาจ

เวลา 1.5 ชั่วโมง

วัสดุ – อุปกรณ์

1. ชุดอุปกรณ์การเกิดมिरาจ
2. ภาพที่ใช้ติดบนชุดอุปกรณ์ เช่น ภาพต้นไม้
3. เทปใส
4. หลอดนํ้า
5. น้ำสี

วิธีทำกิจกรรม

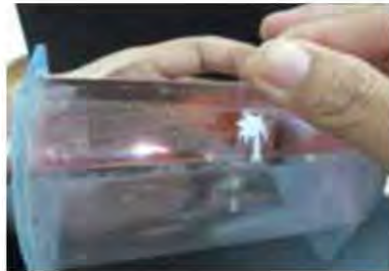
1. ประกอบชุดอุปกรณ์การเกิดมिरาจ (ตามขั้นตอนที่ครูแนะนำ)



2. ใช้หลอดฉีดยาฉีดน้ำสีเติมลงไปในชุดอุปกรณ์ที่แบ่งครึ่งไว้เพียงหนึ่งด้านจนเต็ม จากนั้นติดเทปใสทับรูที่เจาะไว้สำหรับเติมน้ำสี



3. เอียงชุดอุปกรณ์ลงในแนวนอน ติดภาพลงที่จุดกึ่งกลาง ตามแนวรอยต่อระหว่างชั้นน้ำกับชั้นอากาศ โดยให้ชั้นน้ำสีอยู่ด้านบน



4. จับชุดอุปกรณ์ให้เอียงในแนวนอน โดยให้ชั้นน้ำสีอยู่ด้านบน หันด้านที่ติดรูปภาพอยู่ด้านนอก มองภาพในแนวระดับ จากนั้นค่อย ๆ หมุนปรับชุดอุปกรณ์ขึ้น-ลง แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของภาพที่มองเห็น



5. หมุนปรับชุดอุปกรณ์ให้ชั้นอากาศขึ้นไปอยู่ด้านบน แล้วสังเกตภาพ เช่นเดียวกับข้อ 4




6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และตอบคำถามท้ายกิจกรรม



ผลการทำกิจกรรม

กิจกรรมนี้เป็นการทำการทดลองเพื่อศึกษาหลักการของการเกิดมिरาจ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ เนื่องจากการหักเหของแสงผ่านอากาศระดับชั้นต่าง ๆ ที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน ทำให้เรามองเห็นภาพของวัตถุภายในตำแหน่งที่ต่างออกไปจากตำแหน่งจริง กิจกรรมนี้เป็นการทดลองเลียนแบบการเกิดมिरาจในธรรมชาติ โดยในชุดอุปกรณ์การเกิดมिरาจจะแบ่งเป็นชั้นน้ำ และชั้นอากาศเพื่อแทนระดับความหนาแน่นของอากาศที่แตกต่างกัน ชั้นน้ำจะแทนตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก ส่วนชั้นอากาศจะแทนตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย


จากกิจกรรม ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามต่อไปนี้

 เมื่อปรับชุดอุปกรณ์ให้ชั้นน้ำอยู่ด้านบน ภาพที่เห็นในแนวระดับ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อหมุนปรับชุดอุปกรณ์ขึ้นและลง

แนวคำตอบ เมื่อค่อย ๆ หมุนปรับชุดอุปกรณ์ลงประมาณ 45 องศา จะสังเกตเห็นภาพวัตถุหัวกลับปรากฏบนแผ่นพลาสติกใสที่กั้นตรงกลาง แต่เมื่อหมุนปรับชุดอุปกรณ์ขึ้น จะไม่เห็นภาพวัตถุที่พลาสติกใสที่กั้นกลาง




ภาพต้นไม้หัวกลับที่เกิดขึ้นบนแผ่นพลาสติกกั้นกลาง เมื่อหมุนปรับระบอบพลาสติกลง

 เมื่อปรับชุดอุปกรณ์ให้ชั้นน้ำอยู่ด้านล่าง ภาพที่เห็นในแนวระดับ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อค่อย ๆ หมุนปรับชุดอุปกรณ์ขึ้นและลง

แนวคำตอบ เมื่อค่อย ๆ หมุนปรับชุดอุปกรณ์ขึ้นประมาณ 45 องศา จะสังเกตเห็นภาพวัตถุหัวกลับปรากฏบนแผ่นพลาสติกใสที่กั้นตรงกลาง แต่เมื่อหมุนปรับชุดอุปกรณ์ลง จะไม่เห็นภาพวัตถุที่พลาสติกใสที่กั้นกลาง



ภาพต้นไม้อันหัวกลับที่เกิดขึ้นบนแผ่นพลาสติกกั้นกลาง เมื่อหมุนปรับระบอบพลาสติกขึ้น

 ก่อนหมุนปรับชุดอุปกรณ์ การที่เรามองเห็นภาพวัตถุจากชุดอุปกรณ์ สามารถอธิบายโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติของแสงได้อย่างไร


แนวคำตอบ แสงเดินทางไปตามทศกัรทบวัตถุ จากนั้นแสงสะท้อนออกมาและเดินทางเป็นเส้นตรงเข้าตาเรา

 การเปลี่ยนแปลงของภาพที่เกิดขึ้นเมื่อหมุนปรับชุดอุปกรณ์ เกิดได้อย่างไร

แนวคำตอบ การเห็นภาพวัตถุหัวกลับปรากฏที่แผ่นพลาสติกกั้นกลางเนื่องจากแสงสะท้อนจากภาพวัตถุ เดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน ทำให้แสงค่อย ๆ หักเหและเดินทางเป็นเส้นโค้ง ผู้สังเกตจึงมองเห็นภาพวัตถุหัวกลับ ในชุดอุปกรณ์การเกิดมिरาจที่ปรับให้ชั้นน้ำอยู่บน เมื่อหมุนปรับชุดอุปกรณ์ลงจนได้มุมที่เหมาะสมแสงสะท้อนจากภาพวัตถุจะเดินทางเป็นเส้นโค้งผ่านตัวกลางพลาสติกและน้ำ ตกกระทบบนระนาบรอยต่อระหว่างตัวกลางน้ำที่มีความหนาแน่นมาก และอากาศที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า ทำให้ลำแสงนั้นสะท้อนกลับผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกันอีกครั้งก่อนที่จะเดินทางเป็นเส้นโค้งเข้าสู่ตาของเรา และทำให้เห็นเป็นภาพหัวกลับ สำหรับชุดอุปกรณ์การเกิดมिरาจที่ปรับให้ชั้นอากาศอยู่บน ก็สามารถใช่หลักการเดียวกันนี้ในการอธิบายการเห็นภาพสะท้อนหัวกลับที่ปรากฏบนแผ่นพลาสติกกั้นกลาง

 มिरาจเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ การหักเหและเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงเมื่อเดินทางผ่านอากาศระดับชั้นต่าง ๆ ที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน

 สามารถเปรียบเทียบสถานการณ์การเห็นภาพเสมือนแอ่งน้ำบนถนน กับชุดอุปกรณ์การเกิดมिरาจได้อย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อถนนร้อนจัด ทำให้อากาศเหนือพื้นผิวมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศด้านล่างมาก แสงที่เดินทางผ่านอากาศที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันตามระดับความสูง จึงค่อย ๆ หักเห และเดินทางเป็นเส้นโค้ง และเกิดการสะท้อนกลับ ทำให้เห็นภาพสะท้อนของท้องฟ้าจนทำให้ดูเหมือนมีแอ่งน้ำบนพื้นถนน ซึ่งเทียบเคียงกับชุดอุปกรณ์การเกิดมिरาจที่หมุนปรับให้ชั้นอากาศซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าอยู่ด้านล่าง แทนอากาศร้อนบนพื้นถนน และชั้นน้ำซึ่งมีความหนาแน่นมากอยู่ด้านบน แทนอากาศเย็นในบริเวณที่เหนือผิวนถนนขึ้นไป



7. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเรื่อง การแบ่งประเภทของมिरาจ เป็นมिरาจแบบภาพอยู่ด้านล่าง และมिरาจแบบภาพอยู่ด้านบน แล้วให้นักเรียนศึกษาเรื่องมिरาจจากหนังสือเรียนหน้า 140-143

ขั้นสรุป (40 นาที)

8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ โดยควรสรุปได้ว่า มिरาจเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ทำให้มองเห็นภาพในตำแหน่งที่ต่างออกไปจากตำแหน่งจริง โดยเกิดจากการหักเหของแสงผ่านอากาศที่มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามในประเด็นต่าง ๆ ต่อไปนี้



การเห็นภาพเอ็งน้ำในทะเลทราย สามารถอธิบายได้อย่างไร



มिरาจภาพอยู่ด้านล่าง

แนวคำตอบ ปรากฏการณ์นี้เป็นการเกิดมिरาจแบบภาพอยู่ด้านล่าง ในเวลากลางวัน อากาศเหนือทะเลทรายร้อนจัดเมื่อเปรียบเทียบกับอากาศที่อยู่สูงขึ้นไป ทำให้มีความแตกต่างของความหนาแน่นของอากาศในระดับชั้นต่าง ๆ เกิดขึ้น แสงที่เดินทางผ่านอากาศที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน จึงค่อย ๆ หักเห และเดินทางเป็นเส้นโค้ง และเกิดการสะท้อนกลับ ทำให้เห็นภาพสะท้อนของท้องฟ้าจนทำให้ดูเหมือนมีเอ็งน้ำในทะเลทราย



ในชีวิตประจำวัน อาจพบมिरาจแบบภาพอยู่ด้านล่างในที่ใดอีกบ้าง

แนวคำตอบ การเห็นโอเอซิสในทะเลทราย การเห็นหนองน้ำในทุ่งหญ้าที่แห้งแล้ง และร้อนจัดในเวลากลางวัน การเห็นภาพเหนือเปลวไฟขณะจุดไฟที่เตาถ่านหรือ ก่อกองไฟมีลักษณะ बुดเบียวหรือสั้นระยิบ




www.kaleidosconeskv.net/nhotomirages.htm


ภาพลวงตาของเรือที่ลอยหัวกลับอยู่เหนือเรือที่ลอยอยู่ในทะเล






มึราจภาพอยู่ด้านบน

 นักเรียนจะอธิบายการเห็นภาพลวงตาของเรือที่ลอยกลับหัวนี้ได้ได้อย่างไร
แนวคำตอบ ภาพนี้แสดงการเกิดมึราจแบบภาพอยู่ด้านบน อุณหภูมิของอากาศเหนือผิวน้ำทะเลมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจากอากาศด้านบน ทำให้แสงเดินทางเป็นเส้นโค้งผ่านอากาศที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน ผู้สังเกตจึงมองเห็นภาพเรือในลักษณะหัวกลับและลอยสูงอยู่เหนือเรือจริงที่ลอยอยู่ในทะเล

 มีผู้กล่าวว่า การที่มีผู้พบเห็นยูเอฟโอ หรือจานบินของมนุษย์ต่างดาวบินอยู่ในท้องฟ้า อาจเกี่ยวข้องกับการเกิดมึราจ นักเรียนคิดว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ อาจเป็นไปได้ หากในบริเวณดังกล่าวมีความหนาแน่นของอากาศในระดับชั้นต่าง ๆ แตกต่างกัน อาจทำให้เกิดมึราจแบบภาพอยู่ด้านบน ที่ทำให้เกิดภาพสะท้อนหัวกลับของวัตถุใดวัตถุหนึ่งปรากฏลอยสูงจากตำแหน่งเดิม เมื่อคนมองเห็นภาพดังกล่าวในท้องฟ้า จึงอาจจินตนาการว่าเป็นภาพยูเอฟโอ

 นักเรียนจะใช้ความรู้เรื่องมึราจ อธิบายการมองเห็นภาพแมวผ่านแก้วในลักษณะที่ปรากฏในภาพได้อย่างไร



แนวคำตอบ จากภาพจะเห็นภาพแมวหัวตั้งและหัวกลับ แสดงว่าของเหลวในแก้วต้องมีความหนาแน่นไม่เท่ากันในระดับชั้นต่าง ๆ แสงสะท้อนจากแมวจึงเกิดการหักเหและเดินทางเป็นเส้นโค้งผ่านแก้วและของเหลวที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน และสะท้อนกลับเข้าสู่ตาเราจนเห็นเป็นภาพดังกล่าว

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/Cat_Mirage.jpg



ข้อเสนอแนะสำหรับครู

หากต้องการลดเวลาในการทำกิจกรรม ครูอาจเป็นผู้เตรียมชุดอุปกรณ์การเกิดมิราจไว้ล่วงหน้า ในกรณีที่ให้นักเรียนประกอบชุดอุปกรณ์เอง ควรให้นักเรียนใช้น้ำยาประสานพลาสติกอย่างระมัดระวังเนื่องจากเป็นสารเคมีประเภทตัวทำละลาย ขณะใช้จึงควรสวมอุปกรณ์ป้องกันการสัมผัสกับสารเคมี เช่น แว่นตา และถุงมือ

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ออโรรา

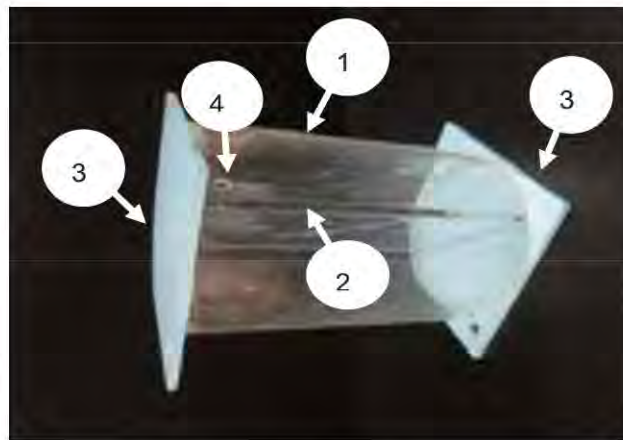
ออโรรา (aurora) หรือในบางครั้งเรียกว่าแสงเหนือ หรือแสงใต้ ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิด ออโรราไม่ได้เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการหักเห การกระเจิง หรือการสะท้อนของแสง แต่เกิดจากอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในอวกาศรอบ ๆ โลก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกอิเล็กตรอนและอนุภาคบวกที่อยู่รอบ ๆ สนามแม่เหล็กโลกเคลื่อนผ่านชั้นบรรยากาศ ไปตามแนวสนามแม่เหล็กโลกแล้วพุ่งไปยังบรรยากาศชั้นบนเข้าชนกับอะตอมของแก๊สในบรรยากาศ แล้วปลดปล่อยรังสีในช่วงความยาวคลื่นที่ตามองเห็นได้ (400-700 นาโนเมตร) ทำให้เราเห็นเป็นแสงปรากฏในท้องฟ้า ออโรรามักจะปรากฏบนท้องฟ้าในช่วงเวลากลางคืนแถบขั้วโลกซึ่งมีขั้วของสนามแม่เหล็กโลก โดยเกิดขึ้นที่ความสูงจากพื้นโลกประมาณ 100 ถึง 200 กิโลเมตร บริเวณบรรยากาศชั้นบนที่อยู่ใกล้กับอวกาศ



<http://apod.nasa.gov/apod/ap08080>

ภาพ ออโรรา

การประกอบชุดอุปกรณ์การเกิดมิมิราจ



ชุดอุปกรณ์การเกิดมิมิราจ

ส่วนประกอบของชุดอุปกรณ์

1. ภาชนะพลาสติกรูปทรงกระบอกใส เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 นิ้ว
2. แผ่นพลาสติกใสก้นตรงกลาง
3. แผ่นพลาสติกสำหรับทำฝาปิดปลายทั้งสองของทรงกระบอก
4. รูเปิดสำหรับเติมน้ำเข้าภายในภาชนะ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร
5. น้ำยาประสานพลาสติก

วิธีประกอบอุปกรณ์

1. วางแผ่นพลาสติกใสก้นตรงกลางกระบอกพลาสติกตามแนวเส้นผ่าศูนย์กลาง โดยใช้ น้ำยาประสานพลาสติกเป็นตัวประสานแต่ละชิ้นส่วนในชุดอุปกรณ์เข้าด้วยกัน
2. เจาะรูขนาดเล็กที่ด้านใดด้านหนึ่งของกระบอกพลาสติก สำหรับเติมน้ำเข้าภายในภาชนะ
3. วางแผ่นพลาสติกปิดปลายทั้งสองข้างของกระบอก ใช้ น้ำยาประสานพลาสติกเชื่อมติดแผ่นพลาสติกเข้าด้วยกัน

หมายเหตุ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของชุดอุปกรณ์ และขนาดของรูที่เจาะสำหรับเติมน้ำลงไป อาจปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม



เฉลยคำถามท้ายบท

1. อธิบายสาเหตุที่ทำให้เรามองเห็นท้องฟ้ามีสีฟ้าในเวลากลางวัน และท้องฟ้ามีสีส้มแดงในบริเวณใกล้ดวงอาทิตย์ ช่วงที่ดวงอาทิตย์ขึ้นและตก

แนวคำตอบ ในเวลากลางวันแสงจากดวงอาทิตย์จะส่องผ่านบรรยากาศลงมาด้วยระยะทางที่สั้น เมื่อแสงขาวตกกระทบกับอนุภาคของอากาศ แสงสีม่วงและสีน้ำเงินซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นจึงกระเจิงออกมาจากแสงขาวได้มากที่สุด ทำให้เรามองเห็นท้องฟ้าเป็นสีฟ้า แต่ในช่วงเช้าและเย็น แสงเดินทางผ่านบรรยากาศเป็นระยะทางที่ยาวกว่าในเวลากลางวัน แสงที่มีคลื่นสั้นจึงตกกระทบกับอนุภาคของอากาศมากมายในบรรยากาศจนกระเจิงออกไปหมด เหลือเพียงแสงคลื่นยาว เช่น แสงสีเหลือง แสงสีแดง และแสงส้มแดง ที่ผ่านเข้ามาในบรรยากาศและกระเจิงออกไปบนท้องฟ้า ทำให้มองเห็นท้องฟ้าเป็นสีส้มแดง

2. ทำไมในช่วงปกติเมฆจึงมีสีขาว แต่ในช่วงใกล้ฝนตกเมฆจึงมีสีเทาดำ

แนวคำตอบ ตามปกติ เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านเข้าไปในเมฆ แสงจะกระทบกับละอองน้ำขนาดเล็กจำนวนมากภายในเมฆ แล้วเกิดการกระเจิงแสงทุกความยาวคลื่นออกมาในทุกทิศทาง ทำให้มองเห็นเมฆเป็นสีขาว แต่ในช่วงใกล้ฝนตก ในบริเวณใกล้ฐานเมฆจะมีละอองน้ำขนาดใหญ่จำนวนมาก ทำให้แสงไม่สามารถส่องผ่านได้ ภายในเมฆจึงเกิดการกระเจิงแสงน้อยมากและแสงจะถูกดูดกลืนโดยหยดน้ำภายในเมฆ เราจึงมองเห็นเมฆเป็นสีเทาดำ

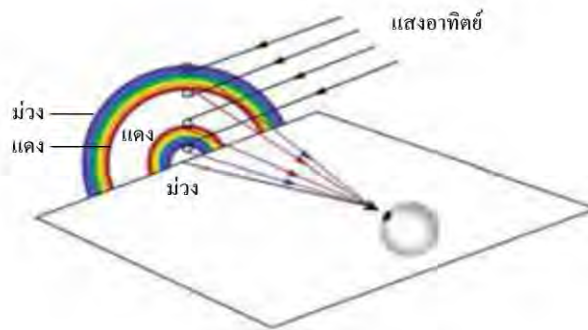
3. เราได้เรียนรู้ว่า การกระเจิงแสงแบบเรย์เลย์นั้น เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสีของท้องฟ้าในช่วงเวลาต่างๆ แล้วการกระเจิงแสงแบบอื่นจะส่งผลกับสีบนท้องฟ้าหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ การกระเจิงแสงแบบมี เกิดขึ้นเมื่อขนาดของอนุภาคใกล้เคียงกับความยาวคลื่นสามารถใช้อธิบายการที่เราเห็นท้องฟ้าดูขุ่นมัว เนื่องจากมีพวกละอองลอยอยู่ในอากาศมาก เช่น ในเขตโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับการกระเจิงแสงเชิงเรซาคณิต เกิดขึ้นเมื่ออนุภาคมีขนาดใหญ่กว่าความยาวคลื่นแสงที่ตกกระทบ เป็นผลให้แสงทุกความยาวคลื่นเกิดการกระเจิงออกมาในอัตราที่ใกล้เคียงกัน สามารถใช้อธิบายการที่เมฆเป็นสีขาวหรือสีเทาก่อนฝนตกได้

4. เพราะเหตุใดเราจึงเห็นรุ้งในด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์

แนวคำตอบ เนื่องจากกลไกการเกิดรุ้งนั้น เกิดจากแสงอาทิตย์ต้องส่องไปกระทบหยดน้ำ แล้วเกิดการหักเหเข้าสู่หยดน้ำและสะท้อนแสงในหยดน้ำ ก่อนที่แสงจะหักเหเข้าสู่ตาเรา ดังนั้นผู้สังเกตต้องยืนหันหลังให้กับดวงอาทิตย์ ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการที่แสงหักเหกลับมาสู่ตา จึงจะเห็นรุ้งปรากฏอยู่ด้านหน้าได้





5. เมื่อเราสเปรย์น้ำไปในอากาศ ในบางครั้งจะเห็นว่ามีรุ้งเกิดขึ้น เพราะเหตุใดเราจึงมองเห็นรุ้งเกิดขึ้นในบางครั้งเท่านั้น

แนวคำตอบ การจะเห็นรุ้งได้ ผู้สังเกตต้องอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยแสงต้องส่องมาจากทางด้านหลังของผู้สังเกต และมุมที่สังเกตไม่สูงจากพื้นมากนัก

6. หากลองสังเกตการเกิดอาทิตย์ทรงกลด จะพบว่าแสงเรืองรอบดวงอาทิตย์จะมีสีแดงอยู่ด้านในวง นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ อาทิตย์ทรงกลดเกิดจากการหักเหของแสงผ่านผลึกน้ำแข็งซึ่งเปรียบเสมือนเป็นปริซึม เมื่อแสงขาวผ่านผลึกน้ำแข็ง แสงสีแดงซึ่งมีความยาวคลื่นมากที่สุดจะหักเหและกระจายแสงออกจากแนวเส้นทางเดินแสงเป็นมุมน้อยที่สุด เราจึงเห็นแสงสีแดงอยู่แถบในสุดของวงแสงรอบอาทิตย์ทรงกลด

7. เราอาจพบเห็นลักษณะแสงเรือง รอบดวงอาทิตย์ในขณะที่เกิดอาทิตย์ทรงกลด เป็นแนวโค้งหลากหลายรูปแบบ การเกิดอาทิตย์ทรงกลดแบบเต็มวง และแบบไม่เต็มวง ขึ้นอยู่กับอะไร มีลักษณะการเกิดแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ ลักษณะวงแสง จะขึ้นอยู่กับชนิดของผลึกน้ำแข็ง และการเรียงตัวของผลึกน้ำแข็งที่กระจายอยู่ในอากาศ อาทิตย์ทรงกลดแบบเต็มวงเกิดจากการหักเหของแสงผ่านแท่งน้ำแข็งหกเหลี่ยมที่มีขนาดเล็ก ซึ่งกระจายตัวแบบไร้ทิศทางในอากาศ ส่วนอาทิตย์ทรงกลดแบบไม่เต็มวง (ชั้นด้อย) เกิดเมื่อแสงหักเหผ่านเกล็ดน้ำแข็งหกเหลี่ยมที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งเรียงตัวอยู่ในอากาศในแนวระนาบ

8. มिरราจ เกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ การหักเหและเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงเมื่อเดินทางผ่านอากาศระดับชั้นต่าง ๆ ที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน



9. ทำไมในวันที่ท้องฟ้าโปร่ง อากาศร้อนและแห้ง เราจึงมองเห็นผิวถนนมีลักษณะเปียก
ขณะขับรถ

แนวคำตอบ ปรากฏการณ์นี้เป็นการเกิดมिराजแบบภาพอยู่ด้านล่าง เมื่ออากาศใกล้พื้นมี
อุณหภูมิสูงกว่าอากาศด้านบนมาก แสงที่เดินทางผ่านอากาศที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน
ตามระดับความสูง จึงค่อย ๆ หักเห และเดินทางเป็นเส้นโค้ง และเกิดการสะท้อนกลับ
เห็นเป็นภาพสะท้อนของท้องฟ้าบนพื้นถนน จนทำให้ดูเหมือนมีแอ่งน้ำบนพื้นถนนได้

10. มिराजแบบภาพอยู่บน สามารถเกิดเหนือพื้นที่ที่มีท้องฟ้าโปร่งและอากาศร้อนได้หรือไม่
เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ตามหลักการการเกิดมिराजแบบภาพอยู่บนนั้น เกิดจากการที่อุณหภูมิเหนือ
พื้นผิวต่ำกว่าอุณหภูมิจองอากาศที่อยู่สูงขึ้นไป หากอุณหภูมิเหนือผิวมีอุณหภูมิสูง จึงอาจ
เกิดมिराजแบบภาพอยู่ด้านล่าง



แหล่งเรียนรู้

1. กรมอุตุนิยมวิทยา <http://www.tmd.go.th/index.php>
2. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ <http://www.cmmet.tmd.go.th/index1.php>
3. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง <http://www.ubonmet.org/>
4. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก <http://www.songkhla.tmd.go.th/>
5. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก <http://www.phuketmet.tmd.go.th/>
6. สำนักภูมิสารสนเทศอุตุนิยมวิทยา <http://www.arcims.tmd.go.th/>
7. สำนักอุตุนิยมวิทยาการบิน <http://www.aeromet.tmd.go.th/>
8. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาทางทะเล <http://www.marine.tmd.go.th/thai/>
9. ศูนย์ตรวจวิเคราะห์โอโซนและ รังสี สำนักตรวจและเฝ้าระวังสภาวะอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา <http://ozone.tmd.go.th/>
10. องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก http://www.wmo.int/pages/index_en.html
11. Weather and atmospheric science history <http://www.usatoday.com/weather/whistory.htm>
12. Atmospheric science resources <http://www.usatoday.com/weather/resources/basics/wworks0.htm>
13. Tropical Storms, Worldwide <http://www.solar.ifa.hawaii.edu/Tropical/>



บรรณานุกรม

- Ahrens, C. D. 2000. **Essentials of Meteorology: An Invitation to the Atmosphere**. 3rd ed. USA : Wadsworth Publishing Company.
- Ahrens, C.D. 2007. **Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment**. 8th ed. Canada: Thomson Brooks/ Cole.
- Konvicka, T. 1999. **Teacher's Weather Sourcebook**. USA: Teacher Ideas Press.
- Williams, J. 1997. **The Weather Book: An Easy to Understand Guide to the USA's Weather**. USA: Vintage Books.
- Brown, J., Colling, A., Park, D., Phillips, J., Rothery, D., & Wright, J. 1989. **Ocean Circulation**. USA: Pergamon Press.
- โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. **สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่ม 34. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ.**
- เอเดน, ฟิลิป และ ทวิสต์, คลินท์. 2548. **ลมฟ้าอากาศ**. แปลโดย เปรมจิตต์ แทนสถิตย์. กรุงเทพฯ: บริษัทนานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์ จำกัด.
- ราชบัณฑิตยสถาน. 2549. **พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน และเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2550. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คู่มือครู ช่วงชั้นที่ 2 วิทยาศาสตร์โลกธรรมชาติและชีวิต**. ผลิตโดย บริษัทอินเทอร์เน็ตเอ็ดดูเคชั่น ซัพพลายส์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คู่มือครู ช่วงชั้นที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกธรรมชาติและชีวิต**. ผลิตโดย บริษัทอินเทอร์เน็ตเอ็ดดูเคชั่น ซัพพลายส์.
- www.lesaproject.com
- www.nasa.gov
- www.tmd.go.th
- www.noaa.gov/
- www.srh.weather.gov/srh/jetstream/synoptic/clouds_max.htm



คณะกรรมการพัฒนาคู่มือครู โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 รายวิชาเพิ่มเติม เล่ม 2

คณะกรรมการพัฒนาคู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

นายสุพจน์	วุฒิสภาน	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางเบ็ญจวรรณ	ศรีเจริญ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางอุทัย	เพลงวัฒนา	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.นันทวัน	นันทวนิช	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวกมลนารี	ลายคราม	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวสุภัทสรณ์	รุ่งศรี	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวไศภิตา	จันทร์ศรี	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางมนัญญา	แสงพันธุ์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวจินจุพาท	โชติพิทยสุนนท์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะกรรมการคู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ดร.สงกรานต์	อักษร	กรมอุตุนิยมวิทยา
ผศ.ดร.ปราโมทย์	โศจิสุภร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นางสาวบุศราศิริ	ชนะ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายสุพจน์	วุฒิสภาน	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่ปรึกษา

ดร.พรพรรณ	ไวทยางกูร	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.ปรีชาญ	เดชศรี	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นายณรงค์ศิลป์	รูปพนม	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ดร.จารุวรรณ	แสงทอง	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



คำสำคัญในการสืบค้น

คำศัพท์	หน้า
มิราจ	4
ละอองลอย	118
มวลอากาศ	135
ความชื้นของความกดอากาศ	175
เมฆ	191
อนุภาคแกนกลางการควบแน่น	58
แนวปะทะอากาศ	60
แนวปะทะอากาศอุ่น	76
แนวปะทะอากาศเย็น	76
แนวปะทะอากาศรวม	76
แรงคอริโอลิส	100
ไซโคลน	100
จุดน้ำค้าง	133
พายุฝุ่น	149
เอลนีโญ	5
ลานีญา	5
ตาพายุ	100
ปรากฏการณ์เรือนกระจก	102
แก๊สเรือนกระจก	102
ระดับการควบแน่น	60
ฝน	61

คำสำคัญในการสืบค้น

คำศัพท์	หน้า
ฟ้าร้อง	99
พายุฝนฟ้าคะนอง	2
พายุทอร์นาโด	87
ลมคา	95
ทัศนวิสัย	144
ลมฟ้าอากาศ	169
ลมเหนือ	61
บรรยากาศ (ชั้นบรรยากาศ)	62
โทรโพสเฟียร์	1
สตราโทสเฟียร์	1
มีโซสเฟียร์	1
เทอร์โมสเฟียร์	1
โอโซน	17
ระบบลมโลก (การหมุนเวียนของระบบลมโลก)	41
เฟอริลเซลล์	39
โพลาร์เซลล์	39
ร่องความกดอากาศต่ำ	168
น้ำชั้นบน	45
น้ำชั้นล่าง	45
เทอร์โมไคลน	45
น้ำท่า	48

คำสำคัญในการสืบค้น

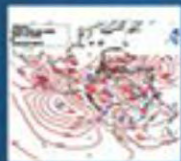
คำศัพท์	หน้า
การหมุนเวียนของกระแสไฟฟ้า	53
น้ำฝน	54
น้ำจืด	46
เสถียรภาพของอากาศ	67
อากาศมีเสถียรภาพ	69
อากาศไม่มีเสถียรภาพ	70
มวลอากาศเย็น	73
มวลอากาศอุ่น	73
พายุฟ้าคะนอง	148
พายุหมุนเขตร้อน	5
มรสุม	5
มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	11
มรสุมตะวันตกเฉียงใต้	11
ร่องมรสุม	95
ดัชนีค่าความชื้น	123
การตรวจอากาศผิวพื้น	172
แผนที่อากาศ	175
รังสีภูมิ	186
รังสีหตุภูมิ	186
อาทิตย์ทรงกลด และจันทร์ทรงกลด	190
ละติจูด	135

คำสำคัญในการสืบค้น

คำศัพท์	หน้า
เมฆมุก	29
เส้นศูนย์สูตร	34
ความกดอากาศต่ำ	83
ความกดอากาศสูง	96
คอนเทรล	80
บอลูนหยั่งอากาศ	179
มวลอากาศ	2
พายุดีเปรสชัน	156
พายุโซนร้อน	156
พายุไต้ฝุ่น	156
เฮอริเคน	85
ปะการังฟอกขาว	107
ภาวะโลกร้อน	109
ภาวะโลกเย็น	118
ฟ้าผ่า	176
ออโรรา	204
คอโรนา	197
เมฆคิวมูโลนิมบัส; เมฆฝนฟ้าคะนอง	10
เมฆคิวมูลัส	10



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ



ศึกษากันต์พานิชย์
พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว
นายสันติภาพ อินทรพิฒน์ ผู้พิมพ์และผู้จัดการ



www.sukasapan.or.th