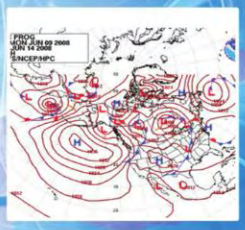
หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

เล่ม ๒



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

กระทรวงศึกษาธิการ

สสวท

๕๐.-

Chalong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๒

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

ISBN 978-974-01-9542-9

พิมพ์ครั้งที่หนึ่ง ๒๕๐,๐๐๐ เล่ม

พ.ศ. ๒๕๕๔

องค์การค้าของ สกสค. จัดพิมพ์จำหน่าย

พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว

๒๒๔๙ ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

Inw Tong Physics

ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

ประกาศสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
เรื่อง อนุญาตให้ใช้สื่อการเรียนรู้ในสถานศึกษา

ด้วยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดทำโครงสร้างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม และจัดทำหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ สำหรับให้สถานศึกษาพิจารณาเลือกใช้เทียบเคียงกับหลักสูตรของสถานศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้พิจารณาแล้วอนุญาตให้ใช้ในสถานศึกษาได้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๐ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๓

(นายชินภัทร ภูมิรัตน)
เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เล่ม ๒ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ - ๖ นี้ จัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งได้จัดทำโครงสร้างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมที่ประกอบด้วยโครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติม และคำอธิบายรายวิชาที่มีทั้งผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อให้สถานศึกษาได้เทียบเคียงกับหลักสูตรของสถานศึกษาและพิจารณาเลือกใช้หนังสือนี้ประกอบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาของตนได้ตามความเหมาะสม

เนื้อหาของหนังสือเป็นเรื่องเกี่ยวกับบรรยากาศ ประกอบด้วยเนื้อหาความรู้ที่เป็นหลักการพื้นฐานที่จำเป็น มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสำรวจตรวจสอบ การปฏิบัติ การทดลอง การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย อันจะก่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้และการดำรงชีวิต

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเรียนเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนบุคคลและหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้

(นายชินภัทร ภูมิรัตน)
เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
๒๐ ธันวาคม ๒๕๕๓

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

คำชี้แจง

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

หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ ประกอบด้วยหนังสือเรียน จำนวน ๓ เล่ม เป็นเรื่องเกี่ยวกับธรณีวิทยา บรรยากาศ และดาราศาสตร์ ตามลำดับ โดยหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์เล่มนี้เป็นเล่มที่ ๒ ซึ่ง สสวท.ได้พัฒนาขึ้นเพื่อนำไปใช้ศึกษาทางด้านบรรยากาศและสมุทรศาสตร์ของนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยเนื้อหาความรู้ที่เป็นหลักการที่จำเป็น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสำรวจตรวจสอบ การปฏิบัติทดลอง การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย อันจะก่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้และการดำรงชีวิต ในการจัดทำหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์เล่มนี้ได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ นักวิชาการ และครูผู้สอนจากสถาบันต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สสวท.หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่นักเรียนและผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(นางพรพรรณ ไวทยางกูร)
ผู้อำนวยการ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

สารบัญ

เนื้อหาหลัก **หน้า**

บทที่ 1 บรรยากาศ 1

1.1 องค์ประกอบของอากาศ 2

กิจกรรม 1.1 มารู้จักโอโซนกันเถอะ 3

กิจกรรม 1.2 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศ 7

1.2 ชั้นบรรยากาศ 7

กิจกรรม 1.3 การจำแนกชั้นบรรยากาศ 8

สรุปท้ายบท 13

คำถามท้ายบท 14

บทที่ 2 การหมุนเวียนของระบบลมของโลกและการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร 15

2.1 การหมุนเวียนของระบบลมของโลก 15

กิจกรรม 2.1 การเคลื่อนที่ของอากาศ 17

2.1.1 ปัจจัยการเกิดลม 18

กิจกรรม 2.2 ความชันของอุณหภูมิ 19

กิจกรรม 2.3 แรงคอริออลิส 20

2.1.2 แบบจำลองการหมุนเวียนของระบบลมของโลก 22

2.2 การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร 26

2.2.1 การแบ่งชั้นน้ำมหาสมุทร 27

กิจกรรม 2.4 แบบจำลองการแบ่งชั้นน้ำ 27

2.2.2 การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร 29

กิจกรรม 2.5 การเกิดน้ำผุด 32

สรุปท้ายบท 35

คำถามท้ายบท 36

บทที่ 3 เมฆและการเกิดเมฆ 37

3.1 เมฆและการเกิดเมฆ 37

3.1.1 การเกิดเมฆ 38

กิจกรรม 3.1 เมฆเกิดได้อย่างไร 39

3.1.2 ชนิดของเมฆ 42

3.2 เสถียรภาพของอากาศ 47

Inw Tong Physics

ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

3.3 แนวปะทะอากาศ 49
กิจกรรม 3.2 แนวปะทะอากาศ 50
สรุปท้ายบท 53
คำถามท้ายบท 54
บทที่ 4 พายุ และมรสุม 55
4.1 พายุ 55
4.1.1 พายุฝนฟ้าคะนอง 56
กิจกรรม 4.1 ลักษณะอากาศระหว่างเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง 57
กิจกรรม 4.2 พายุหมุน 61
4.1.2 ทอร์นาโด 62
4.1.3 พายุหมุนเขตร้อน 64
กิจกรรม 4.3 การเรียกชื่อพายุหมุนเขตร้อน 66
4.2 มรสุม 70
กิจกรรม 4.4 การเกิดมรสุม 71
4.2.1 การเกิดมรสุม 71
4.2.2 อิทธิพลของมรสุมต่อประเทศไทย 75
4.2.3 ร่องมรสุม 77
กิจกรรม 4.5 เติมข่าวเล่าเรื่อง 78
สรุปท้ายบท 79
คำถามท้ายบท 80
บทที่ 5 ความแปรปรวนของอากาศ 81
5.1 ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา 82
5.1.1 สาเหตุการเกิดเอลนีโญ และลานีญา 82
5.1.2 ผลกระทบจากเอลนีโญ และลานีญา 86
กิจกรรม 5.1 ผลกระทบจากเอลนีโญ และลานีญา 86
5.2 ปรากฏการณ์เรือนกระจก 89
กิจกรรม 5.2 ผลกระทบจากปรากฏการณ์เรือนกระจก 92
5.3 คลื่นความร้อน 94
สรุปท้ายบท 99
คำถามท้ายบท 100

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

บทที่ 6 การพยากรณ์อากาศ 101
6.1 การตรวจอากาศ 102
6.2 ขั้นตอนในการพยากรณ์อากาศ 109
6.3 วิธีการพยากรณ์อากาศ 110
6.4 แผนที่อากาศ 111
กิจกรรม 6.1 แผนที่อากาศ 115
สรุปท้ายบท 119
คำถามท้ายบท 120
บทที่ 7 ปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า 121
7.1 แสงและสมบัติของแสง 123
7.1.1 การสะท้อนของแสง 123
7.1.2 การหักเหของแสง 125
7.1.3 การกระเจิงของแสง 126
7.2 สีของท้องฟ้า 128
กิจกรรม 7.1 การเปลี่ยนสีของท้องฟ้า 129
7.3 รุ้ง 132
7.4 อาทิตย์ทรงกลด และจันทร์ทรงกลด 135
7.5 มิราจ 138
กิจกรรม 7.2 การเกิดมิราจ 139
7.5.1 มิราจแบบภาพอยู่ด้านล่าง 140
7.5.2 มิราจแบบภาพอยู่ด้านบน 141
สรุปท้ายบท 144
คำถามท้ายบท 145
บรรณานุกรม 146

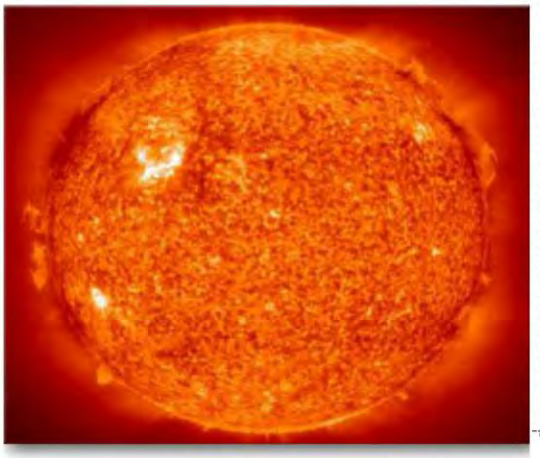
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

บทที่ 1
บรรยากาศ

ภาพ 1.1 บรรยากาศของโลกเมื่อมองดูจากอวกาศ

เมื่อมองดูจากอวกาศ จะสังเกตได้ว่าโลกของเรามีชั้นบรรยากาศห่อหุ้มอยู่ และถัดออกไปชั้นบรรยากาศจะยิ่งเบาบางมากจนกลมกลืนกับอวกาศในที่สุด ชั้นบรรยากาศเหล่านี้มีความสำคัญต่อโลกอย่างมาก เพราะทำหน้าที่เป็นด่านสำคัญด่านแรกในการปกป้องโลกและสิ่งมีชีวิตไม่ให้ได้รับอันตรายจากสิ่งต่าง ๆ นอกโลก เช่น ช่วยป้องกันอันตรายจากรังสีและอนุภาคต่าง ๆ ช่วยปรับอุณหภูมิของพื้นโลกในเวลากลางคืนกับกลางวันไม่ให้แตกต่างกันมาก ซึ่งเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น

ภาพ 1.2 อุกกาบาตตกสู่โลก



ที่มา : http://203.172.208.242/tatalad/subject/Science/darasad/TheSun.jpg

ภาพ 1.3 รังสีจากดวงอาทิตย์

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้น นักเรียนคิดว่าชั้นบรรยากาศมีประโยชน์ต่อโลกอย่างไรอีกบ้าง และชั้นบรรยากาศมีกลไกในการปกป้องโลกอย่างไร

1.1 องค์ประกอบของอากาศ

บรรยากาศ คือ อากาศที่ห่อหุ้มโลกของเราอยู่ โดยอากาศจะมีความหนาแน่นมากที่บริเวณใกล้พื้นดิน และลดลงเมื่ออยู่ในระดับสูงขึ้นไป องค์ประกอบของอากาศมีทั้งองค์ประกอบคงที่และองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงได้ ดังตาราง 1.1 ส่วนใหญ่อากาศประกอบด้วยแก๊สไนโตรเจนและแก๊สออกซิเจน ส่วนแก๊สอื่น ๆ จะมีเล็กน้อย

ในการศึกษาทางอุตุนิยมวิทยานั้น ได้แบ่งอากาศเป็น 2 ประเภท โดยอาศัยปริมาณไอน้ำในอากาศ คือ อากาศที่แยกส่วนของไอน้ำออกไป เรียกว่า อากาศแห้ง ส่วนอากาศที่มีไอน้ำผสมอยู่ เรียกว่า อากาศชื้น

อากาศแห้ง
มีความหมายทางอุตุนิยมวิทยา
หมายถึง อากาศที่ไม่มีปริมาณไอน้ำอยู่เลย
ทั้งนี้เพื่อใช้ศึกษาคุณสมบัติของอากาศ ส่วน
ความหมายโดยทั่วไปจะหมายถึง อากาศที่
มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (40%)

นักเรียนคิดว่าจะพบอากาศแห้งได้ในช่วงฤดูใด

ตาราง 1.1 องค์ประกอบของอากาศใกล้พื้นผิวโลกที่มีประมาณคงที่และเปลี่ยนแปลงได้

องค์ประกอบที่คงที่			องค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลง		
ชนิด	สูตรเคมี	ร้อยละ	ชนิด	สูตรเคมี	ร้อยละ
ไนโตรเจน	N_2	78.08	ไอน้ำ	H_2O	0 - 4
ออกซิเจน	O_2	20.95	คาร์บอนไดออกไซด์	CO_2	0.038
อาร์กอน	Ar	0.93	มีเทน	CH_2	0.00017
นีออน	Ne	0.0018	ไนตรัสออกไซด์	N_2O	0.00003
ฮีเลียม	He	0.0005	โอโซน	O_3	0.000004
ไฮโดรเจน	H_2	0.00006	ละอองลอย(ฝุ่นผงเกลือ ฯลฯ)		0.000001
ซีนอน	Xe	0.000009	คลอโรฟลูออโรคาร์บอน	(CFCs) อื่นๆ	0.00000002

Williams, J. 1997. **The Weather Book : An Easy to Understand Guide to the USA's Weather.** USA : Vintage Books.

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

จากตาราง 1.1 จะพบว่า องค์ประกอบของอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้นั้น แม้ว่าจะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย แต่ส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศและภูมิอากาศเป็นอันมาก เช่น ไอน้ำ ละอองลอย โอโซน เป็นต้น ซึ่งแต่ละองค์ประกอบล้วนมีความสำคัญต่อโลก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ไอน้ำมีปริมาณ ร้อยละ 0 - 4 ในบรรยากาศ ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาและสถานที่ ไอน้ำมีคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสีของดวงอาทิตย์ จึงทำให้พื้นผิวโลกไม่ร้อนหรือเย็นจนเกินไป นอกจากนี้ยังเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรน้ำในระบบน้ำของโลก

ละอองลอย (aerosols) หมายถึง อนุภาคขนาดเล็กที่มีสถานะเป็นของแข็งหรือของเหลวลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือมนุษย์ เช่น เกสรดอกไม้ ละอองเกลือ ขี้เถ้าภูเขาไฟ ฝุ่นผง หรือเขม่าจากการเผาไหม้ ละอองลอยเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นแกนให้ละอองน้ำจับตัวกันกลายเป็นเมฆ หมอก และหยาดน้ำฟ้า รวมทั้งสามารถดูดกลืนและสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงช่วยในการควบคุมอุณหภูมิของพื้นผิวโลกเช่นเดียวกับไอน้ำ

นอกจากไอน้ำ และละอองลอยแล้ว ยังมีองค์ประกอบอื่นของอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ที่สำคัญ คือ โอโซน มีหลายคนมักพูดติดปากว่าอยากไปสูดโอโซนเพื่อจะได้รู้สึกสดชื่น นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อคำพูดนี้ และโอโซนนั้นคืออะไร มีประโยชน์อย่างไร ให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์จากกิจกรรมต่อไปนี้

กิจกรรม 1.1 มารู้จักโอโซนกันเถอะ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับความหมาย ประโยชน์ และโทษของโอโซน

วัสดุ - อุปกรณ์

1. กระดาษปรู๊ฟ 2. ปากกาเมจิก 3. บทความเรื่องสูดโอโซนกันเถอะ

วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับคำพูดที่ว่า “ไปสูดโอโซนที่ชายทะเลกันเถอะ” และนักเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับโอโซน พร้อมเขียนผังความคิดเกี่ยวกับโอโซน
2. ให้นักเรียนอ่านบทความเรื่อง สูดโอโซนกันเถอะ และร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปรายถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโอโซนหลังจากที่ได้อ่านบทความ แล้วปรับปรุงผังความคิดเกี่ยวกับโอโซนให้สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง
3. สรุปความรู้ และนำเสนอต่อชั้นเรียน

📖 โอโซนมีอยู่ในบรรยากาศใกล้พื้นโลกหรือไม่ อย่างไร

📖 โอโซนมีประโยชน์และโทษอย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

สูดโอโซนกันเถอะ

ไปสูดโอโซนที่ชายทะเลกันเถอะ คงได้ยินประโยคนี้กันบ่อย ๆ ช่วงหน้าร้อนบ้านเราที่คนเมืองหลวงอยากจะไปรับอากาศบริสุทธิ์ หลังจากที่ต้องทนสูดดมอากาศเหม็น ๆ น่าอึดอัดกันอยู่ทุกวี่วัน ท่านทราบหรือไม่ว่าอันที่จริงทุกวันนี้โอโซนในกรุงเทพมหานครเอง มีปริมาณสูงกว่าที่ท่านจะหาได้จากอากาศชายทะเลเสียอีก ทำไมต้องสูดโอโซน คำว่าโอโซนไม่ใช่ศัพท์ภาษาไทยมาแต่เดิม แต่เป็นคำที่ทับศัพท์มาจากภาษาอังกฤษที่เขียนว่า Ozone ความหมายถึงสารเคมีชนิดหนึ่งซึ่งประกอบไปด้วยออกซิเจนสามอะตอมในหนึ่งโมเลกุล โดยทั่วไปโอโซนอยู่ในสถานะแก๊สมีอยู่มากในบรรยากาศชั้นสูงเหนือพื้นดินขึ้นไปกว่า 20 กิโลเมตร (ชั้นสตราโทสเฟียร์) และมีบทบาทสำคัญในการกรองเอารังสีเหนือม่วง (อัลตราไวโอเลต) ออกจากรังสีแสงอาทิตย์ อันเท่ากับเป็นการป้องกันอันตรายของรังสีพลังงานสูงดังกล่าวที่อาจจะทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และพืชส่วนมากบนโลก

ในยุคสมัยที่เริ่มมีการทดลองทางเคมีและเกิดการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ในทวีปยุโรป ช่วงเวลาที่น่าตื่นเต้นนั้นเป็นครั้งแรก ๆ ที่คนเราเริ่ม รู้จักปฏิกิริยาเคมีของสารต่าง ๆ ผ่านการทดลองในห้องแล็บ (ห้องปฏิบัติการ) ราชสมาคมเคมีของอังกฤษมีการประชุมประจำสัปดาห์ ซึ่งเป็นที่ที่บรรดานักเคมีต่างมาประกวดประชัน นำเสนอการค้นพบใหม่ ๆ ของตน สัปดาห์หนึ่ง เซอร์ฮัมฟรีย์ เดวีส์ นำเอาหลอดแก้วบรรจุของเหลวจำนวนหนึ่งเข้ามาแล้วเทผสมสารนั้นจากหลอดหนึ่งสู่อีกหลอดหนึ่ง สุดท้ายก่อให้เกิดแก๊สไร้สี ซึ่งท่านได้สาธิตดมให้ทุกคนเห็นว่าหลังจากสูดเข้าไปแล้ว ใบหน้าที่เคร่งเครียดเขม็งเกลียวของท่านนั้นกลับเกิดรอยยิ้มและแววตาขำขัน ทุกคนปรากฏอาการเดียวกันเมื่อสูดหายใจเอาแก๊สนั้นเช่นกัน จากนั้นท่านจึงแสดงสูตรเคมีที่เขียนขึ้นมาได้จากการคำนวณน้ำหนักตามวิธีการที่ พัฒนากันขึ้นมานับแต่สมัยของ จอห์น ดาลตันและนักวิทยาศาสตร์อีกหลายคน ผลปรากฏว่าแก๊สที่ก่อให้เกิดอารมณ์ ชื่นบานแม้จะทำให้แสบจมูกหน่อย ๆ นั้นมีน้ำหนัก 1.5 เท่าของแก๊สติดไฟได้ที่มีอยู่ทั่วไปในบรรยากาศ ซึ่งมีผู้พบก่อนหน้านี้แล้ว และได้ชื่อว่า ออกซิเจน ที่ประชุมได้ลงมติกันในท้ายที่สุดว่าให้เรียกแก๊สที่พบใหม่คราวนี้ว่า โอโซน นี่เองเป็นที่มาของกิตติศัพท์ อันเลื่องลือของการที่คนในเมืองน่าจะไปสูดโอโซนกัน ไม่แน่ใจว่ามีการพิสูจน์ในยุคสมัยนั้นหรือไม่ว่าปริมาณแก๊สโอโซนชายฝั่งอังกฤษนั้นสูงกว่าในเมืองหรืออย่างไร

อย่างไรก็ตาม โอโซน ถูกเอามาเรียกเป็นสำนวนเล่นกัน จนกระทั่งวันหนึ่งในฤดูร้อนของนครแห่งเทพ (Los Angeles) บนชายฝั่งตะวันตกของประเทศที่กำลังเติบโตอย่างรวดเร็วจนมีความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจอย่างสหรัฐอเมริกา ท้องฟ้าโปร่งใส แสงแดดจ้า ผู้คนพากันออกมานอกบ้านด้วยเห็นว่าเป็นวันอากาศดี แต่แล้วในชั่วโมงนั้นเอง โรงพยาบาลก็ได้รับแจ้งเหตุว่า มีผู้ป่วยด้วยอาการหายใจไม่ออก น้ำตาไหลพราก และถูกนำส่งห้องฉุกเฉินโดยเร็วจำนวนหลายสิบรายทำให้เกิดมีการประกาศเตือน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

ถึงภัยร้ายที่ไม่เคยตระหนักกันมาก่อน Dr. Haagen - Smith นักวิจัยแห่งมหาวิทยาลัย Caltech ได้ทำการทดลองหาสาเหตุเป็นเวลาสองปีจึงได้ข้อสรุปว่าแก๊สที่เป็นสาเหตุของอาการเจ็บป่วยดังกล่าว คือ โอโซนและสารในกลุ่มปฏิกิริยาต้นกำเนิดซึ่งมีต้นตอมาจากแก๊สที่ปล่อยจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง รถยนต์ อันมีจำนวนมากและติดกันแน่นขนัดบนถนนในเมืองและรอบเมือง สภาพบรรยากาศที่มีหย่อมความกดอากาศสูงปกคลุม ทำให้ฟ้าไร้เมฆและแทบไม่มีลมพัดไหวเป็นสูตรสำเร็จที่ลงตัวสำหรับปฏิกิริยาสร้างโอโซนและสารอื่น ๆ ซึ่งเมื่อประกอบกับภาวะความชื้นที่พอเหมาะก็จะเกิดกลั่นตัวเป็นอนุภาคแขวนลอยในบรรยากาศ ทำให้ทัศนวิสัยพร่ามัว และเมื่อแก๊สเหล่านั้นสัมผัสดวงตาและถูกสูดเข้าไปในปอด ก็ก่อให้เกิดอาการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจโดยเฉียบพลันแทนที่เมื่อสูดโอโซนเข้าไปแล้วจะ ชื่นบานขำขัน กลับกลายเป็นหายใจไม่ทัน ขาดออกซิเจน โอโซนความเข้มข้นสูงใกล้ผิวดินเป็นปัญหาที่เริ่มรู้จักกันมาจากฝั่งตะวันตกอเมริกาสู่ฝั่งตะวันออก และลุกลามข้ามมหาสมุทรมาฝั่งทวีปยุโรป ที่ใดก็ตามที่มีความเจริญทางอุตสาหกรรมและมีผู้ใช้ยานพาหนะรถยนต์ ซึ่งอาศัยน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นหลัก ปัญหามลพิษอากาศเนื่องจากโอโซนรวมทั้งแก๊สออกไซด์ของไนโตรเจน ซึ่งเป็นทั้งตัวตั้งต้นและ ตัวอันตรายเช่นกันนั้น ก็ล้วนเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว

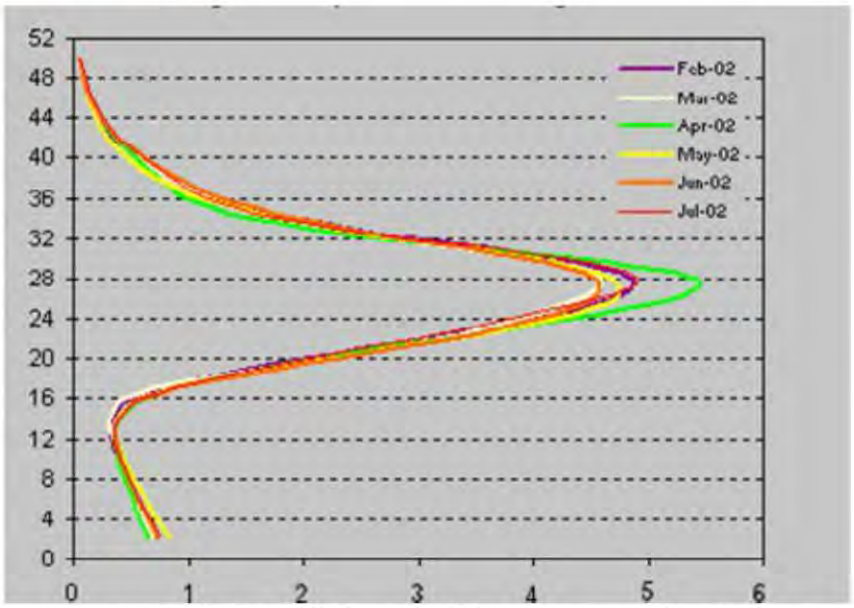
จนล่าสุด ข้อมูลการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ ก็บ่งบอกว่ากรุงเทพมหานคร ซึ่งติดอันดับโลกทั้งด้านความหนาแน่นประชากรและสภาวะการจราจรติดขัด ก็เจอปัญหาค่าโอโซนในบรรยากาศทั่วไปสูงเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศรายชั่วโมง ซึ่งเราได้ประกาศเป็นเกณฑ์ไว้เหมือนกันแล้วจะทำอย่างไรต่อออกไป สูดโอโซนกันเสียให้เต็มปอด เพื่อจะได้รับรู้ถึงความจริง แล้วลองเริ่มต้นคิดกันดีไหมว่าจะป้องกันอย่างไร ทุกวันนี้ในทวีปยุโรปและอเมริกาเหนือ เขามีระบบเตือนภัย โดยอาศัยฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษที่เชื่อมโยงกันอยู่กับฐานข้อมูลการจราจร ซึ่งเป็นตัวแปรหลักของต้นกำเนิดโอโซนจากกิจกรรมของมนุษย์ นอกเหนือจากนี้เขายังมีการเก็บข้อมูลแหล่งกำเนิดสารตั้งต้นอื่น ๆ ที่เกิดตามธรรมชาติ ทั้งพื้นที่ป่าสนซึ่งปล่อยแก๊สอินทรีย์ระเหยง่ายอย่าง เทอปีน (Terpene) หรือที่ลุ่มชื้นแฉะที่ปล่อยแอมโมเนียและสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งล้วนเป็นเครื่องปรุงคลุกเคล้ารวมกันเป็นโอโซนแบบจำลองคณิตศาสตร์มีหน้าที่จำลอง การเกิดปฏิกิริยาเคมีและการส่งผ่านแก๊สต่าง ๆ เหล่านั้นทั้งโดยการพัดพาของลมและการหมุนวนหรือตกสู่พื้นดินซึ่งถูกจำลองขึ้นมาโดยใช้แบบจำลองอุตุนิยมวิทยาเดียวกับที่ใช้พยากรณ์การเกิดพายุฝนหรือทอร์นาโด

บทความ "สูดโอโซนกันเถอะ" ดร.วนิสา สุรพิพิธ (http://aqnis.pcd.go.th/tapce/O3.html)

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

องค์ประกอบของอากาศที่มีปริมาณเปลี่ยนแปลงได้ เช่น ไอน้ำ และโอโซน มักจะเปลี่ยนแปลงปริมาณตามปัจจัย หลายปัจจัย เช่น

1. การเปลี่ยนแปลงตามความสูง ไอน้ำจะอยู่บริเวณใกล้พื้นผิวโลก ที่ความสูงประมาณ 10-12 กิโลเมตร ปริมาณไอน้ำในบรรยากาศมักสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ยิ่งชั้นบรรยากาศสูง ๆ เกือบไม่มีไอน้ำอยู่เลย ส่วนโอโซนจะพบมากในบรรยากาศที่ระดับความสูงประมาณ 15-32 กิโลเมตร หลังจากความสูงนี้ปริมาณโอโซนยิ่งน้อยลง ดังภาพ 1.4



ภาพ 1.4 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของโอโซนตามความสูง ณ จังหวัดสงขลา พ.ศ. 2548

📖 เพราะเหตุใดในชั้นบรรยากาศสูง ๆ จึงเกือบไม่มีไอน้ำอยู่

2. การเปลี่ยนแปลงตามละติจูดและฤดูกาล โอโซนจะมีน้อยที่บริเวณละติจูด 50 องศาเหนือขึ้นไป แต่ในบริเวณนี้จะมีโอโซนมากขึ้นในช่วงเริ่มฤดูใบไม้ผลิไปถึงปลายฤดูเดียวกัน ส่วนบริเวณละติจูดอื่น ๆ ปริมาณโอโซนจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อฤดูกาลเปลี่ยนแปลง ส่วนปริมาณไอน้ำในบรรยากาศมักสัมพันธ์กับอุณหภูมิและแหล่งน้ำ บริเวณละติจูดต่ำในฤดูร้อนจะมีปริมาณไอน้ำในบรรยากาศสูงขึ้น ยกเว้นบริเวณทะเลทราย ส่วนบริเวณละติจูดสูงในฤดูหนาวจะมีปริมาณไอน้ำในบรรยากาศน้อย

📖 นอกจากปัจจัยดังที่กล่าวข้างต้น นักเรียนคิดว่าไอน้ำ และโอโซน สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามปัจจัยใดอีกบ้าง

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

จากข้อมูลข้างต้นจะพบว่า องค์ประกอบของอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ ส่วนใหญ่ขึ้นกับความสูง ละติจูด และฤดูกาล นักเรียนคิดว่านอกจากไอน้ำ และโอโซน แล้วองค์ประกอบอื่น ๆ ของอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ มีการเปลี่ยนแปลงตามความสูง ละติจูด ฤดูกาล หรือปัจจัยอื่น อย่างไร

กิจกรรม 1.2 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

วิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศ

วัสดุ - อุปกรณ์

1. กระดาษปรู๊ฟ 2. ปากกาเมจิก

วิธีทำกิจกรรม

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

📖 องค์ประกอบของบรรยากาศที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลต่อสภาพอากาศหรือไม่ อย่างไร

1.2 ชั้นบรรยากาศ

ชั้นบรรยากาศ เป็นชั้นของอากาศที่ห่อหุ้มโลกและคงสภาพอยู่ได้ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก อากาศในชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นจะแตกต่างกัน ซึ่งมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมบนโลกทั้งสิ้น นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาและแบ่งโครงสร้างของบรรยากาศออกเป็นชั้น โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ กัน อาทิ แบ่งตามสัดส่วนของแก๊ส แบ่งตามคุณสมบัติทางไฟฟ้า ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษา ดังกิจกรรมต่อไปนี้

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

กิจกรรม 1.3 การจำแนกชั้นบรรยากาศ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

วิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายความแตกต่างของชั้นบรรยากาศ และเกณฑ์ในการจำแนกชั้นบรรยากาศ

วัสดุ - อุปกรณ์

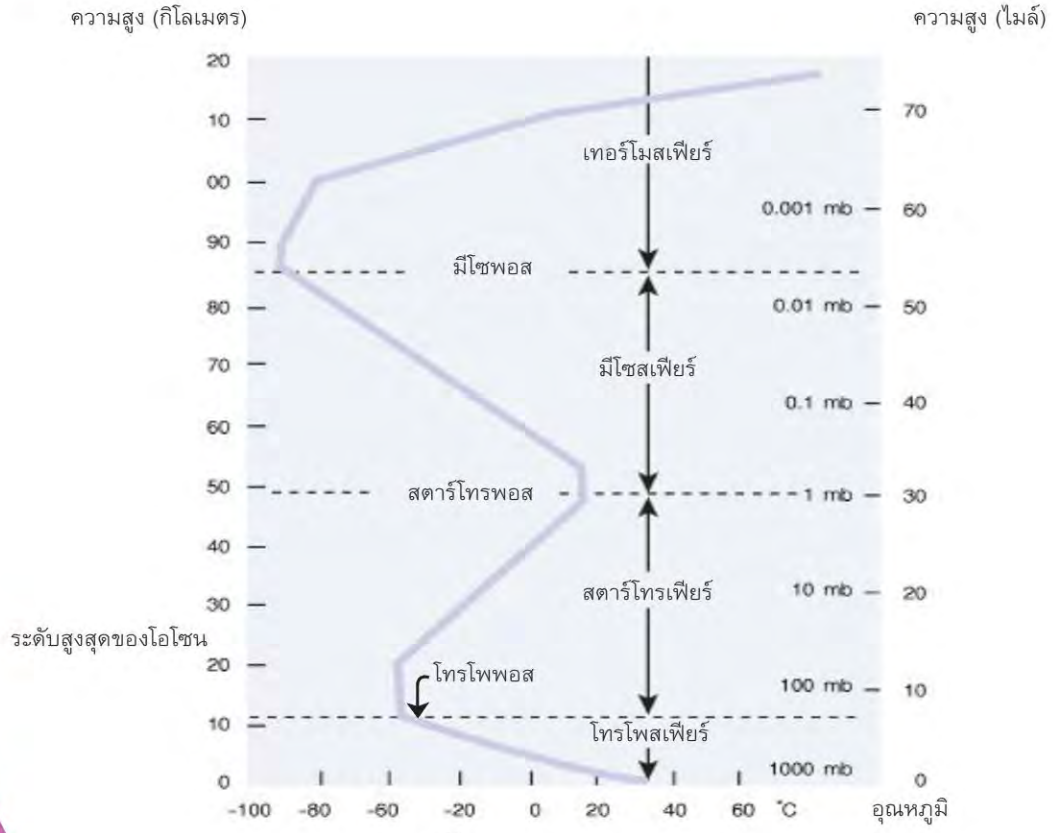
1. กระดาษปรู๊ฟ 2. ปากกาเมจิก 3. ใบความรู้เรื่องชั้นบรรยากาศ

วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความแตกต่างของชั้นบรรยากาศจากใบความรู้ แล้วพิจารณาว่าการแบ่งชั้นบรรยากาศดังกล่าวน่าจะใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก
2. สรุปความรู้ และนำเสนอต่อชั้นเรียน

การแบ่งชั้นบรรยากาศสามารถใช้เกณฑ์ใดบ้าง และถ้าให้นักเรียนกำหนดเกณฑ์เอง นักเรียนจะใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก และจำแนกได้อย่างไร

ในการศึกษาด้านอุตุนิยมวิทยา ได้มีการแบ่งชั้นบรรยากาศตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ชั้น ดังนี้



ภาพ 1.5 การแบ่งชั้นบรรยากาศ ตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

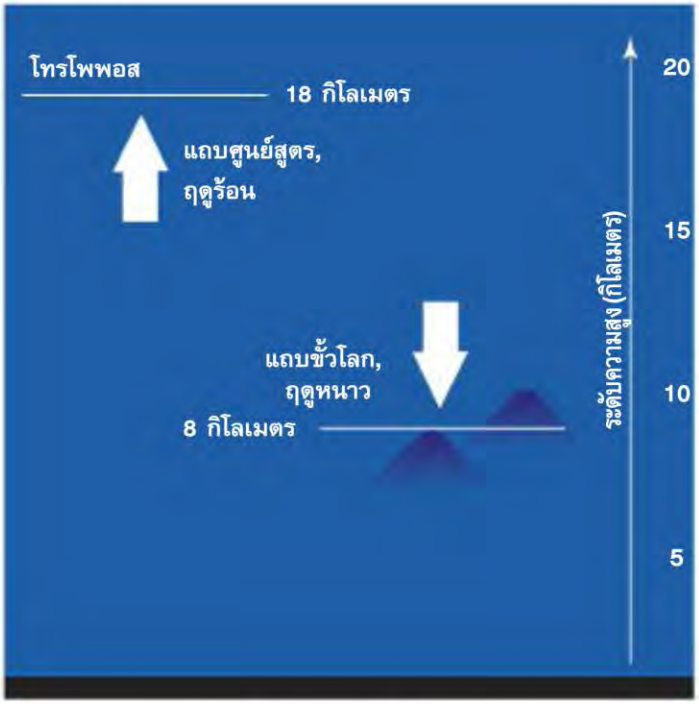
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

โทรโพสเฟียร์ (Troposphere) เป็นบรรยากาศชั้นล่างสุด อยู่สูงจากพื้นโลกขึ้นไปประมาณ 8-16 กิโลเมตร ในฤดูร้อนบริเวณศูนย์สูตร บรรยากาศชั้นนี้จะสูงประมาณ 18 กิโลเมตร ในขณะที่ฤดูหนาวบริเวณขั้วโลก บรรยากาศชั้นนี้จะสูงเพียง 8 กิโลเมตร ชั้นโทรโพสเฟียร์เป็นชั้นบรรยากาศที่มีความหนาแน่นมากที่สุด ประมาณร้อยละ 75 ของมวลอากาศทั้งหมด เป็นที่เกิดของลักษณะลมฟ้าอากาศต่าง ๆ ที่เราสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น เมฆ หมอก ฝน ลม พายุ และอื่น ๆ เพราะมีไอน้ำมาก บรรยากาศชั้นนี้ยิ่งสูงขึ้นไปอุณหภูมิของอากาศจะยิ่งลดลง

อุณหภูมิผกผัน คือ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามแนวดิ่งในบรรยากาศ ที่มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามความสูง ซึ่งตามปกติแล้วอุณหภูมิจะลดลงตามความสูง

พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน 2549

ในบางช่วงเวลาของชั้นโทรโพสเฟียร์จะมีอุณหภูมิไม่ลดลงตามความสูง แต่กลับเพิ่มขึ้นตามความสูง เรียกว่า อุณหภูมิผกผัน (temperature inversion) ชั้นบนสุดของบรรยากาศชั้นนี้อุณหภูมิจะไม่ลดลงตามความสูง เรียกว่า โทรโพพอส (Tropopause) ซึ่งมีความสูงแตกต่างกัน คือ บริเวณศูนย์สูตรหรือบริเวณละติจูดต่ำ ๆ โทรโพพอสจะอยู่สูงกว่าบริเวณขั้วโลกหรือบริเวณละติจูดสูง ในช่วงฤดูร้อนความสูงของโทรโพพอสจะสูงกว่าในช่วงฤดูหนาว



ภาพ 1.6 รูปแบบของโทรโพพอสที่เปลี่ยนแปลงตามความสูง

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

สตราโทสเฟียร์ (Stratosphere) เป็นชั้นบรรยากาศที่อยู่ถัดจากส่วนบนสุดของโทรโพสเฟียร์ขึ้นไปถึงระดับความสูงประมาณ 50 กิโลเมตร เนื่องจากที่ระดับความสูงประมาณ 30 - 50 กิโลเมตร มีปริมาณโอโซนอยู่หนาแน่น เรียกบริเวณนี้ว่า โอโซโนสเฟียร์ (Ozonosphere) โดยโอโซนจะดูดกลืนรังสีจากดวงอาทิตย์โดยเฉพาะช่วงความยาวคลื่นของรังสีอัลตราไวโอเลต ทำให้ในชั้นนี้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ถึงความสูงประมาณ 32 กิโลเมตร จากนั้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงส่วนบนสุดของชั้นสตราโทสเฟียร์ อุณหภูมิจะสูงใกล้เคียงกับผิวโลก ซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิในลักษณะนี้ เรียกว่า อุณหภูมิผกผัน ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น

อุณหภูมิสูงที่สุดในชั้นสตราโทสเฟียร์มีค่าประมาณเท่าไหร่

เนื่องจากบริเวณนี้อากาศเริ่มเบาบางลง ไม่มีการหมุนเวียนของอากาศ ไม่เกิดการพาความร้อนในแนวดิ่งจึงทำให้ไม่มีเมฆ แต่บางครั้งอาจพบเมฆชั้นสูงชนิดเมฆมุก (Nacreous cloud) ได้เป็นครั้งคราวที่ละติจูดสูง ในความสูงประมาณ 20-30 กิโลเมตร ไม่มีลักษณะลมฟ้าอากาศอื่น ๆ เกิดขึ้น ไม่มีฝน ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และพายุ จึงเหมาะในการบินของเครื่องบินความเร็วสูงมาก เช่น เครื่องบินสปาย ส่วนบนสุดของบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ มีอุณหภูมิคงที่ เรียกว่า สตราโทพอส (Stratopause) อยู่ที่ระดับความสูงประมาณ 50 กิโลเมตร

http://www.zmescience.com/other/7-types-of-rare-and-amazing-clouds-w-pics-and-videos/

ภาพ 1.7 เมฆมุก

เพราะเหตุใดในชั้นสตราโทสเฟียร์จึงไม่มีฝน ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง พายุ เกิดขึ้น

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

มีโซสเฟียร์ (Mesosphere) เป็นชั้นบรรยากาศอยู่ในระดับความสูง 50 - 80 กิโลเมตร ถัดจากสตราโทพอสขึ้นไป เป็นชั้นบรรยากาศที่เย็นที่สุด อุณหภูมิลดลงตามความสูง จนกระทั่งในระดับความสูงประมาณ 80 กิโลเมตร จะมีอุณหภูมิคงที่ เรียกบริเวณนี้ว่า มีโซพอส (Mesopause) ซึ่งเป็นระดับสูงสุดของบรรยากาศชั้นนี้ อุณหภูมิจะลดลงเหลือประมาณ -90 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิต่ำที่สุดของบรรยากาศ เนื่องจากชั้นมีโซสเฟียร์ห่างจากแหล่งความร้อนในชั้นโอโซนออกไป มวลอากาศในชั้นนี้มีไม่ถึงร้อยละ 0.1 ของมวลอากาศทั้งหมดของชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมโลก โดยปริมาณออกซิเจนมีน้อยมากต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ แต่ยังมากพอที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้เมื่อวัตถุจากนอกโลกผ่านเข้ามาในบรรยากาศชั้นนี้ นอกจากนี้ในชั้นมีโซสเฟียร์อาจพบเมฆสุกใส (Noctilucent cloud) ที่บริเวณละติจูดต่ำ ๆ

http://www.zmescience.com/other/7-types-of-rare-and-amazing-clouds-w-pics-and-videos/

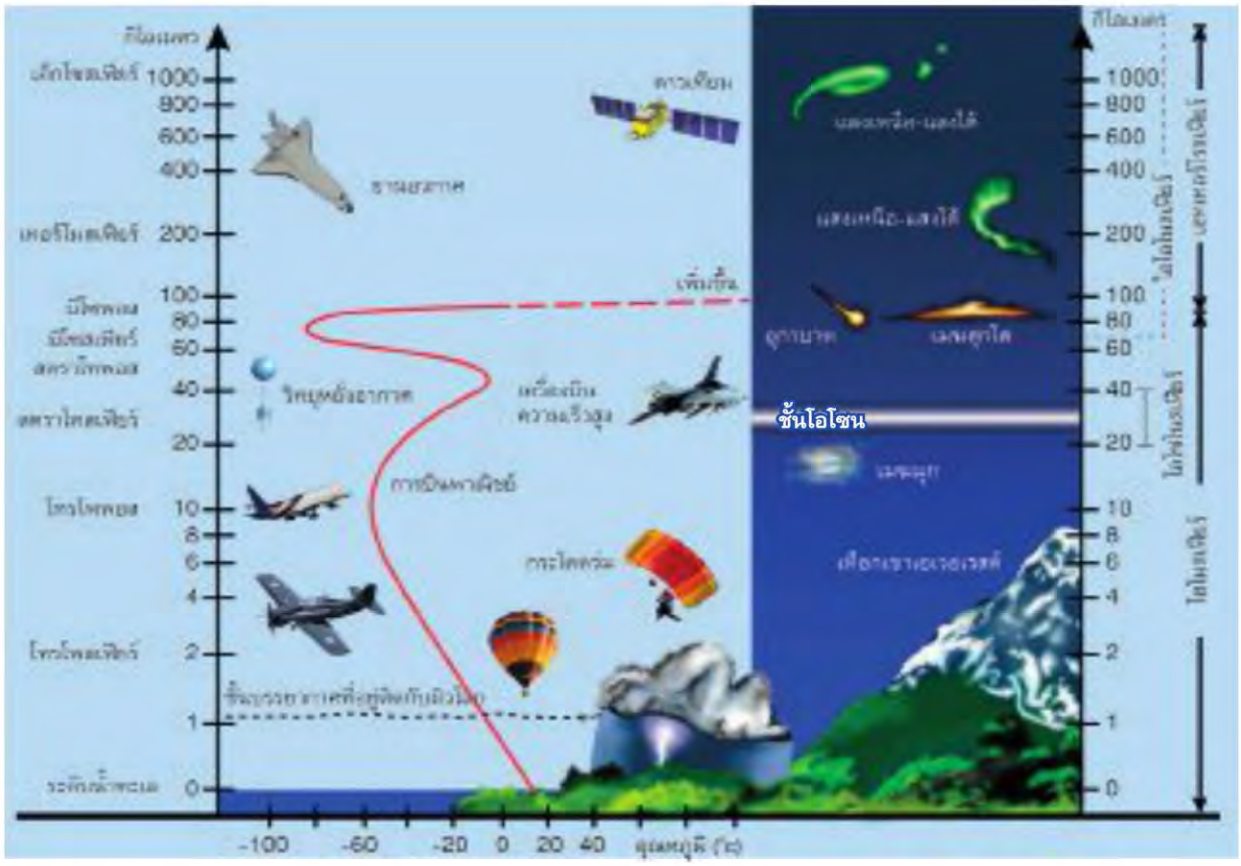
ภาพ 1.8 เมฆสุกใส

📖 ชั้นมีโซสเฟียร์มีประโยชน์ต่อโลกของเราอย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

เทอร์โมสเฟียร์ (Thermosphere) เป็นบรรยากาศชั้นบนสุด ซึ่งอุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับความสูง และจะมีอุณหภูมิเกิน 500 องศาเซลเซียส อากาศในชั้นเทอร์โมสเฟียร์ไม่ได้อยู่ในสถานะของแก๊ส แต่อยู่ในสถานะของประจุไฟฟ้า เนื่องจากอะตอมของแก๊สไนโตรเจนและออกซิเจนได้รับรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ เช่น รังสีเอ็กซ์ จึงแตกตัวเป็นประจุ ในชั้นนี้มีอะตอมของแก๊สอยู่เบาบางมาก เหนือชั้นเทอร์โมสเฟียร์ขึ้นไป ที่ระยะความสูงประมาณ 500 กิโลเมตร โมเลกุลของอากาศอยู่ห่างกันมาก และอาจหลุดพ้นอิทธิพลจากแรงโน้มถ่วงของโลก เราเรียกบรรยากาศในชั้นที่อะตอมหรือโมเลกุลของอากาศมีแนวโน้มจะหลุดหนีไปสู่อวกาศนี้ว่า เอ็กโซสเฟียร์ (Exosphere)

การที่อากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์อยู่ในสถานะของประจุไฟฟ้า นักเรียนคิดว่าลักษณะดังกล่าวมีประโยชน์ต่อโลกของเราอย่างไร



ภาพ 1.9 ชั้นบรรยากาศและประโยชน์ของชั้นบรรยากาศที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

จากที่ศึกษาข้างต้นนักเรียนได้รู้ว่าชั้นโทรโพสเฟียร์ เป็นชั้นบรรยากาศที่เกิดลักษณะลมฟ้าอากาศต่าง ๆ ที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น เมฆ หมอก ฝน ลม พายุ และอื่น ๆ ดังนั้นนักเรียนจะได้ศึกษาลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศนี้ในบทต่อไป

สรุปท้ายบท

บรรยากาศ คือ อากาศที่ห่อหุ้มโลกของเราอยู่ และคงสภาพอยู่ได้ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก จะมีความหนาแน่นมากที่บริเวณใกล้พื้นดิน องค์ประกอบส่วนใหญ่ของอากาศ เป็นแก๊สไนโตรเจน และแก๊สออกซิเจน และถ้าแยกองค์ประกอบของอากาศจะสามารถแยกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ อากาศที่มีองค์ประกอบคงที่ และอากาศที่มีองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งองค์ประกอบของอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้จะเปลี่ยนแปลงตามหลายปัจจัย เราสามารถแบ่งชั้นบรรยากาศได้โดยใช้เกณฑ์หลายเกณฑ์ แต่เกณฑ์ที่ทางด้านอุตุนิยมวิทยาใช้ คือ เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามระดับความสูง ซึ่งแบ่งได้เป็น โทรโพสเฟียร์ สตราโทสเฟียร์ มีโซสเฟียร์ และเทอร์โมสเฟียร์ ซึ่งชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นล้วนมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมบนโลกทั้งสิ้น

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

คำถามท้ายบท

1. ในบริเวณหมู่บ้านหรือโรงเรียนของนักเรียน น่าจะมีองค์ประกอบของอากาศ อะไรบ้าง เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น
2. นักเรียนคิดว่าองค์ประกอบของอากาศแต่ละอย่างมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร ให้ยกตัวอย่างองค์ประกอบของอากาศที่นักเรียนสนใจมาอย่างน้อย 3 องค์ประกอบ
3. นักเรียนคิดว่าองค์ประกอบของอากาศบนโลกจากอดีตจนถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร
4. นักเรียนคิดว่าถ้าขาดบรรยากาศชั้นใดชั้นหนึ่งไป หรือโลกเราไม่มีชั้นบรรยากาศ จะส่งผลต่อโลกของเราอย่างไร
5. ชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นมีประโยชน์ต่อโลกของเราอย่างไร
6. ชั้นบรรยากาศใดมีอากาศเบาบางที่สุด และมีลักษณะสำคัญอย่างไร
7. ระดับโทรโพพอสมีลักษณะสำคัญอย่างไร
8. นักเรียนคิดว่าเครื่องบินโดยสารเจ็ตบินอยู่ระดับชั้นบรรยากาศใด
9. บริเวณโทรโพพอส สตาร์โทพอส และมีโซพอส มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
10. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของอากาศมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศหรือไม่ อย่างไร
11. อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศจะลดลงตามความสูงเสมอไปหรือไม่ ให้อธิบาย

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

บทที่ 2
การหมุนเวียนของระบบลมของโลกและการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร

2.1 การหมุนเวียนของระบบลมของโลก (General Circulation)

ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดบนโลก เราสามารถสัมผัสกับลมได้ทุกที่ทุกเวลา ทั้งบริเวณบ้าน ชายทะเล ป่าเขา แม่น้ำ ฯลฯ และมนุษย์ใช้ประโยชน์จากลมมากมาย เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า การแข่งขันกีฬา หรือแม้แต่ใช้ในการพักผ่อนหย่อนใจ เป็นต้น

ก. ผลิตกระแสไฟฟ้า

ข. พักผ่อนหย่อนใจ

ค. การกีฬา

ง. การกีฬา

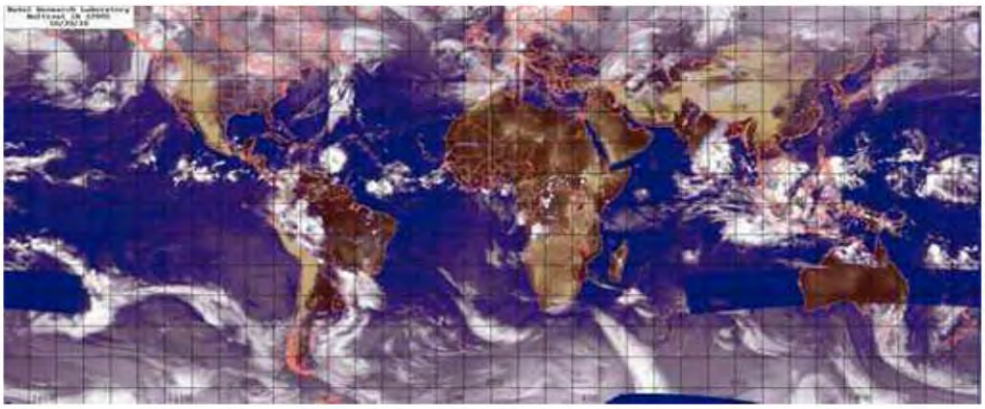
ภาพ 2.1 ประโยชน์จากลม

กระแสลม คือ อากาศที่เคลื่อนที่หมุนเวียนไปทั่วโลก มีสาเหตุพื้นฐานมาจากการที่โลกได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน ทำให้แต่ละบริเวณของพื้นผิวโลกมีความกดอากาศแตกต่างกัน จึงเกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ

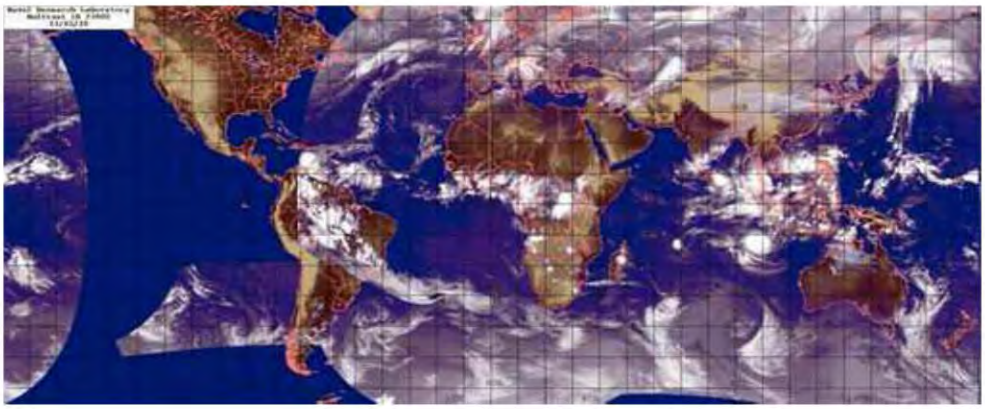
**** หนังสือเล่มนี้จะใช้คำว่า ความกดอากาศ ตามศัพท์พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน ศัพท์ภูมิศาสตร์***

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

เพราะเหตุใดบริเวณต่าง ๆ บนโลกจึงได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน



20101101.2100UTC (IR)



20101030.1200UTC (IR)

ภาพ 2.2 ภาพถ่ายดาวเทียม INFRARED แสดงลักษณะอากาศบนโลกที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา

พลังงานความร้อนที่โลกได้รับถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของพลังงานจลน์ (kinetic energy) เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศทั้งในแนวตั้งและแนวราบ เพื่อให้เกิดความสมดุลของความกดอากาศ โดยอากาศที่เคลื่อนที่ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เรียกว่า ลม ซึ่งนักเรียนสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดลมได้จากการทดลองต่อไปนี้

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

กิจกรรม 2.1 การเคลื่อนที่ของอากาศ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของควันธูป ณ บริเวณที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน
2. อภิปราย และอธิบายการเคลื่อนที่ของอากาศ

วัสดุ - อุปกรณ์

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

วิธีทำกิจกรรม

1. ประกอบอุปกรณ์และจัดเตรียมชุดทดลอง ดังรูป

2. ใส่น้ำแข็งลงในขวด จากนั้นปล่อยควันธูปผ่านรูที่เจาะไว้ข้างขวด สังเกตการเคลื่อนที่ของควันธูป
3. ทำเช่นเดิมแต่เปลี่ยนเป็นใส่น้ำร้อนลงในขวด สังเกตการเคลื่อนที่ของควันธูป
4. นำขวดเปล่า 2 ขวดเชื่อมต่อกันด้วยท่อนำความร้อนที่ทำจากพลาสติกใส ดังรูป

5. ออกแบบการทดลอง เพื่อสังเกตการเคลื่อนที่ของควันธูป

📖 ขวดที่มีอุณหภูมิต่ำ ควันธูปเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร

📖 ขวดที่มีอุณหภูมิสูง ควันธูปเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร

📖 เมื่อขวดทั้งสองมีอุณหภูมิแตกต่างกัน ควันธูปเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร

📖 ถ้าขวดทั้งสองมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันมากหรือเท่ากัน ควันธูปเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

จากการทดลอง จะทำให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของอากาศจากบริเวณพื้นที่ที่มีอุณหภูมิของอากาศแตกต่างกันว่า ลมพัดจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง เช่น ลมพัดจากบริเวณขั้วโลกไปยังบริเวณศูนย์สูตร เพราะบริเวณศูนย์สูตรจะได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณขั้วโลก อากาศบริเวณศูนย์สูตรจึงมีอุณหภูมิสูง เกิดการขยายตัวและลอยตัวสูงขึ้น ทำให้บริเวณนี้มีความกดอากาศต่ำ ส่วนบริเวณขั้วโลก อากาศมีอุณหภูมิต่ำ ความหนาแน่นสูง และจมตัวลง ทำให้บริเวณนี้มีความกดอากาศสูง จึงเกิดการเคลื่อนตัวของอากาศจากบริเวณความกดอากาศสูงไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำ ซึ่งเป็นแนวความคิดเบื้องต้นในการอธิบายการเคลื่อนที่ของลมบนโลก โดยการเกิดลมจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยสำคัญหลายปัจจัย ดังต่อไปนี้

2.1.1 ปัจจัยการเกิดลม

1. แรงที่เกิดจากความชันของความกดอากาศ (pressure gradient force) คือ แรงที่เกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศ ซึ่งมีทั้งในทางแนวตั้งและแนวระดับ

นักเรียนคิดว่าความชันของอากาศมีผลต่อการเกิดลมอย่างไร

จากที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้วว่า อุณหภูมิสัมพันธ์กับความกดอากาศ โดยในกรณีระบบเปิด บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงอากาศจะขยายตัว ทำให้ความกดอากาศต่ำ ในทางตรงกันข้ามบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ ความหนาแน่นของอากาศสูง จึงทำให้บริเวณนั้นมีความกดอากาศสูง ดังนั้นในการทดลองต่อไปนี้จะแสดงให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับแรงที่เกิดจากความชันของความกดอากาศ โดยศึกษาจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ($\nabla T = \frac{dT}{ds}$)

ความชัน (gradient) ในที่นี้มีความหมายในลักษณะเดียวกับความชันทั่วไป คือ

$\nabla A = \frac{dA}{ds}$; A คือ เวกเตอร์ใด ๆ

s คือ ระยะทาง

ส่วนความชันของความกดอากาศจะขึ้นกับความแตกต่างของความกดอากาศต่อระยะทาง

$\nabla P = \frac{dP}{ds}$

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

กิจกรรม 2.2 ความชันของอุณหภูมิ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง สังเกต อภิปราย และอธิบายความเร็วในการเคลื่อนที่ของควันธูป ณ บริเวณที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน
2. อภิปราย และอธิบายความชันของอุณหภูมิ และผลที่เกิดจากการที่มีความชันของอุณหภูมิแตกต่างกัน

วัสดุ - อุปกรณ์

1. ขวดพลาสติกใสขนาดใหญ่ที่ตัดปากขวด 2 ใบ
2. น้ำที่อุณหภูมิห้อง น้ำแข็ง และน้ำร้อน
3. ธูป
4. แผ่นใส
5. ไม้ขีดไฟ

วิธีทำกิจกรรม

1. ประกอบอุปกรณ์และจัดเตรียมชุดทดลอง ดังรูป

2. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อสังเกตการเคลื่อนที่ของควันธูปเมื่ออุณหภูมิของภาชนะทั้ง 2 มีความแตกต่างกัน 3 ระดับ

📖 การเคลื่อนที่ของควันธูปของทั้ง 3 ครั้ง ต่างกันอย่างไร

📖 นักเรียนคิดว่าการทดลองครั้งใดจะทำให้ความชันของอุณหภูมิอากาศมีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุด

📖 การที่มีความแตกต่างของความชันของอุณหภูมิอากาศมากมีผลต่อการเกิดลมอย่างไร

📖 ความชันของอุณหภูมิอากาศสัมพันธ์กับความชันของความกดอากาศอย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

จากการทดลองนักเรียนสามารถเข้าใจได้ว่า ความชันของความกดอากาศมีผลต่อความเร็วในการเคลื่อนที่ของลม โดยเฉพาะยิ่งถ้าบริเวณ 2 บริเวณมีความกดอากาศแตกต่างกันมาก แสดงว่าความชันของความกดอากาศจะมีค่ามากเช่นกัน ดังนั้น ณ บริเวณนั้นจะเกิดลมแรง

2. แรงคอริออลิส (coriolis force) เป็นแรงที่ทำให้บรรยากาศเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่เนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ซึ่งนักเรียนสามารถทดลองได้ดังนี้

กิจกรรม 2.3 แรงคอริออลิส

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง สังเกต อภิปราย และอธิบายลักษณะของเส้นตรงที่ลากจากขั้วโลกมายังเส้นศูนย์สูตรขณะที่โลกหมุน
2. อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับผลของแรงคอริออลิสที่มีต่อการเคลื่อนที่ของลม

วัสดุ - อุปกรณ์

1. ลูกโลกจำลอง หรือวัตถุทรงกลม
2. ปากกาเมจิก หรือปากกาไวท์บอร์ด

วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนลากปากกาบนลูกโลก จากขั้วโลกเหนือไปยังเส้นศูนย์สูตร และจากขั้วโลกใต้ไปยังเส้นศูนย์สูตร โดยจับให้ลูกโลกอยู่นิ่ง สังเกตลักษณะของเส้นที่เกิดขึ้น
2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่ลากเส้นไปพร้อม ๆ กับหมุนลูกโลกตามทิศทางการหมุนรอบตัวเองของโลก เปรียบเทียบลักษณะของเส้นที่วาดก่อนและหลังการหมุนลูกโลก

📖 เมื่อลากเส้นในขณะที่ลูกโลกอยู่นิ่งกับขณะลูกโลกหมุน ลักษณะเส้นที่ปรากฏเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

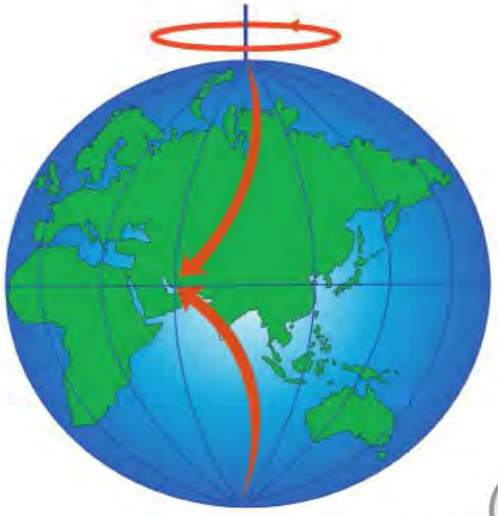
📖 เมื่อลากเส้นในขณะที่ลูกโลกหมุนตามทิศทางการหมุนรอบตัวเองของโลก ลักษณะเส้นที่ปรากฏฝั่งซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

จากการทดลอง การเคลื่อนที่ของเส้นตรงขณะที่หมุนลูกโลกจำลอง สามารถนำมาอธิบายเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่ของลมบนโลกได้ คือ ถ้าโลกไม่หมุนรอบตัวเอง ลมจะเคลื่อนที่จากบริเวณขั้วโลกมาที่บริเวณศูนย์สูตรในลักษณะเส้นตรง แต่ในความเป็นจริงโลกของเราหมุนรอบตัวเองตลอดเวลา ดังนั้นทิศทางลมจึงเบี่ยงเบนออกไปจากแนวเส้นตรงตามแรงคอริออลิส ดังภาพ 2.3 ซึ่งขนาดของแรงคอริออลิส จะแปรผันตรงกับความเร็วลมและละติจูด นั่นคือที่บริเวณศูนย์สูตร แรงคอริออลิสมีค่าเท่ากับศูนย์และเพิ่มมากขึ้นไปตามละติจูดโดยมีค่ามากที่สุดที่ขั้วโลก แรงคอริออลิสนี้จะทำมุมฉากกับการเคลื่อนที่ของอากาศเสมอ

$$C = 2\omega \sin\varnothing \cdot V$$

เมื่อ C คือ แรงคอริออลิส
ω คือ ความเร็วเชิงมุม
$\varnothing$ คือ ละติจูด
V คือ ความเร็วลม



ภาพ 2.3 ทิศทางลมตามแรงคอริออลิส

ทิศทางลมตามแรงคอลิออลิส

ทิศทางลมตามแรงคอลิออลิส

แรงคอริออลิสนอกจากจะมีผลกับลมแล้ว นักเรียนคิดว่ามีผลกับสิ่งใดบนโลกอีกหรือไม่อย่างไร

3. แรงเสียดทาน (friction) แรงเสียดทานเป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ส่งผลให้ความเร็วลมลดลง ลมที่เกิดเหนือมหาสมุทรจะมีแรงเสียดทานน้อยกว่าลมที่เกิดเหนือทวีป แรงเสียดทานมีผลอย่างมากกับอากาศที่อยู่ใกล้ผิวโลก ที่ระดับความสูงมากขึ้นแรงเสียดทานจะมีค่าลดลง จนลมที่เกิดขึ้นสมดุลระหว่างแรงที่เกิดจากความชันของความกดอากาศกับแรงคอริออลิสเท่านั้น

เพราะเหตุใดลมที่เกิดเหนือมหาสมุทรจึงมีแรงเสียดทานน้อยกว่าลมที่เกิดเหนือทวีป

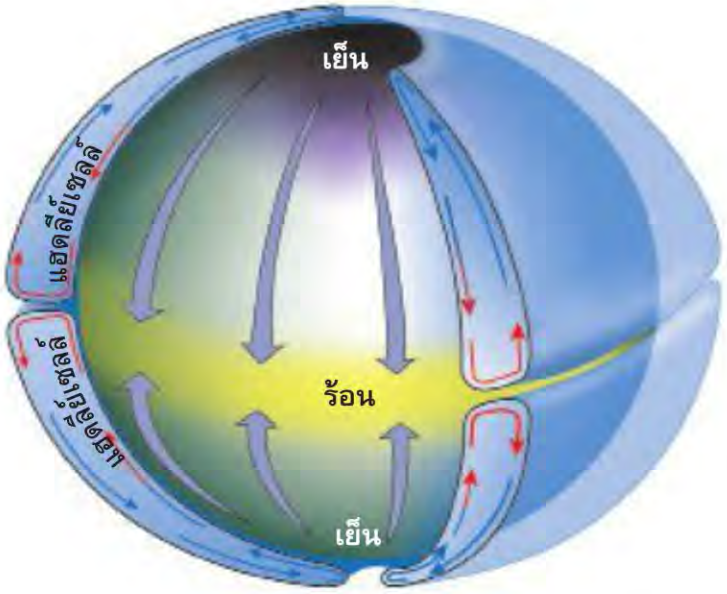
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

4. แรงสู่ศูนย์กลาง (centripetal force) เป็นแรงที่มีผลน้อยที่สุดต่อการเกิดลม แต่มีผลมากกับการหมุนของลม แรงนี้จะมีทิศทางเข้าหาจุดศูนย์กลางของการหมุน โดยความเร็วในการหมุนจะแปรผกผันกับระยะทางจากจุดศูนย์กลาง

จากที่นักเรียนได้ศึกษามาข้างต้นจะพบว่า การหมุนรอบตัวเองของโลกเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของลมบนโลก เพราะการที่โลกหมุนรอบตัวเองครบหนึ่งรอบในเวลา 24 ชั่วโมง จากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก ทำให้สิ่งต่าง ๆ บนพื้นโลกรวมทั้งบรรยากาศเคลื่อนที่ไปพร้อมกับการหมุนรอบตัวเองของโลกเนื่องจากแรงโน้มถ่วง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่สำคัญอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของลมบนโลก ได้แก่ พลังงานจากดวงอาทิตย์ บริเวณพื้นผิวโลกที่มีทั้งผืนดินและผืนน้ำ และการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะแกนโลกเอียง เป็นต้น นักเรียนคิดว่าการหมุนเวียนของระบบลมของโลกจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

2.1.2 แบบจำลองการหมุนเวียนของระบบลมของโลก

บริเวณศูนย์สูตรเป็นบริเวณที่รังสีจากดวงอาทิตย์ส่องมายังพื้นผิวโลกตลอดเวลา ทำให้อุณหภูมิของอากาศบริเวณนี้สูงกว่าบริเวณอื่น ๆ อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำจากบริเวณขั้วโลกจึงเคลื่อนที่ลงมายังบริเวณศูนย์สูตร และอากาศอุณหภูมิสูงบริเวณศูนย์สูตรจะยกตัวขึ้นและเคลื่อนที่ไปยังบริเวณขั้วโลก เรียกการหมุนเวียนแบบนี้ว่า การหมุนเวียนแบบแฮดลีย์ (Hadley cell) ซึ่งตั้งตามชื่อของนักอุตุนิยมวิทยาชาวอังกฤษ คือ จี แฮดลีย์ (George Hadley) และเรียกแบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศแบบนี้ว่า แบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศแบบเซลล์เดียว (one or single cell model) ดังภาพ 2.4



http://www.fas.org/irp/imint/docs/rst/Sect14/ FIG07_005.jpg

ภาพ 2.4 แบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศแบบเซลล์เดียว

แบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศแบบเซลล์เดียว

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

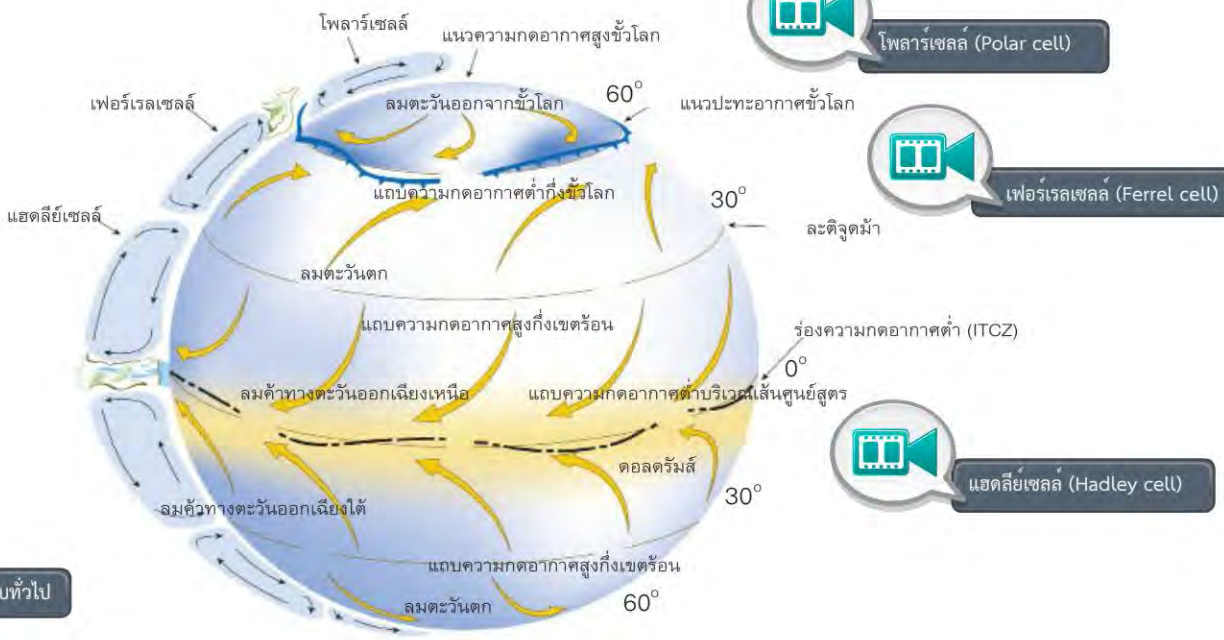
แบบจำลองนี้มีสมมติฐานที่ว่า พื้นผิวโลกปกคลุมด้วยพื้นน้ำทั้งหมดหรือมีพื้นผิวเหมือนกันหมดทั่วโลก รังสีจากดวงอาทิตย์ส่องตรงมายังบริเวณศูนย์สูตรเท่านั้น และโลกหยุดนิ่ง ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการใช้งาน

เพราะเหตุใด การที่มีข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้ลมเกิดการเคลื่อนที่ของลมตามแบบจำลองแบบเซลล์เดียว

แต่ในความเป็นจริงแล้วโลกเรามีพื้นผิวที่แตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นพื้นดินหรือพื้นน้ำ ในแต่ละบริเวณได้รับปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน และโลกยังหมุนรอบตัวเองอีกด้วย ดังนั้น การหมุนเวียนที่มีลักษณะเป็นวงเดียวจากแบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศแบบเซลเดียวก็จะแตกออกเป็นวงย่อย ๆ 3 ส่วน คือ แฮดลีย์เซลล์ เฟอร์เรลเซลล์ (ferrel cell) และโพลาร์เซลล์ (polar cell) เรียกแบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศแบบนี้ว่า แบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศแบบทั่วไป (general circulation) โดยเฟอร์เรลเซลล์ เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลการหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้เกิดการแบ่งเขตการหมุนเวียนลมระหว่างขั้วโลกกับบริเวณศูนย์สูตร หรือแฮดลีย์เซลล์เดิม คือ ที่บริเวณใกล้ขั้วโลกทั้งสองและที่บริเวณศูนย์สูตร ลมจะพัดมาจากทิศตะวันออก ส่วนบริเวณเขตอบอุ่นหรือละติจูดกลางที่ตรงกับบริเวณเฟอร์เรลเซลล์ ลมส่วนมากจะพัดมาจากทิศตะวันตก โดยลมตะวันออกจากขั้วโลก (polar easterlies) กับลมตะวันตก (westerlies) จากเขตอบอุ่นจะไปปะทะกันที่ราว ๆ ละติจูด 60° ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ (subpolar low) เกิดเป็นแนวปะทะอากาศขึ้น (polar front) อากาศในบริเวณนี้จึงมีความปรวนแปรที่สุด และมีหยาดน้ำฟ้า (precipitation) เกิดขึ้นมาก

ส่วนบริเวณ ละติจูด 30° เป็นรอยต่อระหว่างลมตะวันตกจากเขตอบอุ่นกับลมตะวันออกจากเขตร้อนจะมีความกดอากาศสูง (subtropical highs) มีลมพัดเบาและท้องฟ้าแจ่มใส การเดินเรือสมัยโบราณจะได้รับความลำบาก เพราะขาดลมหรือมีลมอ่อนมากในบริเวณนี้ จึงทำให้ม้าที่บรรทุกไปในเรือต้องเสียชีวิตไปมาก ฉะนั้นบริเวณนี้จึงได้ชื่อว่าละติจูดม้า(horse latitude) และเนื่องจากลมตะวันออกเฉียงเหนือในซีกโลกเหนือ และลมตะวันออกเฉียงใต้ในซีกโลกใต้เป็นลมที่ใช้ในการเดินเรือสินค้าในสมัยโบราณเหล่ากัปตันเรือจึงเรียกลมนี้ว่า ลมค้า (trade winds)

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ



ภาพ 2.5 แบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศแบบทั่วไป

การอธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเส้นแบ่งเขต จะสามารถแบ่งแถบการหมุนเวียนได้ 3 แถบ ใหญ่ ๆ คือ

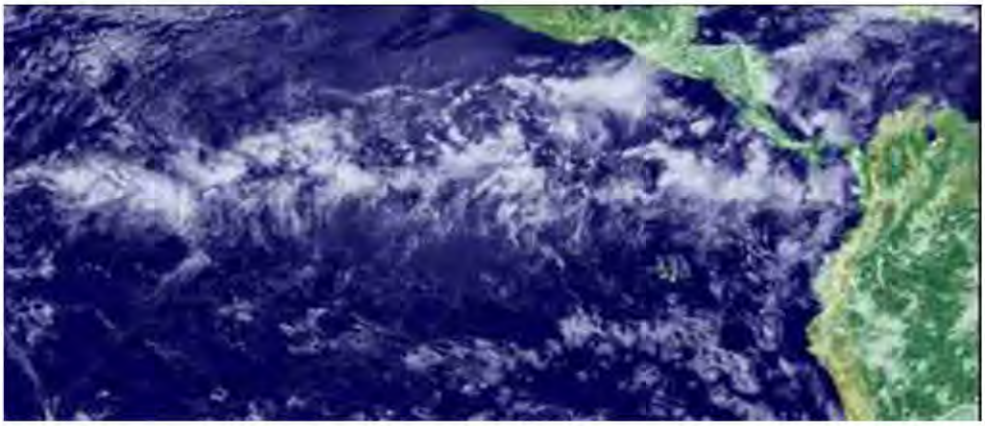
1. การหมุนเวียนแถบขั้วโลก (polar cell) จะเริ่มตั้งแต่บริเวณขั้วโลกทั้งสองจนถึงแถบความกดอากาศต่ำกึ่งขั้วโลก (subpolar low) ที่บริเวณละติจูดที่ 60 องศา มีลมตะวันออกจากขั้วโลก (polar easterlies) กับลมตะวันตก (westerlies) จากเขตอบอุ่นไปปะทะกัน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำเกิดเป็นแนวปะทะอากาศขั้วโลกขึ้น (polar front) อากาศในบริเวณนี้จึงมีความแปรปรวนที่สุด และมีหยาดน้ำฟ้า (precipitation) เกิดขึ้นมาก

2. การหมุนเวียนแถบละติจูดกลาง หรือแถบความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อน (subtropical high) เริ่มจากแถบความกดอากาศต่ำกึ่งขั้วโลก จนถึงบริเวณละติจูดที่ 30 ° ลมที่พัดบริเวณนี้เป็นลมตะวันตกจากเขตอบอุ่น โดยที่บริเวณละติจูดที่ 30 ° จะเป็นเขตแห้งแล้ง เนื่องจากเป็นบริเวณที่อากาศแห้งจากแฮดลีย์เซลล์ และเฟอร์เรลเซลล์ปะทะกัน แล้วจมตัวลง ทำให้พื้นดินแห้งแล้งเป็นเขตทะเลทราย และพื้นน้ำมีลมอ่อนมาก

3. การหมุนเวียนแถบเขตร้อน (tropical circulation) เริ่มจากแถบความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อน ถึงบริเวณแถบความกดอากาศต่ำบริเวณศูนย์สูตร (equatorial low) ซึ่งเป็นเขตที่ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์มากที่สุด ลมค่อนข้างสงบ เนื่องจากอากาศร้อนชื้น ยกตัวขึ้น ควบแน่นเป็นเมฆคิวมูลัสขนาดใหญ่ และมีการคายความร้อนแฝงจำนวนมาก ทำให้เกิดเป็นพายุฝนฟ้าคะนอง และเมื่ออากาศชั้นบนสูญเสียไอน้ำไปแล้วจะเคลื่อนตัวไปทางขั้วโลก

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

อากาศเหนือผิวพื้นบริเวณเส้นรุ้งม้าเคลื่อนตัวไปยังแถบความกดอากาศต่ำบริเวณศูนย์สูตร ทำให้เกิดลมค้า และแรงคอริออลิสเข้ามาเสริมทำให้ลมค้าทางซีกโลกเหนือเคลื่อนที่มาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และลมค้าทางซีกโลกใต้เคลื่อนที่มาจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ จนลมค้าทั้งสองมาปะทะกันและยกตัวขึ้นบริเวณศูนย์สูตร เรียกว่า ร่องความกดอากาศต่ำ หรือ ITCZ (Intertropic convergence zone) ดังภาพ 2.6



GOES 11 Photo courtesy NASA

เขต ICTZ

ภาพ 2.6 แสดง เขต ITCZ บริเวณแถบอเมริกากลาง

บริเวณรอยต่อนี้จะเกิดลมพัดสอบเข้าหากัน และมีการยกตัวของอากาศเกิดขึ้นตลอดแนวผิวน้ำ บริเวณศูนย์สูตรซึ่งอุ่น ความแตกต่างของความกดอากาศบริเวณนี้จึงมีไม่มากนัก ส่งผลให้มีลมอ่อนที่เรียกว่า แถบลมสงบบริเวณศูนย์สูตร หรือดอลดรัมส์ (doldrums) ลักษณะอากาศอุ่นในบริเวณนี้มีความชื้นสูงทำให้มีการยกตัวเกิดเมฆหนาแน่น อากาศที่ร้อนชื้นจะมีอุณหภูมิต่ำลงทำให้ไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเป็นเมฆและฝนที่พื้นผิว มีลมจากบริเวณทางเหนือและใต้ของดอลดรัมส์พัดเข้ามาปะทะกันทำให้เกิดบริเวณลมสงบร้อนอบอ้าว โดยอากาศร้อนอบอ้าวจะปรากฏชัดเจนเหนือมหาสมุทร ความร้อนจากอากาศที่ร้อนและความร้อนแฝงจากการกลั่นตัวของไอน้ำเป็นเมฆชั้นบน ทำให้บริเวณนี้มีฝนตกชุกและฝนฟ้าคะนอง

จากที่กล่าวมาทั้งหมด นักเรียนจะพบว่าการหมุนเวียนของระบบลมของโลก บริเวณศูนย์สูตรจะได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณขั้วโลก เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศจากบริเวณความกดอากาศสูงไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำ เกิดเป็นลมพัดจากบริเวณขั้วโลกไปยังบริเวณศูนย์สูตร แต่เนื่องจากมีปัจจัยสำคัญหลายปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของระบบลมของโลก ทำให้มีการหมุนเวียนของลมแตกเป็นส่วนย่อย ๆ หลายส่วน ซึ่งทำให้เกิดลักษณะอากาศที่แตกต่างกันแต่ละบริเวณบนโลก เมื่อนักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับการหมุนเวียนของระบบลมของโลกแล้ว นักเรียนคิดว่าน้ำในมหาสมุทรจะมีการหมุนเวียนเหมือนหรือแตกต่างจากการหมุนเวียนของลมหรือไม่ ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาในเรื่องต่อไป

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

2.2 การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร

โลกของเราประกอบด้วยพื้นดิน 1 ส่วน และพื้นน้ำ 3 ส่วน ดังนั้นพื้นที่ส่วนใหญ่บน ผิวโลกจะถูกปกคลุมด้วยน้ำทะเลขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อกัน ซึ่งเรียกว่า มหาสมุทร ถึงแม้ว่ามหาสมุทรและบรรยากาศจะแตกต่างกัน แต่ทั้งสองต่างมีความสัมพันธ์กัน เช่น มหาสมุทรได้รับและดูดกลืนรังสีจากดวงอาทิตย์และเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ทำให้น้ำในมหาสมุทรมีอุณหภูมิสูงขึ้นและบางส่วนระเหยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ และควบแน่นเป็นละอองน้ำรวมตัวกันตกเป็นฝนลงสู่มหาสมุทรอีกครั้ง ขณะเดียวกันความร้อนจากมหาสมุทรและความร้อนแฝงจากการควบแน่นเป็นไอน้ำมีผลทำให้บรรยากาศเกิดการหมุนเวียนเช่นกัน

จากการที่นักเรียนได้ศึกษาแล้วว่า อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ ความกดอากาศสูง จะจมตัวลง และอากาศที่มีอุณหภูมิสูง ความกดอากาศต่ำ จะลอยตัวสูงขึ้น เมื่อมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศของสองบริเวณ อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำจะเคลื่อนที่ไปทางด้านอากาศที่มีอุณหภูมิสูง ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะเกิดขึ้นเช่นเดียวกับน้ำในมหาสมุทรหรือไม่ มีปัจจัยใดที่มีผลต่อการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร และการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมบนโลกของเราอย่างไรบ้าง ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาจากบทเรียนนี้

http://www.music2zeed.com/forum/attachmentMon_1011/4_198_7fl583ee3db3b79.jpg

ภาพ 2.7 แผนที่โลกแสดงพื้นดินและพื้นน้ำ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

2.2.1 การแบ่งชั้นน้ำมหาสมุทร

มหาสมุทรเป็นผืนน้ำขนาดใหญ่ เมื่อเรามองดูด้วยตาเปล่าอาจคิดว่ามวลน้ำทั้งหมดนั้นมีสมบัติเหมือนกัน แต่ความจริงแล้วน้ำในมหาสมุทรมีการแบ่งเป็นชั้นคล้ายกับการแบ่งชั้นบรรยากาศ เพราะเหตุใดจึงต้องมีการแบ่งชั้นน้ำมหาสมุทร มีหลักเกณฑ์ในการแบ่งอย่างไร และการที่น้ำในมหาสมุทรมีชั้นน้ำที่แตกต่างกัน จะมีผลต่อการหมุนเวียนของน้ำอย่างไร นักเรียนสามารถศึกษาจากแบบจำลองต่อไปนี้

กิจกรรม 2.4 แบบจำลองการแบ่งชั้นน้ำ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

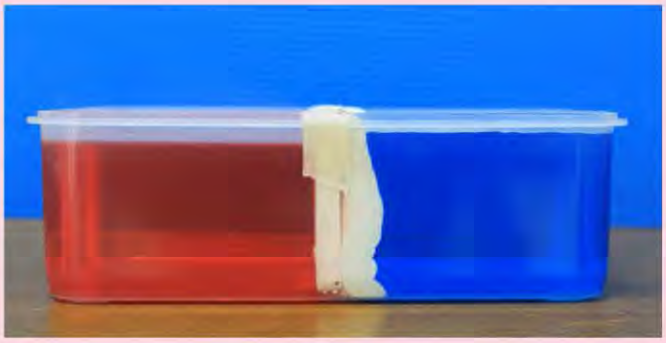
1. ทดลอง สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับแบ่งชั้นน้ำ และการเคลื่อนที่ของน้ำที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน
2. อภิปราย และอธิบายการหมุนเวียนของมวลน้ำในมหาสมุทร

วัสดุ - อุปกรณ์

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

วิธีทำกิจกรรม

1. จัดเตรียมชุดอุปกรณ์ ดังรูป โดยอุดขอบแผ่นพลาสติกที่กั้นไว้ตรงกลาง และรูที่เจาะด้วยดินน้ำมันป้องกันไม่ให้น้ำรั่วซึมถึงกันได้
2. ใส่น้ำที่อุณหภูมิต่างกันลงในกล่องพลาสติกสองฝั่งให้ท่วมระดับรูที่เจาะไว้ตรงแผ่นกั้นพลาสติก และเติมสีผสมอาหารที่มีสีแตกต่างกันลงไปในน้ำเพื่อให้สามารถสังเกตความแตกต่างของมวลน้ำทั้งสองอุณหภูมิได้



*หมายเหตุ ผสมสีน้ำเงินในฝั่งน้ำเย็น และผลมสีแดงในฝั่งน้ำร้อน จะทำให้สังเกตการเคลื่อนที่ของมวลน้ำได้ชัดเจน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

กิจกรรม 2.4 แบบจำลองการแบ่งชั้นน้ำ (ต่อ)

วิธีทำกิจกรรม

3. เขี่ยดินน้ำมันรูล่างออก สังเกตการเคลื่อนที่ของมวลน้ำ จากนั้นเขี่ยดินน้ำมันที่อุดรูบนออก สังเกตการเคลื่อนที่ของมวลน้ำอีกครั้ง
4. ให้นักเรียนบันทึกผล และสรุปผล พร้อมนำเสนอต่อชั้นเรียน

📖 เมื่อเขี่ยดินน้ำมันรูล่างออก มวลน้ำทั้งสองอุณหภูมิเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร

📖 เมื่อเขี่ยดินน้ำมันรูบนออก มวลน้ำทั้งสองอุณหภูมิเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร

📖 มีการผสมของมวลน้ำทั้งสองอุณหภูมิหรือไม่

จากการทดลองนักเรียนจะพบว่า มวลน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำและมวลน้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะอยู่คนละชั้น เราสามารถแบ่งชั้นมวลน้ำได้ 3 ระดับตามอุณหภูมิและความเค็ม ดังรูป 2.8 คือ

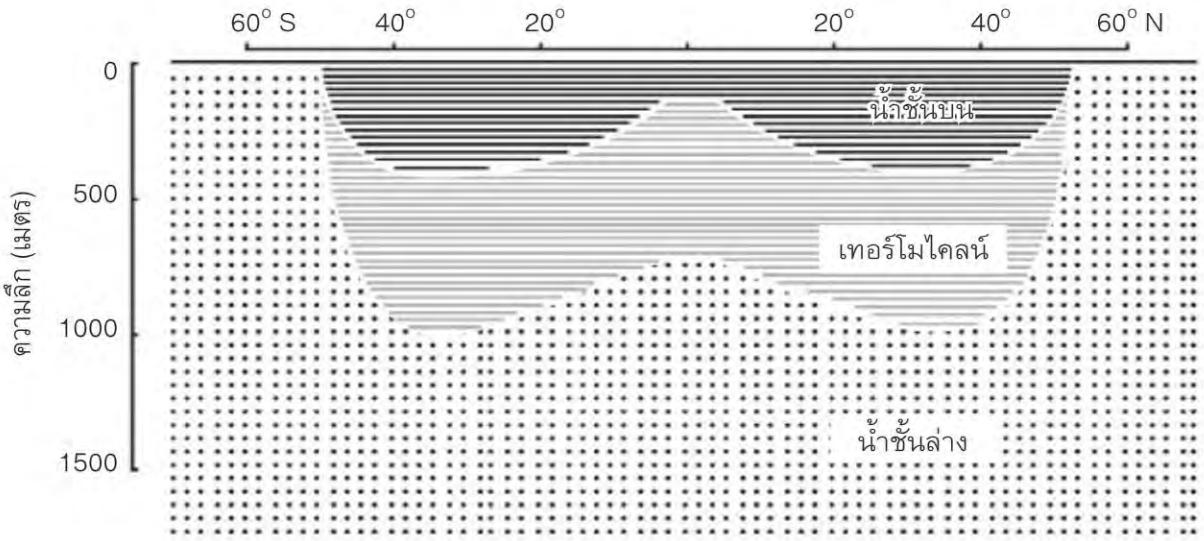
ท่าน้ำ หมายถึง น้ำที่ไหลลงสู่แม่น้ำลำธารทันทีหลังจากฝนตก

น้ำชั้นบน เป็นน้ำที่มีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำชั้นล่าง เพราะมีอุณหภูมิสูงเนื่องจากรับรังสีของดวงอาทิตย์โดยตรง และมีความเค็มต่ำ เพราะมีน้ำฝนหรือน้ำท่าผสมอยู่

น้ำชั้นล่าง เป็นน้ำที่มีความหนาแน่นสูง เพราะมีอุณหภูมิต่ำ และมีความเค็มสูง เนื่องจากเป็นน้ำที่ไหลมาจากขั้วโลก บริเวณขั้วโลกมีลมพัดผิวน้ำที่มีกำลังแรงทำให้เกิดการระเหยของน้ำมาก ลมจึงพัดพาไอน้ำออกจากผิวน้ำได้มาก ทำให้น้ำทะเลบริเวณนี้มีความเค็มสูง ส่วนบริเวณศูนย์สูตรมีฝนตกชุกจึงทำให้ความเค็มของน้ำทะเลต่ำกว่าที่บริเวณขั้วโลก

และระหว่างน้ำชั้นบนและน้ำชั้นล่าง จะมีชั้นน้ำแคบ ๆ ทำให้น้ำชั้นบนและน้ำชั้นล่างไม่สามารถผสมกันได้โดยสะดวก เรียกว่า เทอร์โมไคลน์ (thermocline) เป็นชั้นที่มีการลดลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็วตามความลึกที่เพิ่มขึ้น หรือเรียกอีกอย่างว่า แฮโลไคลน์ (halocline) เพราะมีความเค็มเพิ่มขึ้นตามความลึกเช่นกัน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ



ภาพ 2.8 ชั้นน้ำในมหาสมุทร

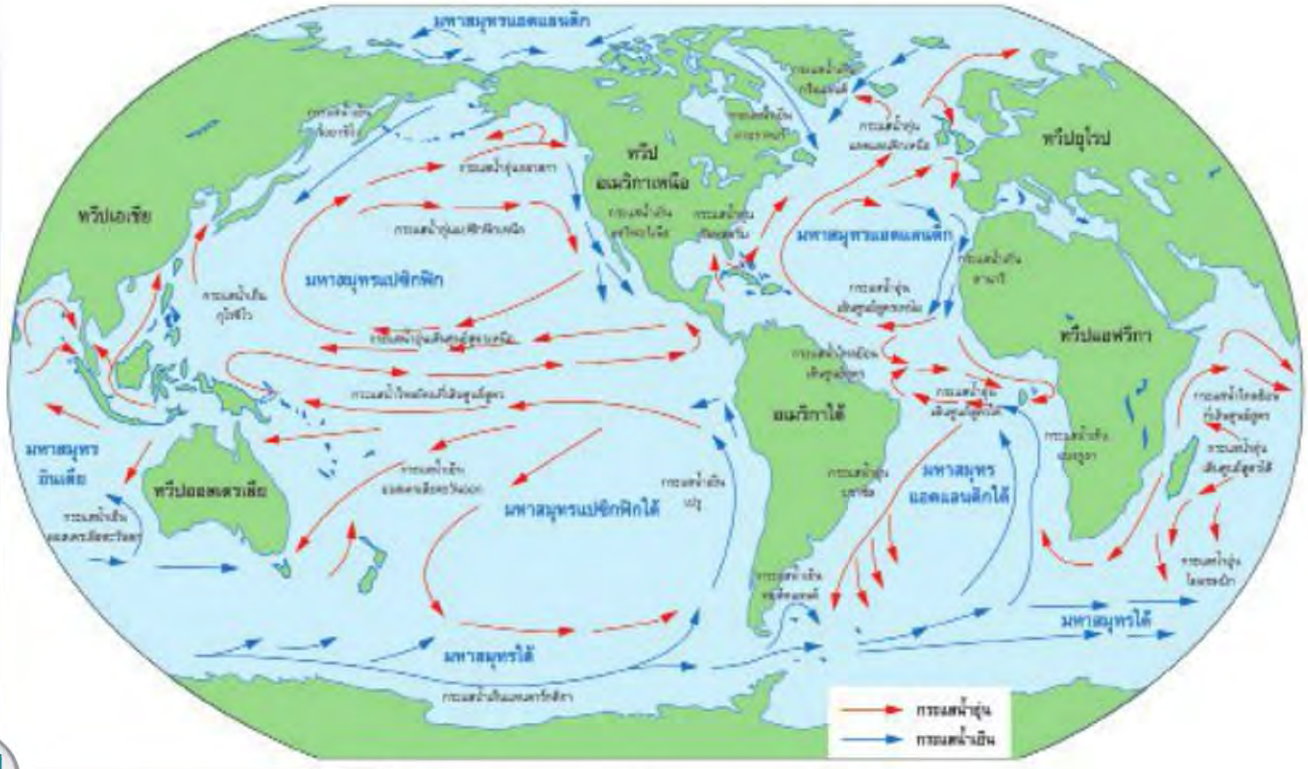
โดยปกติอุณหภูมิของน้ำจะลดลงตามระดับความลึก น้ำชั้นบน บริเวณใกล้ผิวน้ำ ลมจะพัดทำให้มวลน้ำผสมกันและมีอุณหภูมิคงที่ มีความหนาไม่เกิน 200 เมตร (ในอ่าวไทย 40-50 เมตร) ในชั้นเทอร์โมไคลน์ อุณหภูมิจะลดลงตามระดับความลึกอย่างรวดเร็ว ส่วนน้ำชั้นล่างอุณหภูมิจะลดลงอย่างช้า ๆ ตามความลึกจนเกือบคงที่

2.2.2 การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร

การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร เกิดจากกระบวนการถ่ายเทความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ โดยหมุนเวียนจากบริเวณที่ได้รับความร้อนเกินสมดุล คือ บริเวณศูนย์สูตร ไปยังบริเวณที่ได้รับความร้อนน้อยจนขาดสมดุล คือ บริเวณขั้วโลก และนอกจากอุณหภูมิแล้วยังมีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร คือ ลม และความเค็ม การหมุนเวียนของน้ำจะพบใน 2 รูปแบบ คือ

1. การหมุนเวียนของน้ำในแนวราบ หรือการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้า (surface current circulation) เกิดจากอิทธิพลของลมที่พัดเหนือผิวน้ำ ได้แก่ ลมค้าบริเวณศูนย์สูตร ลมตะวันตกบริเวณละติจูด 30 องศาเหนือและใต้ และแรงคอริออลิส ทำให้น้ำในมหาสมุทรไหลเป็นวงตามเข็มนาฬิกาในซีกโลกเหนือ และทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ นอกจากนี้รูปร่างของมหาสมุทรและความเร็วลมยังมีผลทำให้เกิดการหมุนเวียนแตกต่างกันไป ดังภาพ 2.9

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้า

ภาพ 2.9 การหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้า

การหมุนเวียนของน้ำในแนวราบในมหาสมุทรเริ่มจากบริเวณศูนย์สูตร โดยลมค้าจะพัดน้ำผิวหน้าให้ไหลไปทางทิศตะวันตกไปปะทะกับแผ่นดินทำให้ระดับผิวน้ำเกิดความลาดเอียง เกิดเป็นกระแสน้ำไหลย้อนที่เส้นศูนย์สูตร (equitorial counter current) ขณะที่มวลน้ำส่วนใหญ่จะไหลขึ้นเหนือและใต้เส้นศูนย์สูตรกลายเป็นกระแสน้ำอุ่น ซึ่งจะมีชื่อเรียกต่าง ๆ กันในแต่ละมหาสมุทร

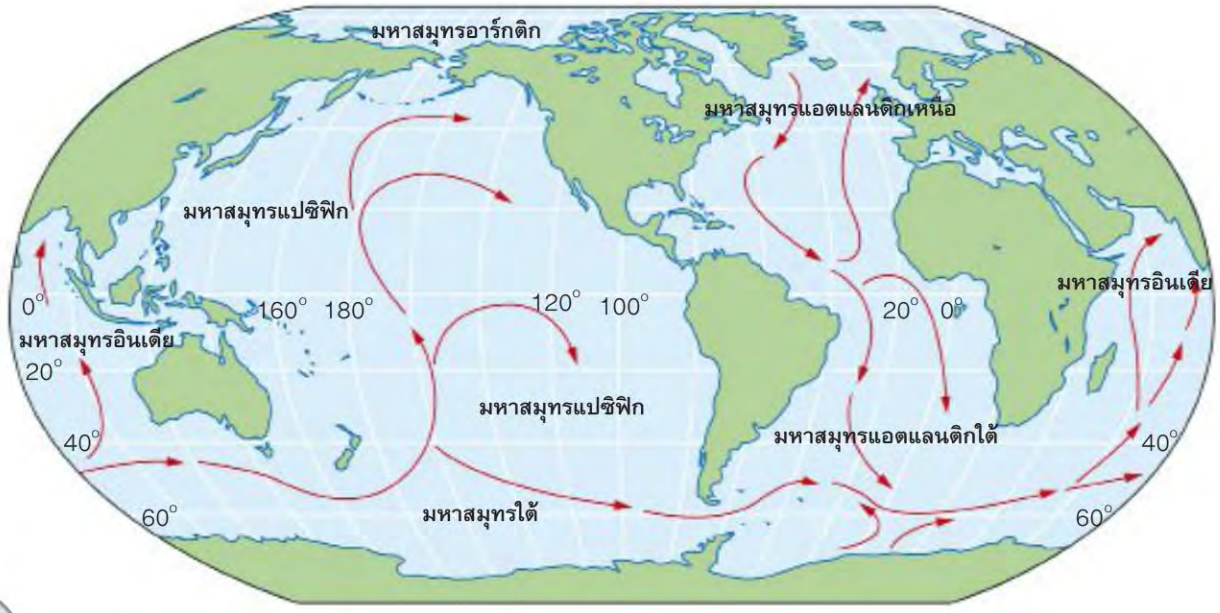
นักเรียนรู้จักกระแสน้ำอุ่นใดบ้าง อยู่บริเวณใด

เมื่อน้ำไหลขึ้นไปถึงแนวละติจูด 30 องศา จะมีลมตะวันตกพัดพาน้ำไปทางทิศตะวันออก เมื่อมวลน้ำชนแผ่นดิน น้ำบางส่วนจะไหลเข้าหาเส้นศูนย์สูตรเป็นกระแสน้ำเย็นทางฝั่งตะวันออกของมหาสมุทร เมื่อถึงบริเวณศูนย์สูตรจะถูกลมค้าพัดไปทางทิศตะวันตกเป็นอันครบรอบวงจรน้ำชั้นบนในมหาสมุทร

2. การหมุนเวียนของมวลน้ำในแนวดิ่ง หรือการหมุนเวียนของกระแสน้ำลึก (deep current circulation) เกิดจากอิทธิพลความแตกต่างของอุณหภูมิ และความเค็ม (thermohaline circulation) การหมุนเวียนของน้ำในแนวดิ่งเริ่มต้นจาก มวลน้ำที่มีอุณหภูมิสูงบางส่วนไหลเข้าไปทางเขตขั้วโลก ที่บริเวณขั้วโลกน้ำมีอุณหภูมิต่ำมากเพราะได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์น้อยประกอบกับลมพัดแรงทำให้น้ำสูญเสียความร้อน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

ให้กับบรรยากาศ จนน้ำทะเลกลายเป็นน้ำแข็งที่ผิวหน้า ก็จะคายเกลือให้กับน้ำทะเลที่เหลือ จึงทำให้น้ำขั้วโลกมีความหนาแน่นสูง มวลน้ำก้อนนี้จึงจมตัวลง และเคลื่อนตัวไปตามก้นทะเลไปทางเส้นศูนย์สูตรต่อไป



การหมุนเวียนของกระแสน้ำลึก

ภาพ 2.10 การหมุนเวียนของกระแสน้ำลึก

จากที่กล่าวมาทั้งหมด พบว่าระหว่างมวลน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกับมวลน้ำที่มีอุณหภูมิสูง จะหมุนเวียนแยกชั้นกันอย่างชัดเจน โดยน้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะอยู่ในน้ำชั้นบนของมหาสมุทรที่บริเวณศูนย์สูตร และละติจูดตอนกลางเท่านั้น ส่วนน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะอยู่ในน้ำชั้นล่างของมหาสมุทร ซึ่งจะหมุนเวียนจากขั้วโลกไปยังบริเวณศูนย์สูตร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

นอกจากลมจะมีผลต่อการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าแล้ว ยังทำให้เกิดน้ำผุด (upwelling) ตามชายฝั่งมหาสมุทรอีกด้วย ซึ่งนักเรียนสามารถศึกษาการเกิดน้ำผุดได้จากแบบจำลองต่อไปนี้

กิจกรรม 2.5 การเกิดน้ำผุด

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลอง สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของสีผสมอาหารในถาดน้ำ
2. อภิปราย และอธิบายการเกิดน้ำผุด

วัสดุ - อุปกรณ์

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

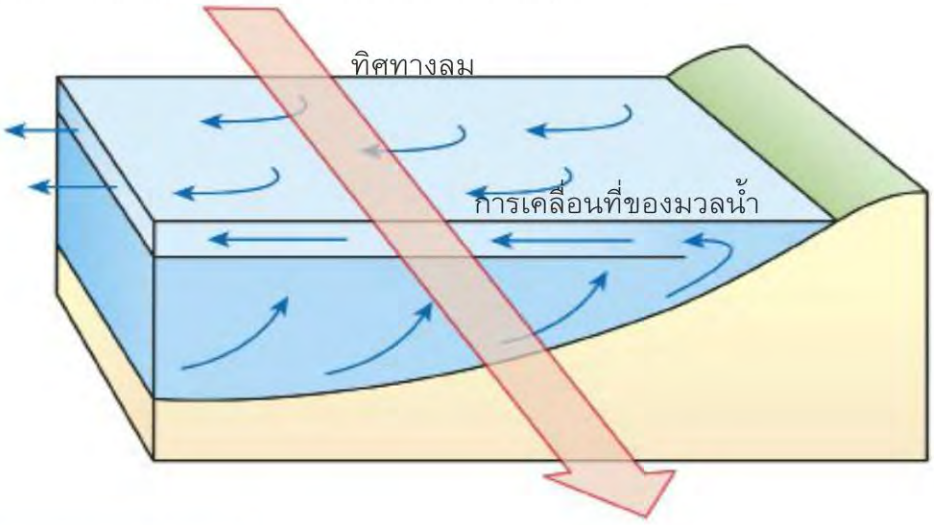
วิธีทำกิจกรรม

1. เติมน้ำลงในถาดสี่เหลี่ยม หยดสีผสมอาหารไว้ที่ก้นภาชนะด้านใดด้านหนึ่ง
2. ใช้หลอดพลาสติกเป่าลมผ่านผิวน้ำในด้านตรงข้ามที่หยดสีผสมอาหาร สังเกตการเคลื่อนที่ของสีผสมอาหาร

- เมื่อเป่าลมผ่านผิวน้ำ สีผสมอาหารจะเคลื่อนที่อย่างไร
- ถ้าไม่เป่าลมสีของผสมอาหารจะเกิดการเคลื่อนที่อย่างไร
- นักเรียนคิดว่าน้ำผุดเกิดขึ้นได้อย่างไร

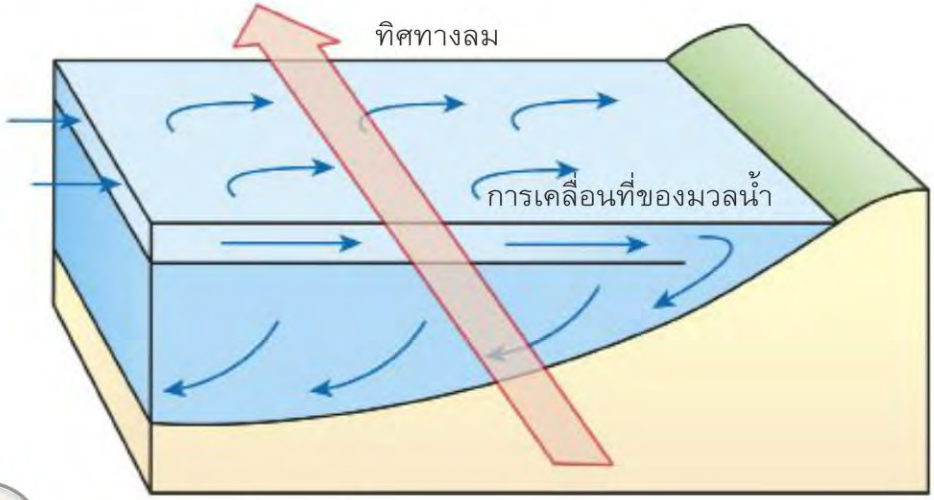
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

จากการทดลองสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการเกิดน้ำผุด บริเวณชายฝั่งได้ คือ เมื่อมีลมพัดขนานกับชายฝั่ง (ชายฝั่งอยู่ทางซ้ายมือของลมในซีกโลกเหนือและทางขวามือของลมในซีกโลกใต้) รวมทั้งผลของแรงคอริออลิส ทำให้มวลน้ำชั้นบนถูกพัดออกไปจากชายฝั่งในแนวตั้งฉากกับทิศทางลม และมวลน้ำชั้นล่างจะเคลื่อนที่ขึ้นมาแทนที่มวลน้ำชั้นบน ดังรูป



การเกิดน้ำผุด

ภาพ 2.11 การเกิดน้ำผุดบริเวณชายฝั่ง



การเกิดน้ำจม

ภาพ 2.12 การเกิดน้ำจม

น้ำจม เกิดจากการจมตัวของน้ำชั้นบนลงสู่น้ำชั้นล่าง
เมื่อมีลมพัดผ่านผิวน้ำในทิศทางขนานกับชายฝั่ง รวมทั้งผลจากแรงคอริออลิส
ทำให้น้ำชั้นบนถูกพัดเข้าสู่ชายฝั่งในแนวตั้งฉากกับทิศทางลม แล้วจมตัวลง

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

การที่เกิดน้ำผุดนั้นมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศทางทะเลเป็นอย่างมาก เพราะการที่น้ำชั้นล่างเคลื่อนที่มาชั้นบนจะช่วยพัดพาสารอาหารขึ้นมาด้วย ทำให้ชายฝั่งบริเวณนั้นอุดมสมบูรณ์ มีปลาชุกชุม เช่น น้ำผุดตามชายฝั่งประเทศเปรู เป็นต้น

น้ำจมมีผลต่อระบบนิเวศตามชายฝั่งทะเลเหมือนน้ำผุดหรือไม่

จากที่นักเรียนได้ศึกษามาว่า การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรนั้น มีการหมุนเวียนระหว่างน้ำบริเวณขั้วโลกกับน้ำบริเวณศูนย์สูตร ซึ่งเป็นการหมุนเวียนของน้ำชั้นบนและน้ำชั้นล่าง นักเรียนคิดว่าลักษณะการหมุนเวียนของน้ำรูปแบบใดจะมีผลต่อสภาพอากาศบนโลก และมีผลต่อสภาพอากาศอย่างไร นักเรียนจะได้ศึกษาในบทต่อไป

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

สรุปท้ายบท

การหมุนเวียนของระบบลมของโลก เกิดจากบริเวณใกล้ศูนย์สูตรได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณใกล้ขั้วโลก ทำให้ความกดอากาศของบริเวณทั้งสองแตกต่างกัน จึงทำให้อากาศเคลื่อนที่จากบริเวณความกดอากาศสูงไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำเกิดเป็นลมพัดจากบริเวณขั้วโลกไปยังบริเวณศูนย์สูตร แต่เนื่องจากมีปัจจัยสำคัญหลายปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของระบบลมของโลก เช่น พื้นผิวโลก มีทั้งพื้นทวีปและพื้นมหาสมุทร พื้นผิวโลกได้รับปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน และโลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้มีการหมุนเวียนของลมแตกเป็นส่วนย่อย ๆ หลายส่วนและเป็นผลให้มีลักษณะอากาศที่แตกต่างกันแต่ละบริเวณบนโลก

น้ำในมหาสมุทรนั้นไม่ได้มีสมบัติเหมือนกันตลอดทั้งมหาสมุทร แต่แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ตามอุณหภูมิและความเค็ม คือ น้ำชั้นบน มีอุณหภูมิสูงและมีความเค็มต่ำ น้ำชั้นล่าง มีอุณหภูมิต่ำ และมีความเค็มสูง ส่วนน้ำชั้นเทอร์โมไคลน์ เป็นชั้นน้ำที่อยู่ระหว่างน้ำชั้นบนและน้ำชั้นล่าง อุณหภูมิของน้ำชั้นนี้จะลดลงอย่างรวดเร็วตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรมี 2 รูปแบบ คือ การหมุนเวียนของน้ำในแนวราบ หรือการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้า เกิดจากอิทธิพลของลมที่พัดเหนือผิวน้ำ ได้แก่ ลมค้าบริเวณศูนย์สูตร และลมตะวันตกบริเวณละติจูด 30 องศาเหนือและใต้ รวมทั้งแรงคอริออลิส และการหมุนเวียนของมวลน้ำในแนวดิ่ง หรือการหมุนเวียนของกระแสน้ำลึก เกิดจากอิทธิพลความแตกต่างของอุณหภูมิ และความเค็ม

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

คำถามท้ายบท

1. มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลทั้งต่อการหมุนเวียนของระบบลมโลกและน้ำในมหาสมุทร
2. มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการหมุนเวียนของลม จงอธิบาย
3. มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร จงอธิบาย
4. กระแสน้ำลึก และกระแสน้ำผิวหน้า แตกต่างกันอย่างไร
5. การหมุนเวียนของลมบนโลกมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร
6. การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร
7. กระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็น เกิดจากการหมุนเวียนของน้ำรูปแบบใด และเกิดได้อย่างไร
8. น้ำผุดเกิดขึ้นได้อย่างไร และมีประโยชน์อย่างไร
9. แรงคอริออลิสมีอิทธิพลต่อการหมุนเวียนของระบบลมโลกและน้ำในมหาสมุทรอย่างไร
10. นักเรียนคิดว่าบริเวณชายฝั่งของประเทศไทยมีการเกิดน้ำผุดบ้างหรือไม่ น่าจะอยู่บริเวณใด และมีผลต่อระบบนิเวศทางทะเลแถบนั้นอย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

บทที่ 3
เมฆและการเกิดเมฆ

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

เมฆรูปร่างประหลาดนี้ คือ เมฆรูปเลนส์ (lenticular cloud) หลายคนอาจคิดตรงกันว่า เมฆพวกนี้มีลักษณะคล้ายจานบิน ข้อสงสัยต่อไปคือ แล้วเมฆลักษณะนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

📖 นักเรียนเคยเห็นเมฆรูปเลนส์บนท้องฟ้าบ้างหรือไม่

3.1 เมฆและการเกิดเมฆ

ก้อนเมฆสีขาวที่ลอยอยู่บนท้องฟ้า นับเป็นองค์ประกอบสำคัญของท้องฟ้า ที่เราเห็นจนชินตา ท้องฟ้าในแต่ละวัน อาจมีเมฆชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน กลุ่มก้อนของเมฆอาจรวมตัวกันจนทำให้เราเห็นรูปร่างแปลก ๆ ของเมฆได้ หากเราสังเกตกลุ่มเมฆที่เห็นให้ดีแล้ว ทราบหรือไม่ว่ารูปร่าง ความสูงของฐานเมฆ รวมถึงสีของก้อนเมฆ สามารถบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศได้

แล้วนักเรียนคิดว่า

📖 เมฆเกิดขึ้นได้อย่างไร

📖 เหตุใดเมฆ จึงมีรูปร่างแตกต่างกัน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cirrus_sky_panorama.jpg

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Clouds_over_Africa.jpg

http://en.wikipedia.org/wiki/File:CloudsOverUtah.jpg

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cirrocumulus_Clouds_July_2010.jpg

ภาพ 3.1 เมฆรูปร่างต่างๆ

3.1.1 การเกิดเมฆ

เมฆเป็นกลุ่มละอองน้ำหรือผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กจำนวนมากที่ลอยอยู่ในอากาศ นักเรียนทราบหรือไม่ว่า เมฆเกิดขึ้นได้อย่างไร และมีปัจจัยใดบ้างที่ก่อให้เกิดเมฆ ลองสืบค้นคำตอบจากกิจกรรมต่อไปนี้

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

กิจกรรม 3.1 เมฆเกิดได้อย่างไร

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลองและสังเกตการเปลี่ยนแปลงภายในภาชนะที่มีอุณหภูมิต่างกัน
2. อภิปรายและอธิบายกระบวนการเกิดเมฆ และปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเมฆ

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. จุดธูปและเอาเข้าไปจ่อในภาชนะเพื่อให้ควันธูปอยู่ในภาชนะ สังเกตการเปลี่ยนแปลงภายในภาชนะ
3. นำน้ำแข็งใส่ลงในภาชนะแบนและนำไปปิดปากภาชนะ จากนั้นสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น
4. ทำตามขั้นตอนข้อ 1-3 อีกครั้ง แต่ไม่ใช้ควันธูปจ่อในภาชนะ สังเกตการเปลี่ยนแปลง
5. ทำตามขั้นตอนข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนเป็นใช้น้ำเย็นแทนน้ำร้อน สังเกตการเปลี่ยนแปลง

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

จากกิจกรรม

- เมื่อจ่อควันธูปในภาชนะที่มีอุณหภูมิต่างกัน แล้ววางภาชนะแบนที่ใส่น้ำแข็งบนปากภาชนะ นักเรียนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- เหตุใดจึงต้องวางภาชนะแบนที่ใส่น้ำแข็งบนปากภาชนะ
- หากไม่ใช้ควันธูป นักเรียนจะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงภายในภาชนะหรือไม่ อย่างไร
- กลุ่มของละอองน้ำภายในภาชนะเกิดขึ้นได้อย่างไร
- ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อละอองน้ำในภาชนะ
- การเกิดละอองน้ำในภาชนะเหมือนหรือแตกต่างกับการเกิดเมฆอย่างไร

เมฆเกิดจากการควบแน่นรอบอนุภาคขนาดเล็กในบรรยากาศ เมฆก่อตัวขึ้นเมื่อมีการยกตัวของกลุ่มอากาศ (air parcel) ผ่านความสูงเหนือระดับควบแน่น จนกระทั่งมีอุณหภูมิลดต่ำกว่าจุดน้ำค้าง เมื่ออากาศลอยตัวสูงขึ้น อากาศจะขยายตัวเพื่อลดความกดอากาศให้เท่ากับความกดอากาศที่ต่ำกว่าที่อยู่รอบข้าง ด้วยอัตรา 10°C ต่อความสูง 1,000 เมตร ที่ระดับการควบแน่น เมื่ออุณหภูมิของอากาศลดลงจนต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ไอน้ำในอากาศจะเกิดการควบแน่นบนอนุภาคของสารแขวนลอยในอากาศ เช่น ฝุ่น ดิน เกลือ และสสารอื่น ๆ จากนั้นควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำ และคายความร้อนแฝงออกมา หากมีการยกตัวต่อไปอัตราการลดลงของอุณหภูมิเป็น 6°C ต่อความสูง 1,000 เมตร โดยประมาณ

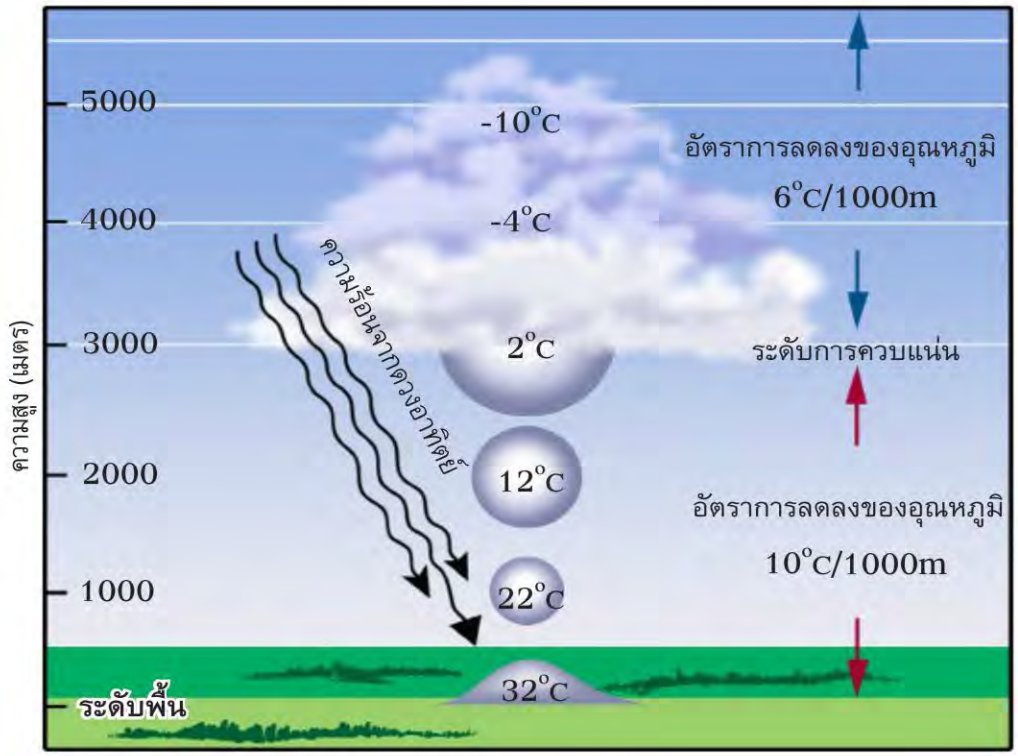
- อัตราการลดลงของอุณหภูมิของกลุ่มอากาศต่อความสูงก่อนและหลังการควบแน่น เหมือนหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

รู้ไว้ใช่ว่า

อนุภาคแขวนลอยในอากาศที่ส่งผลต่อการเกิดเมฆ เรียกว่า อนุภาคแกนกลางการควบแน่น (cloud condensation nuclei, CCN)

- หากไม่มีอนุภาคแกนกลางการควบแน่น จะเกิดเมฆในชั้นบรรยากาศได้หรือไม่

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



ภาพ 3.2 กระบวนการเกิดเมฆ

อนุภาคที่เกิดขึ้นขณะเกิดการควบแน่นจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแตกต่างกัน โดยอนุภาคแกนกลางการควบแน่น มีขนาดประมาณ 0.2 ไมครอน ละอองน้ำขนาดเล็กมีขนาด 20 ไมครอน ละอองน้ำขนาดใหญ่มีขนาด 50 ไมครอน และหยดน้ำฝนมีขนาดประมาณ 2,000 ไมครอน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงขนาดของละอองน้ำภายในเมฆ สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งจากการควบแน่นซ้ำหลายครั้งบนละอองน้ำ และจากการเคลื่อนที่ชนกันระหว่างละอองน้ำภายในเมฆเนื่องจากกระแสลมที่แปรปรวน ส่งผลให้ละอองน้ำเกิดการเปลี่ยนขนาดได้ นอกจากนี้ ในขณะที่ละอองน้ำเคลื่อนที่อยู่ภายในก้อนเมฆนั้น จะมีแรงอย่างน้อยสองแรง ได้แก่ แรงโน้มถ่วงของโลก (Gravitational force) และแรงพยุง (Buoyancy force) ซึ่งหากแรงพยุงมีค่ามากกว่าแรงโน้มถ่วงของโลก จะส่งผลให้ละอองน้ำเหล่านี้ยังสามารถลอยตัวอยู่ภายในก้อนเมฆได้ แต่เมื่อละอองน้ำมีขนาดใหญ่ขึ้นจนทำให้แรงโน้มถ่วงที่กระทำกับละอองน้ำมีค่ามากขึ้น และมีค่ามากกว่าแรงพยุง ละอองน้ำเหล่านี้จะตกลงมาเป็นหยาดน้ำฟ้า (precipitation)

ขนาดของละอองน้ำในกลุ่มเมฆเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

ภาพ 3.3 อนุภาคแกนกลางการควบแน่น ละอองน้ำในเมฆ และหยดน้ำฝน

1 ไมครอน = 0.001 มิลลิเมตร

หยาดน้ำฟ้า ประกอบด้วยอะไรบ้าง และมีขนาดของอนุภาคประมาณเท่าใด

3.1.2 ชนิดของเมฆ

ท้องฟ้าในแต่ละวันจะมีเมฆชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน เราอาจแบ่งประเภทของเมฆได้ตามรูปร่างลักษณะของเมฆและความสูงของฐานเมฆ

รูปร่างของเมฆ อาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ เมฆที่มีลักษณะเป็นก้อน เป็นม้วน เป็นแถบ หรือเป็นมัดเส้นใย จะเรียกเมฆเหล่านี้ว่า คิวมูลัส เมฆที่เป็นแผ่น เป็นชั้นค่อนข้างสม่ำเสมอ เรียกว่า สเตรตัส เมฆที่เป็นริ้ว ๆ เป็นใยบางคล้ายขนนก และมักพบในที่ที่มีระดับความสูงมาก ๆ เรียกว่า ซีร์รัส

http://en.wikipedia.org/wiki/File:GoldenMedows.jpg

ภาพ 3.4 เมฆคิวมูลัส มีลักษณะเป็นก้อน

http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/images/atmosphere/clouds/stratus_NOAA_wea02047.jpg

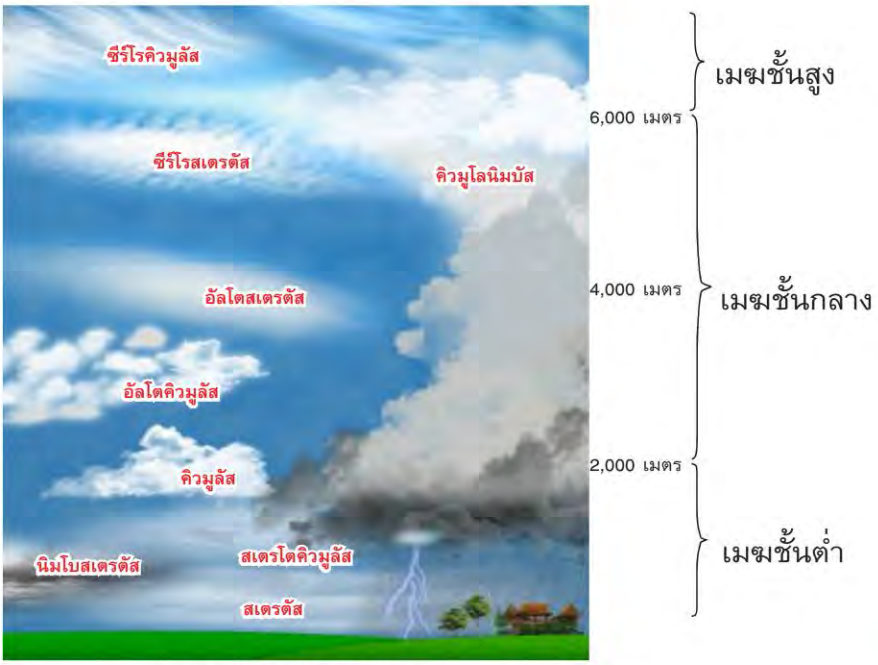
ภาพ 3.5 เมฆสเตรตัส มีลักษณะเป็นแผ่น

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

http://www.alanbauer.com/images/Weather/

ภาพ 3.6 เมฆซีร์รัส มีลักษณะเป็นริ้ว

ในทางอุตุนิยมวิทยา อาจใช้ระดับความสูงของฐานเมฆเป็นเกณฑ์ในการแบ่งเมฆออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ เมฆชั้นสูง ซึ่งฐานเมฆอยู่ที่ระดับความสูงมากกว่า 6,000 เมตร จากผิวโลก เมฆที่อยู่ระดับสูงนี้ แสดงถึงสภาพอากาศที่แจ่มใส ประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งเกือบทั้งหมด เพราะอุณหภูมิที่ระดับนี้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ได้แก่ เมฆซีร์รัส ซีร์โรสเตรตัส ซีร์โรคิวมูลัส สำหรับเมฆชั้นกลาง ฐานเมฆอยู่ที่ระดับความสูง 2,000-6,000 เมตร เมฆชั้นกลางจะประกอบด้วยอนุภาคน้ำและผลึกน้ำแข็ง ได้แก่ เมฆอัลโตสเตรตัส อัลโตคิวมูลัส ส่วนเมฆชั้นต่ำ ฐานเมฆอยู่ที่ระดับความสูงต่ำกว่า 2,000 เมตร เมฆกลุ่มนี้อยู่ใกล้ระดับสายตาของผู้สังเกตมากที่สุด จึงมองเห็นว่ามีขนาดใหญ่กว่าเมฆชนิดอื่น และเนื่องจากอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศไม่ต่ำพอ ทำให้องค์ประกอบส่วนใหญ่ในเมฆเป็นอนุภาคน้ำเกือบทั้งหมด ได้แก่ เมฆคิวมูลัส สเตรตัส นิมโบสเตรตัส เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเมฆที่ก่อตัวในทางตั้ง และมีความสูงขึ้นไปได้หลายกิโลเมตร ซึ่งเมฆชนิดนี้จะให้เกิดลักษณะอากาศที่มีฝนฟ้าคะนอง และอาจมีลมกรรโชกแรงร่วมด้วย เมฆชนิดนี้เรียกว่า เมฆคิวมูโลนิมบัส



ภาพ 3.7 ชนิดของเมฆ

นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดเมฆจึงมีรูปร่างแตกต่างกัน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

จากที่ได้ศึกษามาแล้วว่า การยกตัวของอนุภาคอากาศ ส่งผลต่ออุณหภูมิของอนุภาคอากาศ ที่จะลดลงตามระดับความสูงของชั้นบรรยากาศ และเป็นกระบวนการสำคัญในการก่อตัวของเมฆ ชนิดต่าง ๆ การยกตัวของอนุภาคอากาศเกิดขึ้นจากกลไกต่าง ๆ ต่อไปนี้

กลไกการยกตัวของอนุภาคอากาศ

1. ความร้อนของพื้นผิว

ภาพ 3.8 การยกตัวของอนุภาคอากาศเนื่องจากความร้อน

ความร้อนจากดวงอาทิตย์ส่งผลให้พื้นผิวมีอุณหภูมิสูงขึ้น และทำให้อุณหภูมิอากาศมีค่าสูงตามไปด้วย อากาศที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นนี้ จะมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศโดยรอบ ทำให้อนุภาคอากาศเกิดการยกตัวสูงขึ้น ชนิดของเมฆที่เกิดจากการยกตัวของอนุภาคอากาศอันเนื่องจากความร้อนของพื้นผิว เช่น เมฆคิวมูโลนิมบัส คิวมูลัส และสเตรโตคิวมูลัส

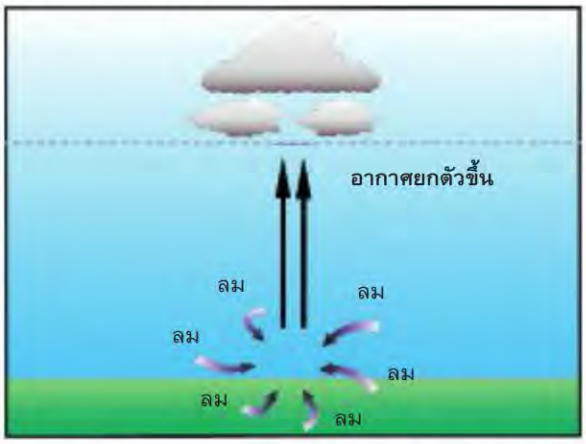
2. การเปลี่ยนแปลงความสูงของพื้นที่หรือภูเขา

ภาพ 3.9 การยกตัวของอนุภาคอากาศเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความสูง

การยกตัวของอนุภาคอากาศโดยกลไกนี้อาจเกิดจากการที่มีลมพัดขึ้นไปตามความลาดชันของภูเขา ส่งผลให้อากาศถูกยกตัวสูงขึ้นไปในบรรยากาศทางด้านหน้าของภูเขาแล้วเคลื่อนต่ำลงมาตามลาดเขา นอกจากนี้ เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศบริเวณภูเขาจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศโดยรอบ ทำให้อากาศเหนือภูเขายกตัวขึ้นได้ เกิดเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัส หรือคิวมูลัส เป็นต้น

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

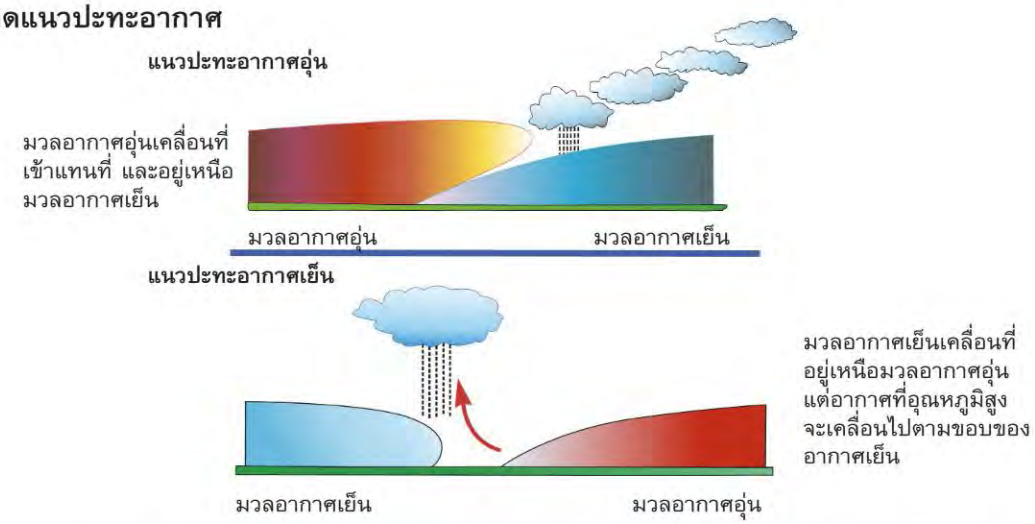
3. การเคลื่อนที่ของอากาศเนื่องจากแรงต่าง ๆ



ภาพ 3.10 การยกตัวของอนุภาคอากาศจากการเคลื่อนที่ของอากาศเนื่องจากแรงต่าง ๆ

เมื่ออากาศบริเวณผิวโลกถูกแรงจากบริเวณอื่นกระทำ จะส่งผลให้อนุภาคอากาศลอยตัวขึ้น จนก่อตัวเป็นเมฆได้ เช่น การที่หย่อมความกดอากาศต่ำปรากฏอยู่ในพื้นที่โดยมีลมพัดเข้าสู่ศูนย์กลางทุกทิศทุกทาง ส่งผลให้อากาศซึ่งเป็นของไหลถูกแรงผลักดันจากรอบด้านให้เคลื่อนที่สูงขึ้น เมฆที่พบโดยกระบวนการนี้ ได้แก่ เมฆอัลโตคิวมูลัส อัลโตสเตรตัส ซีร์โรคิวมูลัส สเตรโตคิวมูลัส หรือสเตรตัส

4. การเกิดแนวปะทะอากาศ



ภาพ 3.11 การยกตัวของอนุภาคอากาศเนื่องจากการเคลื่อนที่เข้าหากันของมวลอากาศที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันตามแนวปะทะอากาศ

แนวปะทะอากาศ เป็นรอยต่อของมวลอากาศที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน เมื่อมวลอากาศขนาดใหญ่ที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันสองมวลเคลื่อนที่เข้าหากันเหนือผิวโลก ทำให้อากาศที่มีอุณหภูมิสูงยกตัวสูงขึ้น และเกิดเป็นเมฆได้หลากหลายรูปแบบตามแนวปะทะอากาศนั้น ๆ สำหรับรายละเอียดของแนวปะทะอากาศ นักเรียนจะได้ศึกษาเพิ่มเติมในหัวข้อถัดไป

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

รู้ไว้ใช่ว่า

ภาพ 3.12 เมฆรูปเลนส์ หรือเมฆจานบิน

ภาพ 3.13 การเคลื่อนของกระแสอากาศปะทะภูเขา

เมฆรูปเลนส์ หรือเมฆอัลโตคิวมูลัส ที่เห็นในหน้าบทนำนั้น เกิดจากการที่กระแสอากาศในแนวระดับเคลื่อนที่ไปปะทะภูเขา ทำให้อากาศในบริเวณเหนือภูเขาถูกยกตัวให้สูงขึ้น เมื่ออากาศเคลื่อนผ่านบริเวณดังกล่าวไป อากาศจะลดตัวต่ำลง

จากภาพ จะเห็นคล้ายกับกระแสอากาศนั้นเคลื่อนตัวขึ้นลงคล้ายคลื่น เมื่ออากาศถูกยกให้สูงขึ้นก็จะขยายตัวออก อุณหภูมิของอากาศต่ำลงและควบแน่นเป็นหยดน้ำเล็ก ๆ ที่รวมกลุ่มกันจนเป็นเมฆนั่นเอง เมฆที่เกิดขึ้นในชั้นอากาศลักษณะนี้จึงมีรูปร่างแบน และยืดยาวออกทางด้านข้าง ซ้อนกันเป็นชั้น ๆ คล้ายจานบิน บางคนจึงเรียกเมฆชนิดนี้ว่าเมฆจานบินนั่นเอง

รู้ไว้ใช่ว่า

ในธรรมชาติ เราสามารถพบเมฆรูปร่างแปลกตาได้อีกมากมาย เช่น เมฆลูกคลื่น (Billow cloud) และเมฆแมมมะทัส (Mammatus cloud) เป็นต้น

http://www.fluent.com/about/newwletters/04vl3i2/img/a6il.jpg.

ภาพ 3.14 เมฆลูกคลื่น

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

ภาพ 3.15 เมฆแมมมะทัส

เมฆเหล่านี้เป็นเมฆชนิดใด และมีกลไกและกระบวนการเกิดอย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

รู้ไว้ใช่ว่า

ภาพ 3.16 คอนเทรลที่เกิดขึ้นจากเครื่องบินไอพ่น

ควันสีขาวที่เห็นบนท้องฟ้านั้นไม่ใช่เมฆ แท้ที่จริงแล้วเป็นกลุ่มละอองน้ำที่รวมตัวกัน จนทำให้ดูคล้ายเมฆ เราเรียกว่า คอนเทรล (contrail) ซึ่งพบได้เมื่อเครื่องบินไอพ่นบินอยู่สูงเหนือระดับควบแน่น เมื่อไอน้ำซึ่งอยู่ในอากาศร้อนที่พ่นออกมาจากเครื่องยนต์ปะทะเข้ากับอากาศเย็นซึ่งอยู่ภายนอก จะเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำหรือผลึกน้ำแข็ง โดยเขม่าควันจากเครื่องยนต์จะทำหน้าที่เป็นอนุภาคแกนกลาง เราจึงมองเห็นคอนเทรลได้นั่นเอง

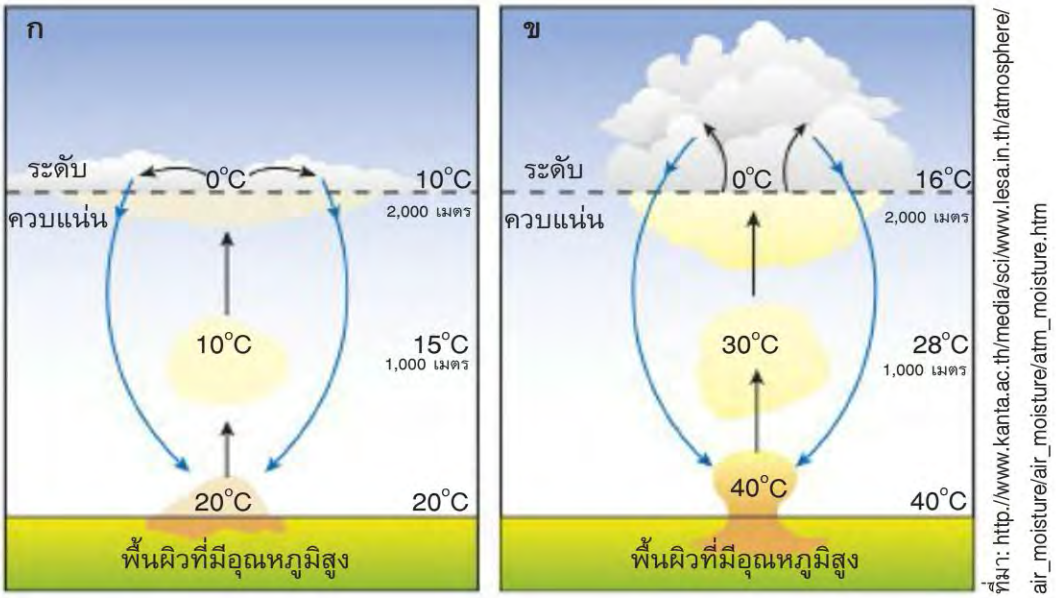
3.2 เสถียรภาพของอากาศ (atmospheric stability)

ในกระบวนการเกิดเมฆนั้นมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ความชื้นของอากาศ อุณหภูมิอากาศ ปริมาณสารแขวนลอยในอากาศ และอาศัยกลไกสำคัญที่จะทำให้เกิดการยกตัวของอนุภาคอากาศที่มีความชื้น ซึ่งการลอยตัวของอนุภาคอากาศจะเกี่ยวข้องกับเสถียรภาพของอากาศบริเวณนั้นด้วยนักเรียนทราบหรือไม่ว่า อากาศที่มีเสถียรภาพเป็นอย่างไร และเกิดขึ้นจากปัจจัยใด

ตามปกติแล้วอนุภาคของอากาศมักจะมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลากลางวัน เมื่ออากาศได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ ส่งผลให้อนุภาคของอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นและยกตัวสูงขึ้นในแนวดิ่ง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงความร้อนในระบบ

คำว่า**เสถียรภาพของอากาศ** หมายถึง สภาวะของบรรยากาศที่ช่วยส่งเสริมหรือยับยั้งให้ก้อนอากาศเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง ในกรณีที่ก้อนอากาศมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศที่อยู่โดยรอบก้อนอากาศนั้นจะไม่สามารถยกตัวสูงขึ้นได้มากนัก และจมตัวกลับสู่ที่เดิม เราเรียกสภาวะของอากาศเช่นนี้ว่า **อากาศมีเสถียรภาพ** (stable air) หากอากาศยกตัวสูงขึ้นจนถึงระดับควบแน่น แต่ไม่สามารถยกตัวขึ้นสูงต่อไปได้อีก จะทำให้บริเวณนั้นเกิดเมฆในแนวราบได้ ลักษณะอากาศที่พบได้ในสภาวะอากาศมีเสถียรภาพ คือ มีท้องฟ้าแจ่มใส เมฆน้อยหรือปราศจากเมฆ ซึ่งมักพบในช่วงฤดูหนาวหรือช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำ เช่น ช่วงเวลาเช้าของแต่ละวัน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ



ที่มา: http://www.kanta.ac.th/media/sci/www.lesa.in.th/atmosphere/air_moisture/air_moisture/atm_moisture.htm

ภาพที่ 3.17 เสถียรภาพของอากาศ (ก) อากาศมีเสถียรภาพ (ข) อากาศไม่มีเสถียรภาพ

ส่วนสภาวะ**อากาศไม่มีเสถียรภาพ** (unstable air) นั้น อุณหภูมิของก้อนอากาศจะสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศโดยรอบ ทำให้ก้อนอากาศสามารถยกตัวขึ้นสูงอย่างรวดเร็ว และเมื่ออากาศลอยขึ้นสูงจนเกินระดับควบแน่นไปเรื่อย ๆ จะส่งผลให้เกิดเมฆที่ก่อตัวในแนวตั้ง เช่น เมฆคิวมูโลนิมบัส เมฆคิวมูลัส เป็นต้น ลักษณะอากาศที่พบเมื่ออากาศไม่มีเสถียรภาพ สามารถพบได้บ่อยในช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิสูง เช่น ช่วงบ่ายของฤดูร้อน หรือในช่วงฤดูฝน โดยจะพบท้องฟ้ามีเมฆฝนปกคลุม และเกิดเป็นหยาดน้ำฟ้าในที่สุด

อากาศมีเสถียรภาพ

ก.

ข.

ภาพ 3.18 ควันจากปล่องไฟที่ปล่อยจากโรงงาน

อากาศไม่มีเสถียรภาพ

จากภาพด้านบน ภาพใดแสดงถึงการที่อากาศมีเสถียรภาพ เพราะเหตุใด

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

รู้ไว้ไช่ว่า

ปิยรัฐ ธนะ

ภาพ 3.19 บอลลูนหยั่งอากาศ

เสถียรภาพของอากาศสามารถตรวจวัดได้จากการปล่อยบอลลูนหยั่งอากาศ (radiosonde) เพื่อวัดอุณหภูมิของอากาศโดยรอบในแนวตั้งตามการเคลื่อนที่ของบอลลูนหยั่งอากาศ

3.3 แนวปะทะอากาศ (front)

จากที่ได้ศึกษาไปแล้วว่า การเคลื่อนเข้าหากันของมวลอากาศที่มีอุณหภูมิต่างกันตามแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ นั้น เป็นกลไกหนึ่งที่ส่งผลต่อการยกตัวของอากาศ และทำให้เกิดเมฆในบริเวณนั้นได้ นอกจากนี้ ในบางครั้งสภาพอากาศจะเกิดเมฆและหยาดน้ำฟ้าที่ตกเป็นแนวยาวโดยครอบคลุมระยะทางหลายร้อยกิโลเมตร ลักษณะอากาศที่แปรปรวนเช่นนี้ก็เกี่ยวข้องกับแนวปะทะอากาศเช่นกัน นักเรียนทราบหรือไม่ว่า แนวปะทะอากาศมีกี่ประเภท และแนวปะทะอากาศแต่ละประเภทส่งผลต่อการเกิดเมฆและหยาดน้ำฟ้าแตกต่างกันอย่างไร

หากกล่าวถึงคำว่า **มวลอากาศ** (airmass) จะหมายถึง ก้อนของอากาศที่มีอุณหภูมิและปริมาณไอน้ำในอากาศสม่ำเสมอ โดยก้อนอากาศนี้อาจครอบคลุมพื้นที่ค่อนข้างกว้างที่มีสมบัติของอากาศโดยเฉพาะอุณหภูมิและความชื้นใกล้เคียงกัน และจะคงสมบัตินี้เป็นระยะเวลาติดต่อกันหลายวันหรืออาจยาวนานเป็นเวลาหลายอาทิตย์ มวลอากาศจะเคลื่อนที่ผ่านไปในพื้นที่ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นพื้นทวีปหรือพื้นน้ำ และจากความแตกต่างของอุณหภูมิเหนือพื้นที่และความชื้นที่แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก ทำให้มวลอากาศที่ปกคลุมอยู่เหนือแต่ละพื้นที่มีสมบัติที่แตกต่างกันออกไป

เราอาจแบ่งชนิดของมวลอากาศโดยใช้สมบัติของอุณหภูมิเป็นเกณฑ์ ได้เป็น**มวลอากาศอุ่น** (warm airmass) ซึ่งหมายถึง มวลอากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศผิวพื้นที่มวลอากาศนั้นเคลื่อนที่ผ่าน และ**มวลอากาศเย็น** (cold airmass) ซึ่งหมายถึง มวลอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

ผิวพื้นที่มวลอากาศเคลื่อนที่ผ่าน เมื่อมวลอากาศอุ่นและมวลอากาศเย็นเคลื่อนที่เข้าหากัน จะทำให้เกิดรอยต่อของมวลอากาศที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน เรียกว่า **แนวปะทะอากาศ** ซึ่งมักพบลักษณะความแปรปรวนของสภาพอากาศเกิดขึ้นในบริเวณนี้

เพื่อให้เข้าใจเรื่องการเคลื่อนที่เข้าหากันของมวลอากาศที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน และการเกิดแนวปะทะอากาศ ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้

กิจกรรม 3.2 แนวปะทะอากาศ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

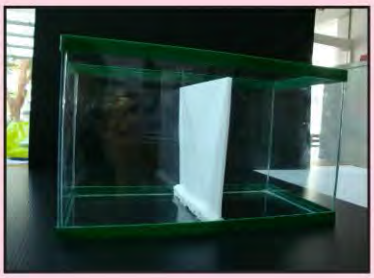
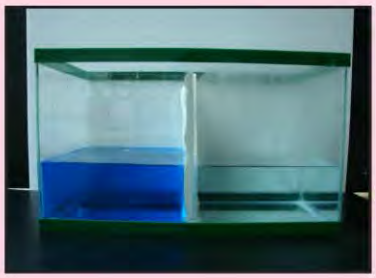
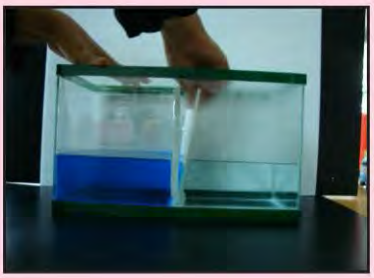
1. ทดลอง สังเกต และอภิปรายการเคลื่อนที่ของน้ำที่มีอุณหภูมิต่างกัน
2. อภิปราย และอธิบายการเกิดแนวปะทะอากาศ

วัสดุ - อุปกรณ์

1. ตู้ปลา
2. น้ำร้อน 1 ลิตร
3. น้ำเย็น 1 ลิตร
4. สีผสมอาหาร
5. แผ่นอะคลีลิค หรือพลาสติกที่สามารถกันน้ำได้ ความกว้างเท่ากับความกว้างของตู้ปลา

วิธีทำกิจกรรม

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

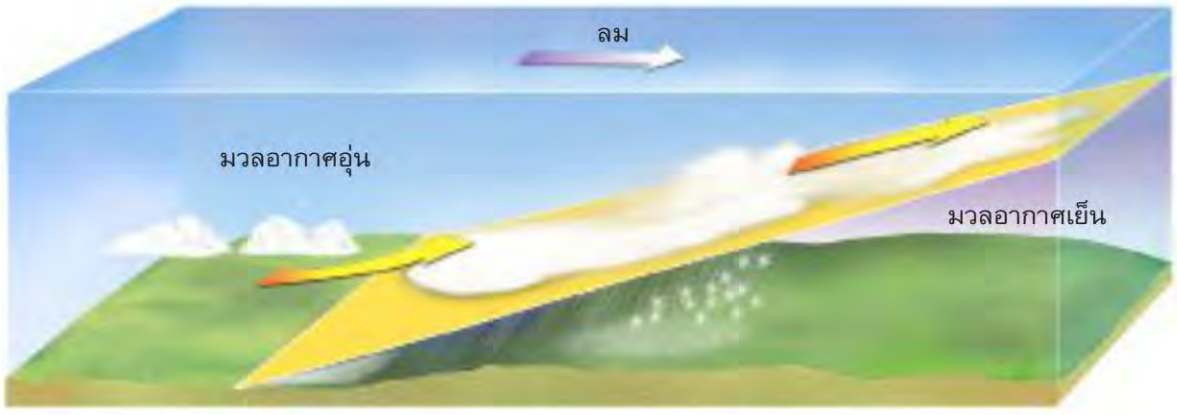
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

จากกิจกรรม

- อธิบายการเคลื่อนที่ของน้ำที่มีอุณหภูมิต่างกันได้อย่างไร
- สามารถเชื่อมโยงเพื่ออธิบายการเคลื่อนที่ของมวลอากาศที่มีอุณหภูมิต่างกันได้อย่างไร
- แนวปะทะอากาศเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวปะทะอากาศ เกิดจากระบบลมที่ทำให้มวลอากาศมีการเคลื่อนที่จากบริเวณหนึ่งไปยังบริเวณหนึ่ง โดยทั่วไปแล้ว แนวปะทะอากาศมีความกว้างตั้งแต่ 60 กิโลเมตรขึ้นไป แต่ส่วนใหญ่มีความกว้างประมาณ 150 - 400 กิโลเมตร เราอาจแบ่งแนวปะทะออกเป็นหลายประเภท ได้แก่ แนวปะทะอากาศอุ่น (warm front) แนวปะทะอากาศเย็น (cold front) แนวปะทะอากาศคงที่ (stationary front) และแนวปะทะอากาศรวม (occluded front)

แนวปะทะอากาศอุ่น เป็นแนวรอยต่อที่เกิดจากการที่มวลอากาศอุ่นเคลื่อนที่เข้าหามวลอากาศเย็น มวลอากาศเย็นซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าจะจมตัวอยู่เบื้องล่าง มวลอากาศอุ่นจึงยกตัวสูงขึ้นเหนืออากาศเย็นตามแนวปะทะอากาศ เมฆที่พบตามแนวปะทะอากาศนี้ ได้แก่ เมฆซีร์รัส ซีร์โรสเตรตัส อัลโตสเตรตัส สเตรตัส และนิมโบสเตรตัส ทำให้เกิดฝนตกกระจายเป็นบริเวณกว้าง ฝนตกไม่หนักมากแต่ตกเป็นเวลานาน

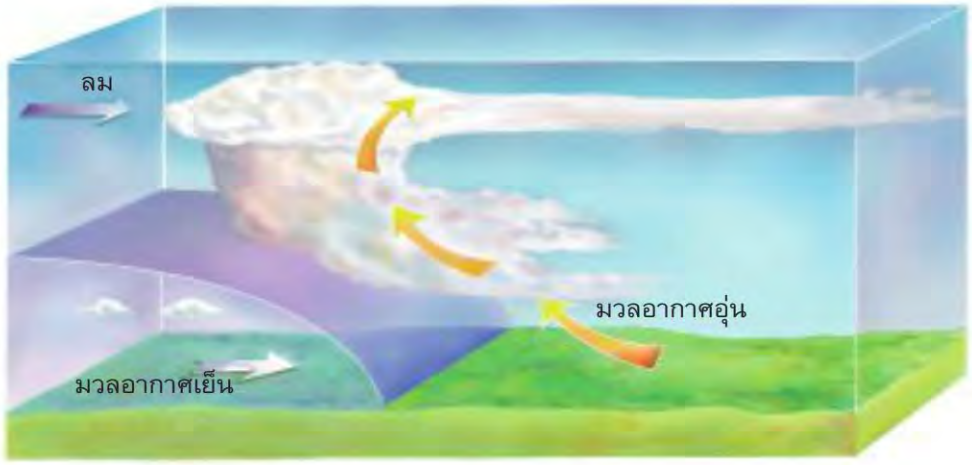


ภาพ 3.20 การเคลื่อนตัวของมวลอากาศที่แนวปะทะอากาศอุ่น

แนวปะทะอากาศอุ่น

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

แนวปะทะอากาศเย็น เกิดขึ้นเมื่อมวลอากาศเย็นเคลื่อนที่เข้าแทนที่มวลอากาศอุ่น มวลอากาศเย็นจะดันให้มวลอากาศอุ่นยกตัวสูงขึ้นตามแนวลาดเอียงของมวลอากาศเย็น อากาศอุ่นที่ยกตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดเมฆก้อน ได้แก่ เมฆคิวมูลัส และคิวมูโลนิมบัส อาจทำให้อากาศแปรปรวน เกิดฝนตกหนักในบริเวณแคบ ๆ หรืออาจเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้



แนวปะทะอากาศเย็น

ภาพ 3.21 การเคลื่อนตัวของมวลอากาศที่แนวปะทะอากาศเย็น

แนวปะทะอากาศรวม เกิดขึ้นเมื่อมวลอากาศเย็นที่มีสมบัติต่างกันเคลื่อนที่เข้ามาปะทะกัน แล้วดันมวลอากาศอุ่นให้ยกตัวสูงขึ้นซ้อนอยู่บนมวลอากาศเย็น สภาวะนี้ทำให้เกิดเมฆคิวมูโลนิมบัส ที่ส่งผลต่อการเกิดพายุฝนได้

ภาพ 3.22 การเคลื่อนตัวของมวลอากาศที่แนวปะทะอากาศรวม

แนวปะทะอากาศรวม

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

แนวปะทะอากาศคงที่ เป็นแนวปะทะอากาศที่เกิดจากการที่มวลอากาศอุ่นและมวลอากาศเย็นเคลื่อนที่เข้าหากัน แต่ไม่มีการเคลื่อนที่เข้าแทนที่กัน ทำให้แนวปะทะอากาศไม่มีการเคลื่อนที่ในระยะเวลาหนึ่ง ในเวลาต่อมาหากมวลอากาศใดมีแรงผลักที่มากขึ้น จะส่งผลทำให้เกิดแนวปะทะอากาศแบบอื่นต่อไปได้

จากที่ได้ศึกษามาในบทนี้ จะเห็นว่าในการเกิดเมฆนั้นเกี่ยวข้องกับปัจจัยแวดล้อมในธรรมชาติที่ส่งผลต่อเสถียรภาพของอากาศด้วย การเกิดเมฆสามารถบ่งชี้ถึงสภาพอากาศในบริเวณต่าง ๆ ได้ เช่น การมีสภาพอากาศแปรปรวน เกิดพายุ ฝนฟ้าคะนอง หรือสภาพอากาศปกติ ท้องฟ้าโปร่ง เป็นต้น ซึ่งเหตุการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของเรา

นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องเมฆ และการเกิดเมฆไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

สรุปท้ายบท

เมฆเป็นกลุ่มละอองน้ำหรือผลึกน้ำแข็ง ซึ่งเกิดจากการยกตัวของกลุ่มอากาศผ่านความสูงเหนือระดับควบแน่น และมีอุณหภูมิลดต่ำกว่าจุดน้ำค้าง เมื่ออุณหภูมิพอเหมาะไอน้ำในมวลอากาศนั้นจะควบแน่นและรวมตัวกันเกิดเป็นเมฆ

เสถียรภาพของอากาศ คือ สภาวะของบรรยากาศ ที่ช่วยส่งเสริมหรือยับยั้งให้ก้อนอากาศเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงในแนวดิ่ง โดยถ้าอากาศมีเสถียรภาพที่แตกต่างกันจะมีผลต่อการเกิดเมฆ

แนวปะทะอากาศ เป็นรอยต่อของมวลอากาศที่มีสมบัติแตกต่างกัน แนวปะทะอากาศมีหลายประเภท ได้แก่ แนวปะทะอากาศอุ่น แนวปะทะอากาศเย็น แนวปะทะอากาศรวม และแนวปะทะอากาศคงที่ แนวปะทะอากาศส่งผลต่อการเกิดเมฆในลักษณะที่แตกต่างกัน

แนวปะทะอากาศคงที่1

แนวปะทะอากาศคงที่2

แนวปะทะอากาศคงที่3

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

คำถามท้ายบท

1. ปัจจัยใดบ้าง ที่ส่งผลต่อการเกิดเมฆ
2. อนุภาคแกนกลางการควบแน่นในบรรยากาศมีอะไรบ้าง และมีความสำคัญอย่างไร
3. การมีปริมาณเมฆมาก หรือน้อยนั้น มีผลกระทบต่ออุณหภูมิของโลกหรือไม่ อย่างไร
4. หากสังเกตด้วยตาเปล่า นักเรียนมักจะพบเมฆประเภทใดมากที่สุด เพราะเหตุใด
5. หลักการเกิดเมฆกับการเกิดคอนเทรลมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
6. เสถียรภาพของอากาศ ส่งผลต่อการเกิดเมฆอย่างไร
7. หากอากาศไม่มีเสถียรภาพ บริเวณนั้นน่าจะมีสภาพอากาศเป็นอย่างไร
8. มวลอากาศเย็นและมวลอากาศอุ่นมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดแนวปะทะอากาศอย่างไร
9. ทำไมเราจึงมักพบสภาพอากาศที่แปรปรวนเกิดขึ้นบริเวณแนวปะทะอากาศ
10. อธิบายสภาพอากาศ และลักษณะของเมฆที่เกิดขึ้นตามแนวปะทะอากาศอุ่น และแนวปะทะอากาศเย็น

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

บทที่ 4
พายุ และมรสุม

เมื่อได้ยินคำว่าพายุหลายคนคงนึกถึงลมที่พัดแรง ๆ ซึ่งเกิดขึ้นร่วมกับฝนตกหนัก และหลังจากพายุสงบจะพบกับผลกระทบที่ตามมาทั้งน้ำท่วม บ้านเรือนพังเสียหาย มีผู้คนบาดเจ็บ และบางครั้งถึงขั้นเสียชีวิต โดยเฉพาะพายุหมุนชนิดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นทอร์นาโด หรือเฮอร์ริเคน ดังที่เคยได้ยินข่าวทางวิทยุและโทรทัศน์อยู่เสมอ เช่นเดียวกับประเทศไทย พายุที่พบบ่อย ๆ และคนไทยคุ้นเคยกันดี คือ พายุฤดูร้อน มักเกิดในราวเดือนมีนาคม เมษายน และต้นเดือนพฤษภาคม ก่อนเริ่มต้นฤดูฝน ซึ่งในช่วงนี้จะได้ยินกรมอุตุนิยมวิทยาประกาศเตือนภัยอยู่เสมอ โดยเฉพาะจังหวัดในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาพ 4.1 ผลกระทบจากพายุฤดูร้อน อ.จอมทอง จ.สุรินทร์

4.1 พายุ

จากที่นักเรียนได้ศึกษาในบทเรียนก่อนหน้านี้ว่า ตามแนวปะทะอากาศเย็น มวลอากาศเย็นจะเคลื่อนที่เข้าแทนที่มวลอากาศอุ่น และในขณะที่อากาศไม่มีเสถียรภาพ อากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะเคลื่อนที่สูงขึ้นไปตามขอบอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำแล้วยกตัวสูงเกิดเป็นเมฆคิวมูลัส และสามารถก่อตัวไปเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัสซึ่งทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ นอกจากพายุฝนฟ้าคะนองแล้วยังมีพายุอื่น ๆ อีกมากมายหลายชนิด สามารถเกิดขึ้นได้ทุกพื้นที่บนโลก และเมื่อเกิดขึ้นแล้ว ล้วนแต่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพายุ อาจช่วยให้เราสามารถหลีกเลี่ยง หรือเตรียมพร้อมเพื่อให้ได้รับผลกระทบน้อยที่สุด

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

นักเรียนยกตัวอย่างชนิดของพายุและบริเวณที่เกิด

4.1.1 พายุฝนฟ้าคะนอง

ในช่วงเวลาที่ท้องฟ้าเต็มไปด้วย เมฆ-คิวมูโลนิมบัส เรามักพบว่า ท้องฟ้ามืดครึ้ม มีลมกระโชกแรง รวมทั้งเกิด ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า และฝนตกหนัก ซึ่งบางครั้งอาจพบลูกเห็บตกร่วมด้วย เราเรียกสภาพอากาศเช่นนี้ว่า เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นเป็นประจำตามฤดูกาล โดยเฉพาะในบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร มีโอกาสที่จะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ตลอดปี เนื่องจากมีสภาพอากาศที่ร้อนอบอ้าว ซึ่งเอื้อต่อการก่อตัวของพายุฝนฟ้าคะนอง

บริเวณขั้วโลกจะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

สำหรับประเทศไทยพายุฝนฟ้าคะนองสามารถก่อตัวได้เกือบตลอดเวลาและในทุกพื้นที่ เนื่องจากมีภูมิอากาศในเขตร้อน โดยเฉพาะในเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม พายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นจะมีความรุนแรงกว่าปกติ จนเกิดเป็นลักษณะที่เรียกว่า พายุฤดูร้อน

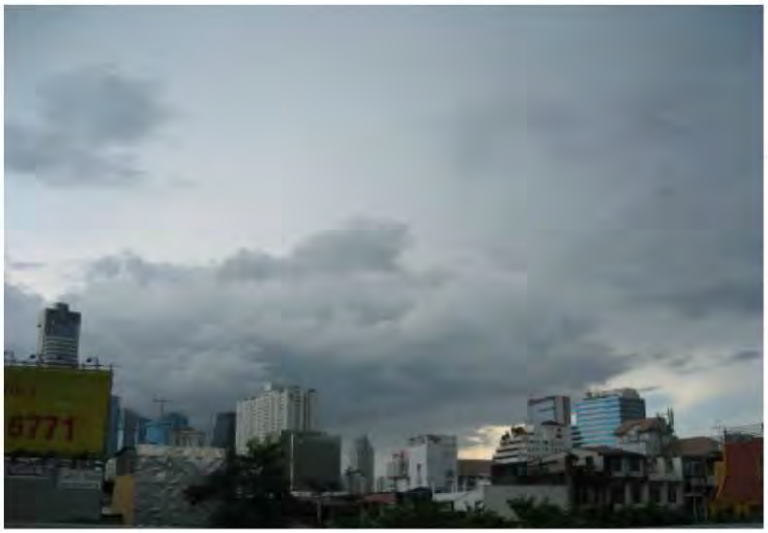
ฟ้าแลบและฟ้าผ่า เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดควบคู่กัน ฟ้าแลบและฟ้าผ่าเกิดขึ้นจากการปล่อยประจุอิเล็กตรอน ระหว่างก้อนเมฆกับก้อนเมฆ หรือภายในก้อนเมฆเดียวกัน หรือเกิดขึ้นระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน

ประจุไฟฟ้าบวกจะอยู่ทางด้านบนของก้อนเมฆ และประจุไฟฟ้าลบจะอยู่ทางด้านล่างของก้อนเมฆ ประจุไฟฟ้าลบจะเหนี่ยวนำให้ประจุไฟฟ้า บวกที่อยู่ใต้พื้นผิวโลกเคลื่อนเข้าหาประจุไฟฟ้าลบบริเวณใต้ก้อนเมฆ ซึ่งถ้าประจุเคลื่อนจากก้อนเมฆลงสู่พื้นดินจะทำให้เกิดฟ้าผ่า ถ้าประจุเคลื่อนจากก้อนเมฆไปยังก้อนเมฆทำให้เกิดฟ้าแลบ และในขณะที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนผ่านอากาศด้วยอัตราเร็วสูง จะทำให้เกิดเสียงดังขึ้น เรียกว่า ฟ้าร้อง

นักเรียนคิดว่าฟ้าผ่าเกิดได้ในลักษณะใดอีกบ้าง

เพราะเหตุใดจึงเห็นฟ้าแลบก่อนฟ้าร้อง ทั้งที่ปรากฏการณ์ทั้งสองเกิดขึ้นพร้อมกัน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ



จิณห์จุฬา โชติพิทยสุนนท์

ภาพ 4.2 ท้องฟ้าในช่วงที่จะเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

ในช่วงเวลาที่จะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองนั้น นักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ว่า ในแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่ท้องฟ้าเริ่มมืดครึ้ม จนกระทั่งฝนหยุดตก บริเวณนั้นมีสภาพอากาศ หรือปรากฏการณ์ใดเกิดขึ้นบ้าง ให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมต่อไปนี้

กิจกรรม 4.1 ลักษณะอากาศระหว่างเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

อภิปรายลักษณะอากาศระหว่างเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

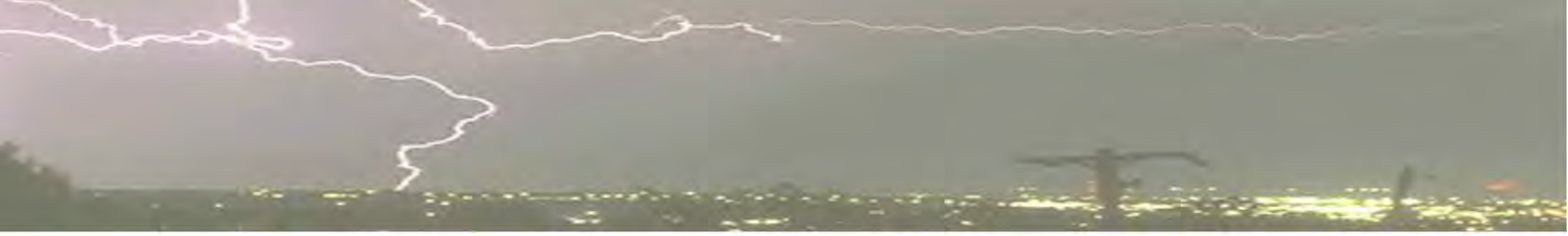
วัสดุ - อุปกรณ์

1. กระดาษปรู๊ฟ
2. ปากกาเมจิก

วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้ โดยใช้ประสบการณ์และความคิดของนักเรียนเอง
   - 1.1 ถ้าจะแบ่งช่วงเวลาระหว่างเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง จะแบ่งได้กี่ช่วงเวลา อะไรบ้าง
   - 1.2 จากข้อ 1.1 ในแต่ละช่วงเวลาจะมีลักษณะอากาศเป็นอย่างไร
   - 1.3 การเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร
2. สรุปความรู้ และนำเสนอต่อชั้นเรียน

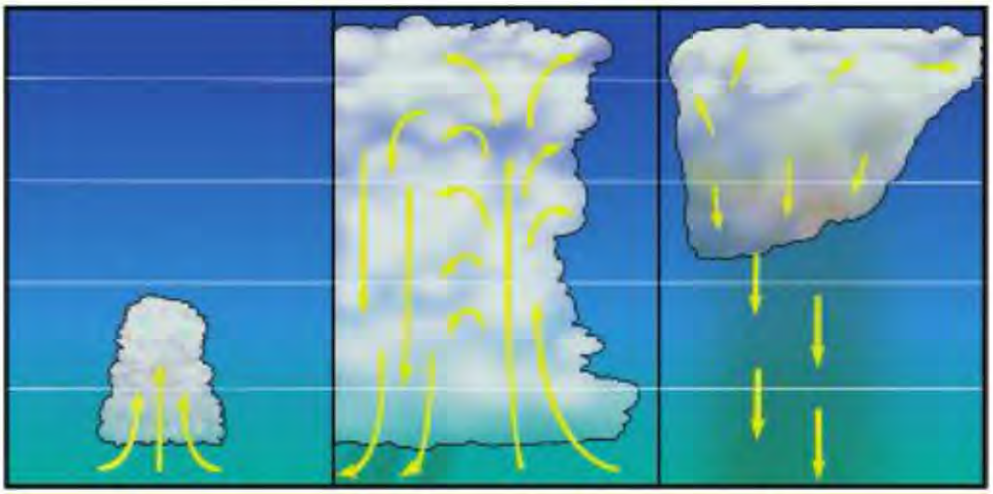
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



พายุฝนฟ้าคะนองเริ่มก่อตัวจากเมฆคิวมูลัสก่อน และเมื่อมีกระแสลมแนวตั้งพัดแรงขึ้น เมฆคิวมูลัสจะขยายตัวสูงขึ้นเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัสซึ่งเป็นเมฆของพายุฝนฟ้าคะนอง พายุฝนฟ้าคะนองจะเกิดขึ้นได้มักประกอบด้วยปัจจัยต่อไปนี้

- อากาศร้อน และมีความชื้นมาก
- อากาศไม่มีเสถียรภาพ ซึ่งมักเกิดในช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิสูง ทำให้อากาศยกตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว จนมีความสูงเลยระดับควบแน่นไปแล้ว แต่ยังมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศโดยรอบ จึงลอยตัวสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ จนก่อตัวเป็นเมฆคิวมูลัส และเมฆคิวมูโลนิมบัส
- มีปัจจัยที่ทำให้อากาศลอยตัวขึ้น เช่น พื้นดินมีอุณหภูมิสูง ซึ่งมักเกิดขึ้น ในช่วงบ่ายแก่ ๆ หรือตอนเย็น หรืออากาศอุ่นยกตัวสูงขึ้นเมื่อเคลื่อนที่ผ่านภูมิประเทศที่มีความสูง เช่น ภูเขา

กระบวนการเหล่านี้สามารถทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองรุนแรง ซึ่งการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้น ดังนี้



การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

ภาพ 4.3 ขั้นตอนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

ขั้นคิวมูลัส หรือขั้นก่อตัว (cumulus stage)

ขั้นนี้จะเริ่มจากการที่อากาศร้อนลอยตัวขึ้นสู่บรรยากาศ พร้อมกับมีแรงมากระทำให้อากาศยกตัวลอยสูงขึ้นไปสู่ความสูงระดับหนึ่ง อากาศจะเย็นลง และเริ่มกลั่นตัวเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ ก่อตัวเป็นเมฆคิวมูลัส ในช่วงการเปลี่ยนสถานะจะมีการคายความร้อนแฝงออกมา อากาศในก้อนเมฆจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณใกล้เคียง จึงทำให้เรารู้สึกว่าอากาศในช่วงเวลาฝนใกล้ตกร้อนอบอ้าว นอกจากนี้ยังช่วยให้อัตราการลอยตัวของอากาศภายในก้อนเมฆเร็วมากยิ่งขึ้น ลมจะพัดขึ้น (updraft) ในแนวตั้งตลอดตั้งแต่ฐานเมฆจนไปถึงยอดเมฆ ทำให้ขนาดของเมฆคิวมูลัสมีขนาดใหญ่ขึ้น และยอดเมฆมีความสูงเพิ่มขึ้น

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

ขั้นเจริญเต็มที่ (mature stage)

ภาพ 4.3.1 พายุฝนฟ้าคะนองขั้นเจริญเต็มที่

ในระหว่างที่มีกระแสลมพัดขึ้นตามแนวตั้งในเมฆขั้นคิวมูลัสอยู่เรื่อย ๆ นั้น ไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นละอองน้ำมากขึ้นจนพัฒนามาเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัส และถ้าเมฆมีความสูงมากขึ้น และอุณหภูมิของหยดน้ำลดลงถึงจุดเยือกแข็งจะมีน้ำแข็งเกิดขึ้นได้ จำนวนละอองน้ำและน้ำแข็งจะมีมากขึ้นและมีขนาดโตขึ้นจนหนักเกินกว่าที่ลมจะต้านไว้ได้ จึงตกลงมาเป็นหยาดน้ำฟ้า

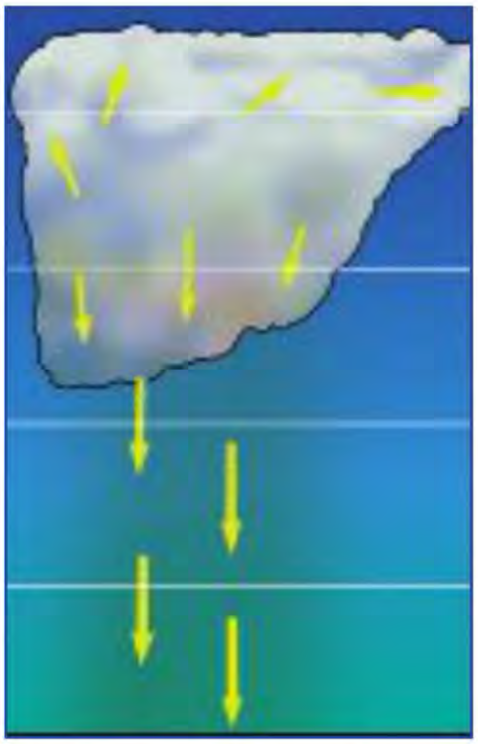
พอถึงในขั้นแก่ตัวนี้จะมีทั้งลมที่พัดขึ้นในแนวตั้งและลมที่พัดในแนวดิ่ง (downdraft) ปริมาณความร้อนแฝงที่เกิดขึ้นจากการกลั่นตัวลดน้อยลง เนื่องจากเกิดหยาดน้ำฟ้าตกลงมา ช่วยทำให้อุณหภูมิของอากาศในก้อนเมฆต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศโดยรอบ ดังนั้นอัตราการเคลื่อนที่ลงของลมจะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

สำหรับพายุฝนฟ้าคะนองที่มีลมพัดขึ้นแรง ๆ ละอองน้ำอาจถูกพัดขึ้นไปถึงระดับสูงก่อนที่จะกลายเป็นน้ำแข็ง จึงอาจทำให้เกิดลูกเห็บขึ้นได้ นอกจากนี้การที่มีลมเคลื่อนที่ขึ้นและลงจะก่อให้เกิดลมเฉือน (wind shear) รุนแรง และเกิดอากาศปั่นป่วนโดยรอบ บางครั้งพบห่างออกไปกว่า 30 กิโลเมตรจากกลุ่มเมฆพายุฝนฟ้าคะนอง ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ บนพื้นดิน

ลมเฉือน คือ การเปลี่ยนแปลงความเร็วและ/หรือทิศทางของลมในระยะสั้น ๆ สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้งหรือเกิดพร้อม ๆ กันทั้งสองแนว ทำให้เกิดความปั่นป่วนอย่างรุนแรง ซึ่งจะเป็นอันตรายมากต่อการบินโดยเฉพาะขณะร่อนขึ้นหรือลง

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

ขั้นสลายตัว (dissipating stage)



ภาพ 4.3.2 พายุฝนฟ้าคะนองขั้นสลายตัว

ในขั้นสลายตัวนี้ ลมที่พัดลงตามแนวตั้งจะแผ่ไปทั่วก้อนเมฆ จนในที่สุดลมพัดขึ้นในแนวตั้งจะหมดไป ซึ่งจะทำให้หยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมาค่อย ๆ ลดน้อยลง พร้อมกับพายุฝนฟ้าคะนองที่หมดกำลัง ในขณะเดียวกันอุณหภูมิในก้อนเมฆจะค่อย ๆ เปลี่ยนไปจนเท่ากับอุณหภูมิของบริเวณใกล้เคียง ทิศทางและความเร็วของลมจะเปลี่ยนไปตามบริเวณใกล้เคียงด้วย

ดังนั้นเราพอที่จะสรุปเหตุการณ์ต่าง ๆ ในการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ว่า

- อุณหภูมิร้อนจนอบอ้าว
- ท้องฟ้ามืดมัว มีลมกระโชกแรง
- มีลมพัดขึ้นและลงตามแนวตั้ง
- มีฝนตกแรง บางครั้งมีลูกเห็บตก รวมทั้งมีฟ้าแลบ และฟ้าร้อง

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

เมื่อนักเรียนได้รู้จักกับพายุฝนฟ้าคะนอง แล้วนักเรียนรู้จักพายุใดอีกบ้าง ให้นักเรียนร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมต่อไปนี้

กิจกรรม 4.2 พายุหมุน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

สืบค้น อภิปราย และอธิบายการเกิด บริเวณที่ก่อตัว และความแตกต่างของพายุหมุนประเภทต่าง ๆ

วัสดุ - อุปกรณ์

1. กระดาษปรู๊ฟ
2. ปากกาเมจิก
3. แผนที่โลก

วิธีทำกิจกรรม

1. ร่วมกันอภิปรายว่า นักเรียนเคยรู้จักพายุหมุนประเภทใดบ้าง และก่อตัวบริเวณใด โดยให้ระบุลงไปในแผนที่โลก
2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพายุหมุนประเภทต่าง ๆ
3. ร่วมกันอภิปรายอีกครั้งว่าจะแก้ไขหรือเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเภทของพายุหมุน และบริเวณที่ก่อตัวอีกหรือไม่ โดยใช้ปากกาสีที่แตกต่าง
4. ร่วมกันวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างระหว่าง ทอร์นาโดกับเฮอร์ริเคน ทอร์นาโดกับนาคเล่นน้ำ

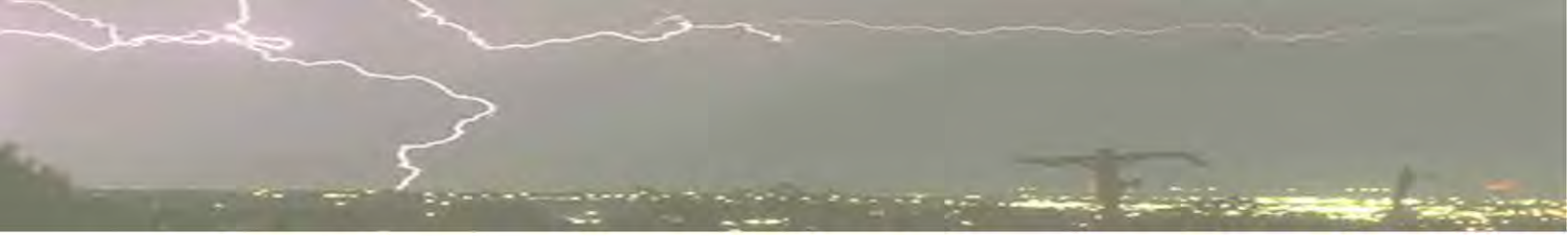
📖 ทอร์นาโดและเฮอร์ริเคนแตกต่างกันอย่างไร

📖 นาคเล่นน้ำเกิดได้ในลักษณะใดบ้าง

📖 ประเทศไทยจะพบทอร์นาโดหรือไม่

📖 ประเทศไทยจะพบกับพายุหมุนประเภทใดบ้าง

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



4.1.2 ทอร์นาโด (tornado)

เราจะได้ยินและได้เห็นข่าวอยู่บ่อยครั้ง ในต่างประเทศ เช่น เมื่อเดือนมิถุนายน 2553 ได้เกิดทอร์นาโดในรัฐมอนตานาของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งสร้างความเสียหายอย่างหนัก และความรุนแรงของพายุทำให้หลังคาสนามกีฬาขนาดใหญ่หลุดปลิวว่อน ต้นไม้ และเสาไฟหักโค่นแบบถอนรากถอนโคน ก่อนที่พายุจะเคลื่อนตัวเข้าในย่านธุรกิจของเมือง สร้างความเสียหายให้กับอาคารร้านค้าจำนวนมาก และอิทธิพลของทอร์นาโดยังทำให้เกิดลูกเห็บขนาดโตเท่ากับลูกกอล์ฟ นอกจากนี้ยังเกิดฝนตกหนัก ทำให้ถนนหลายสายมีน้ำท่วมสูงถึง 2 ฟุต ดังภาพ 4.4

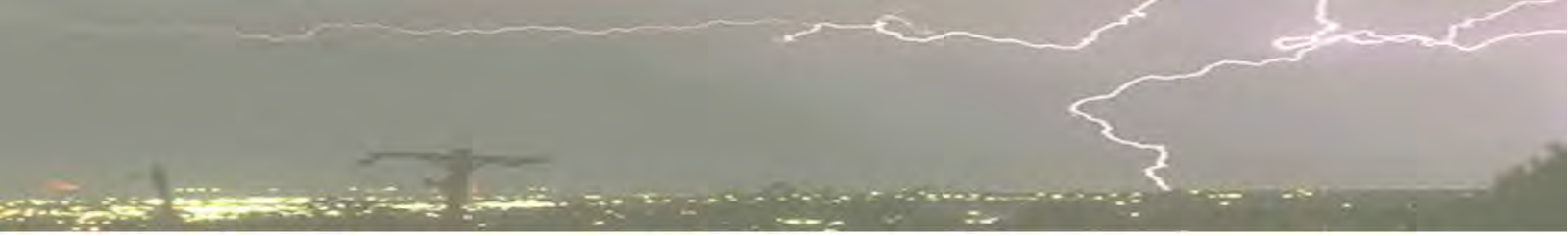
http://news.sanook.com

ภาพ 4.4 ทอร์นาโดพัดถล่มเมืองบิลลิ่ง ในรัฐมอนตาน่า สหรัฐอเมริกา

ทอร์นาโดมีแนวโน้มที่จะเกิดพร้อมกับพายุฝนฟ้าคะนองที่มีความรุนแรง และสภาพอากาศขณะนั้นไม่มีเสถียรภาพ ส่วนใหญ่แล้วทอร์นาโดมักจะก่อตัวขึ้นบริเวณที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองเรียงตัวต่อกันเป็นแนวยาว (supercell thunderstorms) ในสภาพแวดล้อมที่มีลมในแนวตั้งพัดสวนทางกันค่อนข้างแรง เมฆคิวมูโลนิมบัสในพายุฝนฟ้าคะนองรุนแรงมักจะก่อตัวเป็นกระแสลมวน (vortex) เคลื่อนไหวเป็นเกลียวในเมฆซึ่งเกิดจากการที่อากาศเย็นไหลลงมาแทนที่อากาศร้อนที่ลอยตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

นักอุตุนิยมวิทยาแสดงให้เห็นว่าการหมุนของกระแสลมวนจะเริ่มต้นที่ระดับความสูงปานกลางของเมฆพายุ (thundercloud) จากนั้นจะค่อย ๆ ขยายการหมุนลงมาด้านล่างเป็นเกลียวก่อตัวจนเห็นเป็นลักษณะคล้ายลำกรวยหรือท่อยื่นออกมาจากฐานของพายุหมุน ซึ่งเรียกว่า กรวยเมฆ (funnel cloud) และเมื่ออากาศไหลไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำในกรวยเมฆที่กำลังหมุน อากาศก็จะลอยตัวสูงขึ้น กรวยเมฆจะขยายตัวในแนวดิ่งและหดตัวในแนวราบ เมื่อเมฆพายุนี้ขยายลงมาจนสัมผัสพื้นดินจะเกิดเป็นทอร์นาโด ซึ่งมีความเร็วที่จุดศูนย์กลางสูงมากกว่าพายุหมุนอื่น ๆ บางครั้งทอร์นาโดพัดพาฝุ่นหรือเศษดินไปด้วย ทำให้สังเกตเห็นได้ชัด บางทีเรียกว่า ทวิสเตอร์ (twister) ทอร์นาโดส่วนใหญ่เกิดขึ้นในเส้นทางทอร์นาโด (tornado alley) ซึ่งอยู่ในที่ราบตอนกลางของประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่างเทือกเขาร็อกกี้และแม่น้ำมิสซิสซิปปี้

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ



เพราะเหตุใดทอร์นาโดพบได้บ่อยในทวีปอเมริกา

ส่วนพายุหมุนขนาดเล็กอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายกับทอร์นาโดแต่มีกำลังแรงน้อยกว่ามาก มักเกิดจากการหมุนเวียนของอากาศจากบริเวณพื้นดินหรือพื้นน้ำขยายขึ้นไปสู่เมฆ เช่น พายุฝุ่น และนาคเล่นน้ำ (water spout) สำหรับประเทศไทยสามารถพบได้ในหลายพื้นที่ของประเทศ เนื่องจากนาคเล่นน้ำมักเกิดในภูมิภาคกึ่งเขตร้อน เกิดจากการที่มวลอากาศเย็นเคลื่อนผ่านเหนือผิวน้ำที่อุ่นกว่า โดยบริเวณใกล้ ๆ ผิวน้ำมีความชื้นสูง และไม่ค่อยมีลมพัด จะทำให้อากาศที่อยู่ติดกับผืนน้ำซึ่งอุ่นยกตัวขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรง อากาศโดยรอบจะไหลเข้ามาแทนที่ แล้วเกิดเป็นเกลียวพุ่งขึ้นไป ในช่วงที่อากาศพุ่งขึ้นเป็นเกลียววนนี้ หากน้ำในอากาศยังอยู่ในรูปของไอน้ำอาจจะสังเกตได้ยาก แต่หากอากาศขยายตัวและเย็นตัวลงถึงจุดหนึ่ง ไอน้ำก็จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำจำนวนมาก ทำให้เห็นลักษณะเป็นท่อหรืองวงช้างเชื่อมผืนน้ำและเมฆ

http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=noumy&date=13-04-2007&group=1&gblog=40

ภาพ 4.5 นาคเล่นน้ำ ที่เกาะหวาย จ. ตราด

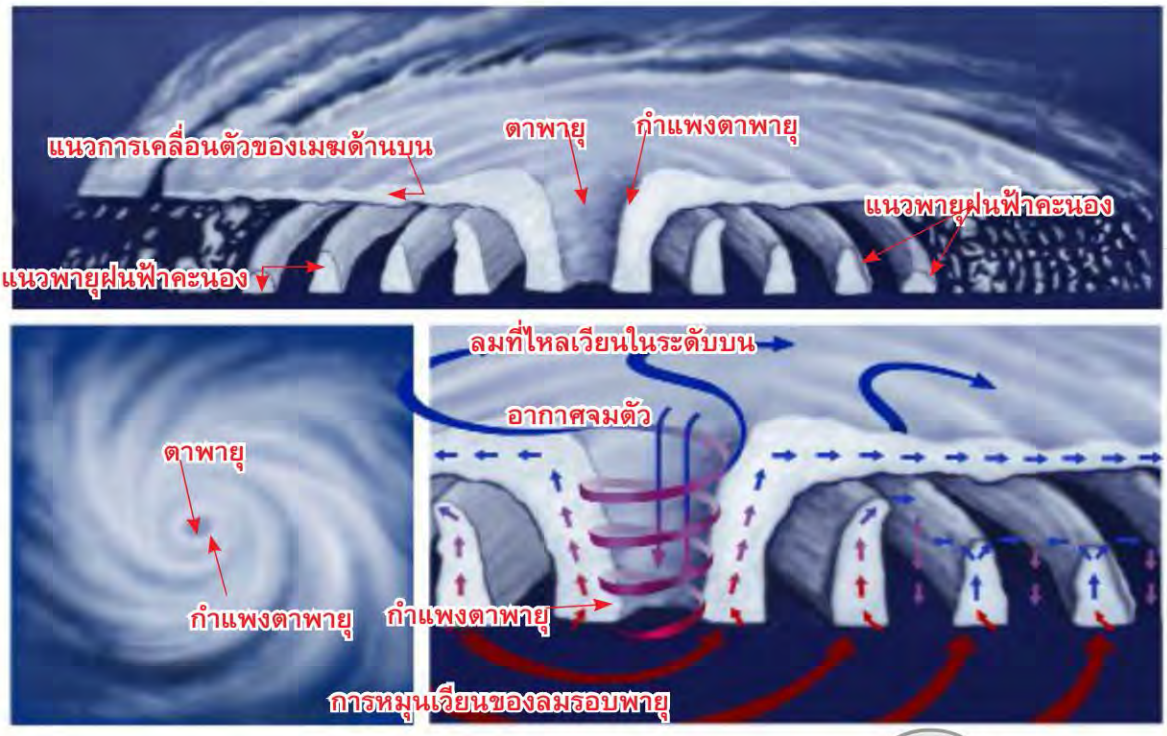
ความเสียหายที่เกิดจากทอร์นาโดมีทั้งที่เกิดจากความกดอากาศที่ต่ำมากในตัวพายุ และความเสียหายที่เกิดจากการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงของพายุ โดยอากาศที่มีความกดอากาศสูงกว่าซึ่งอยู่ภายนอกของพายุจะไหลเข้าสู่ลำกรวยจากทุกทิศทาง ซากปรักหักพังของอาคารบ้านเรือน รถยนต์ เศษหิน ดิน ทราย น้ำ หรือสัตว์ อาจถูกดูดเข้าไปในลำกรวยของทอร์นาโด และถูกพัดพาไปยังที่อื่นที่ห่างไกลได้ขึ้นอยู่กับกำลังแรงของพายุ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

ระดับความรุนแรงของทอร์นาโดมีกี่ระดับ และแต่ละระดับสร้างความเสียหายอย่างไร

4.1.3 พายุหมุนเขตร้อน (tropical cyclone)

พายุหมุนเขตร้อน พัฒนามาจากหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงเหนือทะเล และมหาสมุทรในเขตร้อน ส่วนมากเกิดอยู่นอกเส้นศูนย์สูตร ในบริเวณละติจูดต่ำ ประมาณ 5-20 องศาเหนือและใต้ ซึ่งเป็นบริเวณเขตร้อน จึงมักเรียกว่า พายุหมุนเขตร้อน หากมีพายุที่เกิดนอกเหนือบริเวณนี้เราจะเรียกว่า พายุหมุนนอกเขตร้อน (extratropical cyclone) ความแตกต่างของพายุหมุนเขตร้อนกับพายุหมุนนอกเขตร้อนที่เห็นได้ชัด คือ พายุหมุนเขตร้อนเมื่อพัฒนามีกำลังแรงจะมีบริเวณตาพายุซึ่งมีลมสงบอยู่ที่ศูนย์กลางของพายุ และไม่เกิดในแนวปะทะอากาศ ความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อนจะมีมากกว่าพายุหมุนนอกเขตร้อน



http://www.tburg.k12.ny.us/ms/natural_disasters.htm

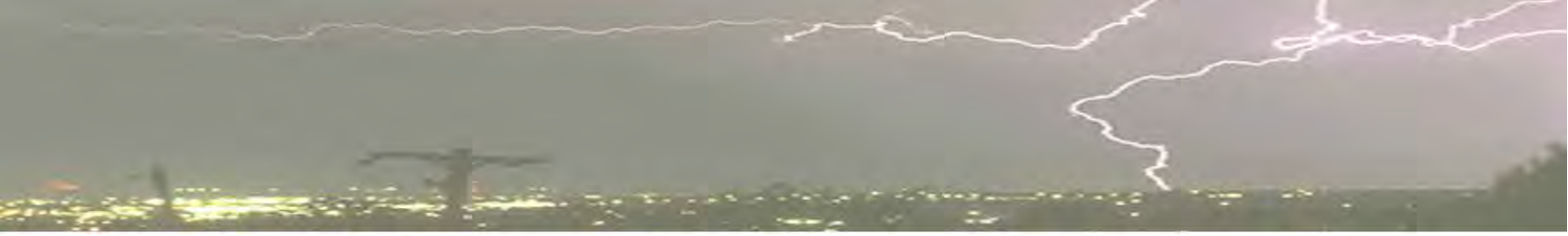
ภาพ 4.6 ภาพตัดขวางของพายุหมุนเขตร้อน

พายุหมุนเขตร้อน

ปัจจัยสำคัญในการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน คือ

1. มีหย่อมความกดอากาศต่ำบนพื้นน้ำ
2. อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลสูงกว่า 26 องศาเซลเซียส
3. มีการหมุนเวียนเข้าหาศูนย์กลางของลมในระดับต่ำ และมีการหมุนเวียนออกในระดับสูง
4. ในบรรยากาศมีความชื้นสูง
5. เกิดบริเวณละติจูดสูงกว่า 5 องศาขึ้นไป

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

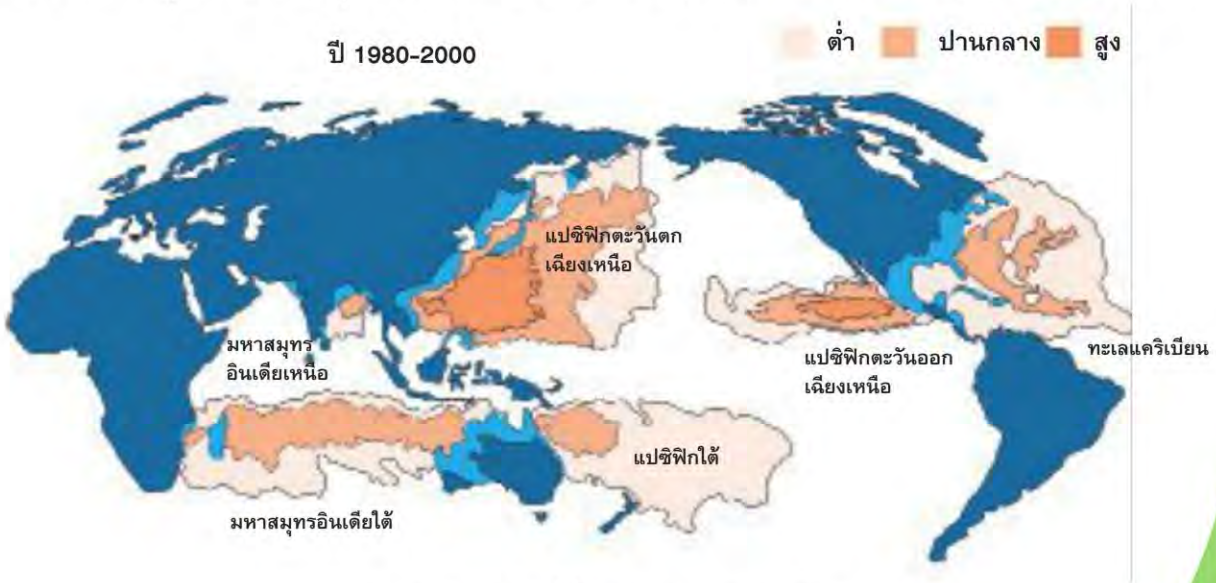


โดยทั่วไปก่อนจะเกิดพายุหมุนเขตร้อน ลักษณะอากาศจะดีผิดปกติ เมื่อพายุเคลื่อนที่เข้าใกล้บริเวณใด ฝนจะตกปริมาณมาก และเป็นบริเวณกว้างเกือบตลอดเวลา มีลมกำลังแรง แต่เมื่อตาพายุผ่านจะเกิดบริเวณลมสงบในช่วงเวลาสั้น ๆ บางครั้งสามารถมองเห็นดวงอาทิตย์ จึงทำให้เข้าใจผิดว่า พายุได้ผ่านพ้นไปแล้ว และหลังจากที่ตาพายุผ่านลมจะพัดแรงขึ้น ในทะเลจะเกิดคลื่นลมแรง และเกิดคลื่นยักษ์ซัดเข้าสู่ฝั่งได้

องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก ได้จัดประเภทพายุหมุนเขตร้อนตามความเร็วลมใกล้ศูนย์กลาง ในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือด้านตะวันตก ซึ่งรวมถึงทะเลซีกตะวันออกของประเทศไทย ได้ดังนี้

1. พายุดีเปรสชั่น (tropical depression) เป็นพายุหมุนที่มีกำลังอ่อน มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางไม่เกิน 63 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
2. พายุโซนร้อน (tropical storm) เป็นพายุหมุนกำลังปานกลาง มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางระหว่าง 63-87 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
3. พายุโซนร้อนกำลังแรง (severe tropical storm) มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางระหว่าง 87-117 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
4. พายุไต้ฝุ่น (typhoon) เป็นพายุหมุนที่มีความรุนแรงที่สุด มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางมากกว่า 117 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

พายุหมุนเขตร้อนจะอ่อนกำลังลงอย่างรวดเร็วหากเคลื่อนเข้าสู่ฝั่งทวีป ภูเขา หรือพบกับมวลอากาศเย็น ในแต่ละมหาสมุทรจะมีโอกาสในการเกิดพายุหมุนเขตร้อนแตกต่างกัน บริเวณที่มีโอกาสเกิดพายุหมุนเขตร้อนมากที่สุด คือ บริเวณมหาสมุทรแปซิก ส่วนมหาสมุทรที่มีโอกาสเกิดพายุหมุนเขตร้อนน้อยที่สุด คือ มหาสมุทรแอตแลนติกในซีกโลกใต้ (ตะวันออกของทวีปอเมริกาใต้) ดังภาพ 4.7



ภาพ 4.7 ความถี่ที่จะเกิดพายุหมุนเขตร้อน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

พายุหมุนเขตร้อนที่เกิดในแต่ละบริเวณจะมีชื่อเรียกแตกต่างกัน ให้นักเรียนสืบค้นตามกิจกรรมต่อไปนี้

กิจกรรม 4.3 การเรียกชื่อพายุหมุนเขตร้อน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

สืบค้น และอภิปรายเกี่ยวกับการเรียกชื่อพายุหมุนเขตร้อน

วัสดุ - อุปกรณ์

1. แผนที่โลก
2. ปากกาเมจิก

วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับการเรียกชื่อของพายุหมุนเขตร้อนตามบริเวณที่เกิดต่าง ๆ
2. นำชื่อพายุหมุนเขตร้อนมาเติมลงในแผนที่โลก ให้สัมพันธ์กับบริเวณที่เกิด และนำเสนอต่อชั้นเรียน

การเรียกชื่อพายุหมุนเขตร้อนสามารถเรียกชื่อได้ตามบริเวณที่เกิด เช่น ถ้าเกิดในมหาสมุทรแอตแลนติก จะเรียกว่า เฮอร์ริเคน เป็นต้น โดยเฮอร์ริเคนกับทอร์นาโดจะมีความแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจน คือ ขนาดของพายุ ซึ่งเฮอร์ริเคนเป็นพายุหมุนขนาดใหญ่ที่เกิดจากการยกตัวของอากาศแบบร้อนชื้นเหนือน่านน้ำเขตร้อน

เส้นผ่านศูนย์กลาง		
ทอร์นาโด	~	100-600 เมตร
ไต้ฝุ่น	~	10-50 กิโลเมตร
เฮอร์ริเคน	~	500 กิโลเมตร

ระดับความรุนแรงของเฮอร์ริเคนมีกี่ระดับ และแต่ละระดับสร้างความเสียหายอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างจากทอร์นาโดหรือไม่ อย่างไร

นอกจากจะเรียกชื่อพายุหมุนเขตร้อนตามบริเวณที่เกิดแล้ว ยังอาจเรียกชื่อตามภาษาท้องถิ่นได้ด้วย เช่น ประเทศฟิลิปปินส์ เรียกว่า บาเกียว (Baguio หรือ Baruio) เป็นต้น พายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวขึ้นและมีความรุนแรงมากขึ้นจนถึงระดับพายุโซนร้อน จะมีการเรียกชื่อเพื่อใช้ในการอ้างอิงหรือติดตามในแต่ละน่านน้ำ ซึ่งจะมีการใช้ตารางชื่อของพายุที่แตกต่างกัน เช่น ประเทศไทยได้ตั้งชื่อว่า วิภา รามสูร และเมขลา เป็นต้น สำหรับพายุหมุนเขตร้อนที่ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยเป็นพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนที่มาจากมหาสมุทรแปซิฟิกทางตอนเหนือฝั่งตะวันตกเป็นส่วนใหญ่

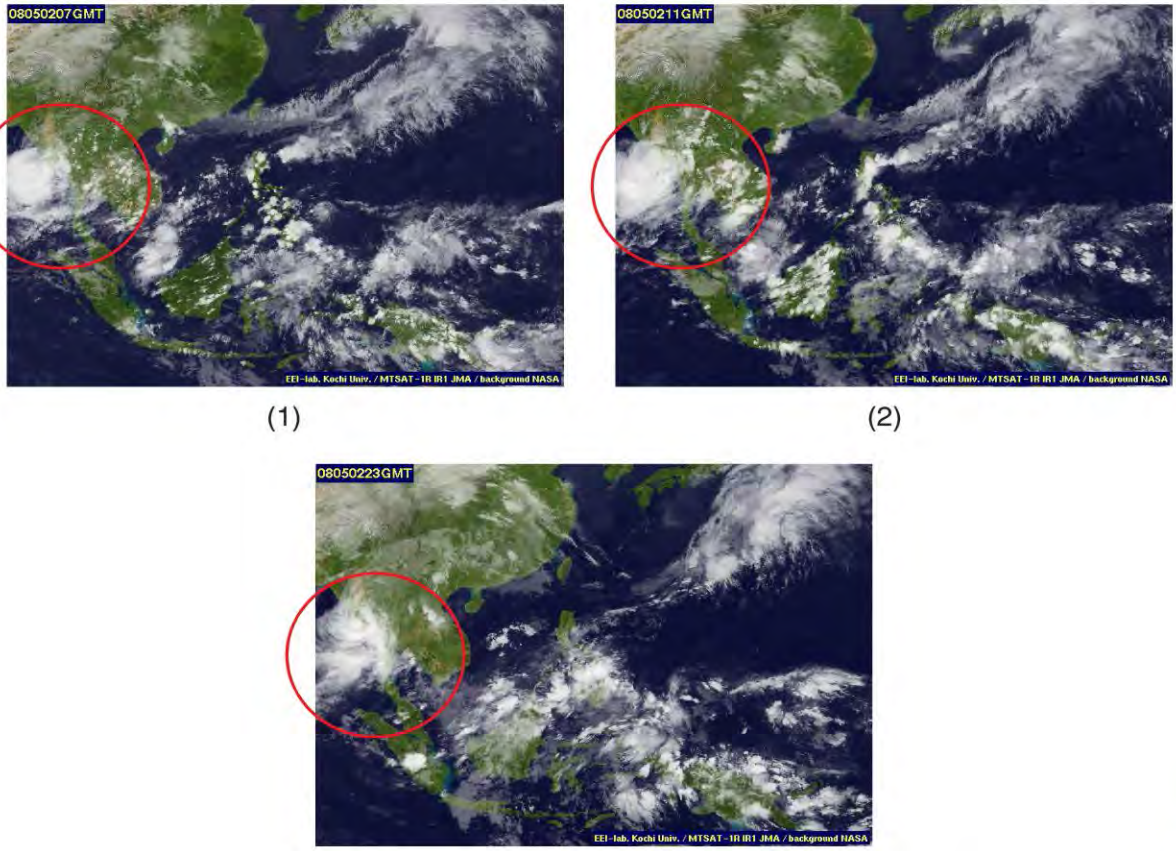
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

นักเรียนเคยได้ยินชื่อพายุหมุนเขตร้อนใดบ้างที่ใช้ในการอ้างอิงเพื่อติดตามบริเวณน่านน้ำใกล้ประเทศไทย

(สามารถศึกษา จากรายชื่อพายุที่ก่อตัวในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือฝั่งตะวันตก จากกรมอุตุนิยมวิทยา)

ในแต่ละปีจะมีพายุหมุนเขตร้อนเกิดขึ้นทั่วโลกประมาณ 80 ลูก แต่สำหรับประเทศไทยส่วนใหญ่จะได้รับผลกระทบจากพายุหมุนเขตร้อนกำลังปานกลาง และอ่อนกำลังลงผ่านเข้ามาทางตอนบนของประเทศไทย โดยเฉลี่ยแล้วปีละ 2-3 ลูก ในขณะที่พายุผ่านจะเกิดลมแรง ฝนตกหนัก ซึ่งสามารถก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินได้ ผลกระทบจากพายุหมุนเขตร้อนที่ประเทศไทยได้รับมีอยู่ 2 ชนิด คือ พายุหมุนเขตร้อนซึ่งก่อตัวในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกกับพายุหมุนเขตร้อนซึ่งก่อตัวในบริเวณมหาสมุทรอินเดีย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ช่วงเดือนพฤษภาคม ก่อนเข้าฤดูฝน อาจจะมีพายุไซโคลนจากอ่าวเบงกอล เคลื่อนตัวเข้าสู่ประเทศพม่า ทำให้มีผลกระทบต่อด้านตะวันตกของประเทศไทย



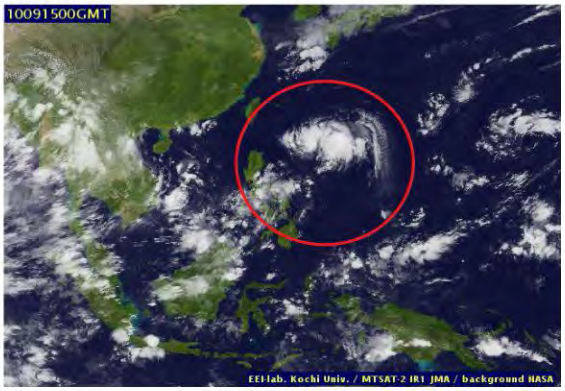
(1) (2)

(3)

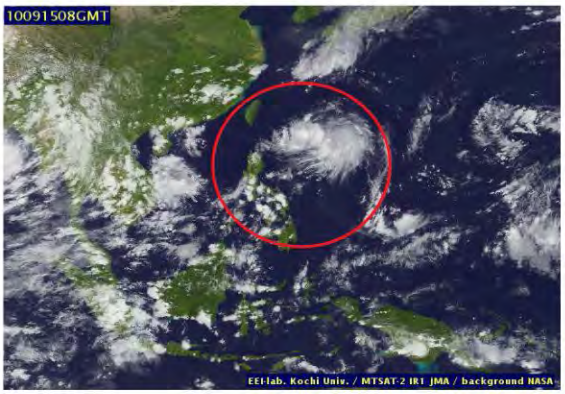
ภาพ 4.8 ภาพถ่ายดาวเทียม MTSAT แสดงลักษณะอากาศที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเดือนพฤษภาคม

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

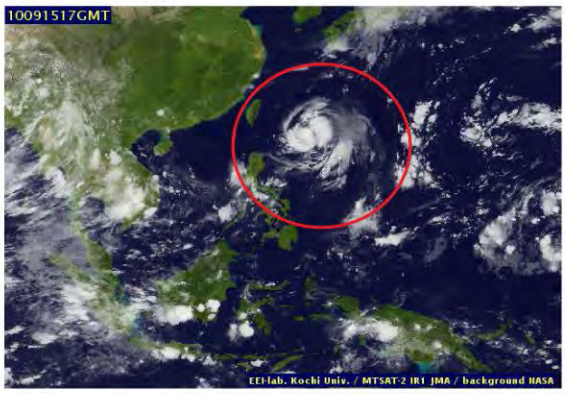
2. ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน อาจจะมีพายุไต้ฝุ่นในมหาสมุทรแปซิฟิกเคลื่อนที่ผ่านเข้ามาทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ทำให้มีผลกระทบต่อภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือตอนบน



(1)



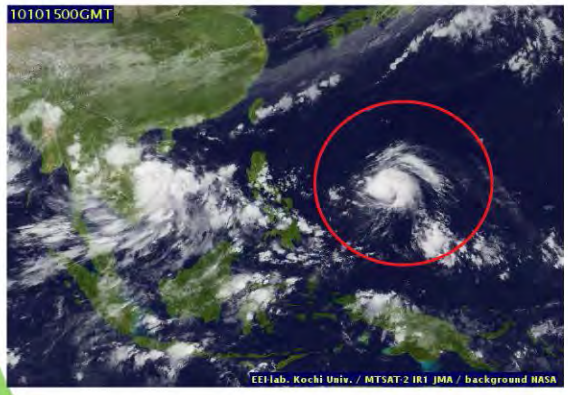
(2)



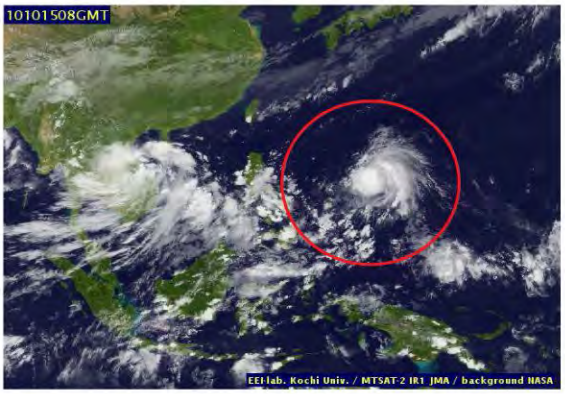
(3)

ภาพ 4.9 ภาพถ่ายดาวเทียม MTSAT แสดงลักษณะอากาศที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเดือนกันยายน

3. ช่วงเดือนกันยายนถึงปลายเดือนตุลาคม อาจจะมีพายุหมุนเขตร้อนในทะเลจีนใต้พัดผ่านเข้ามาทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ทำให้มีผลกระทบต่อภาคตะวันออก ตอนล่างของภาคเหนือตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางรวมทั้งเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

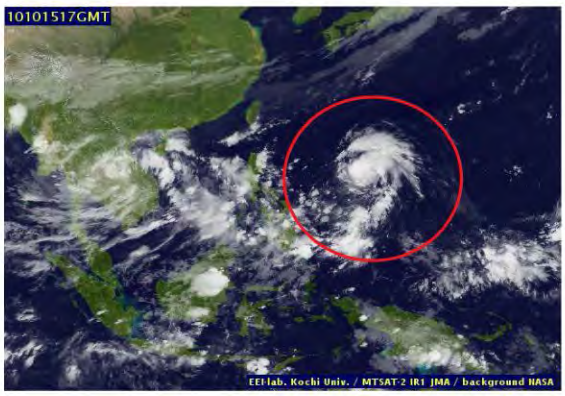


(1)



(2)

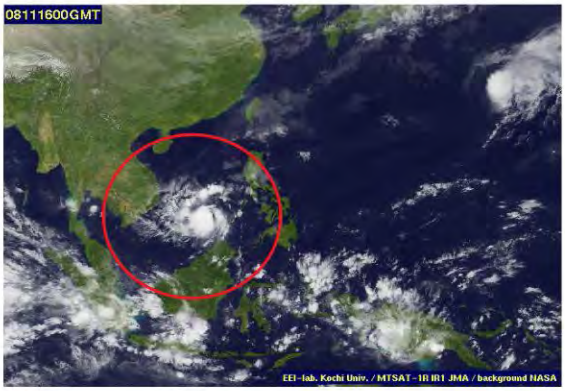
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



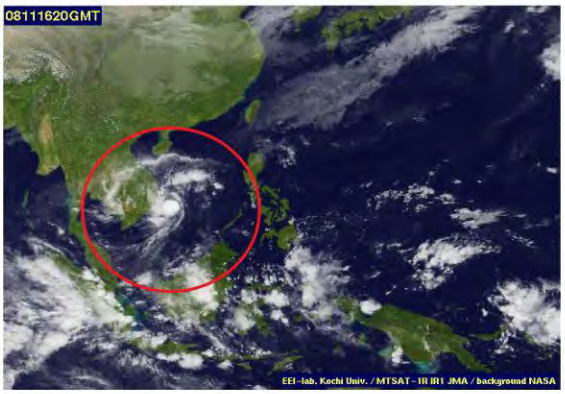
(3)

ภาพ 4.10 ภาพถ่ายดาวเทียม MTSAT แสดงลักษณะอากาศที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเดือนตุลาคม

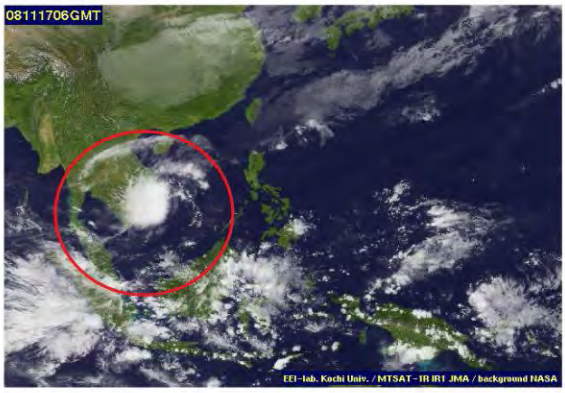
4. ช่วงต้นฤดูหนาวประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนธันวาคม พายุจะก่อตัวในทะเลจีนใต้ พัดผ่านเข้ามาในอ่าวไทย ทำให้มีผลกระทบต่อภาคใต้ฝั่งตะวันออกตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป



(1)



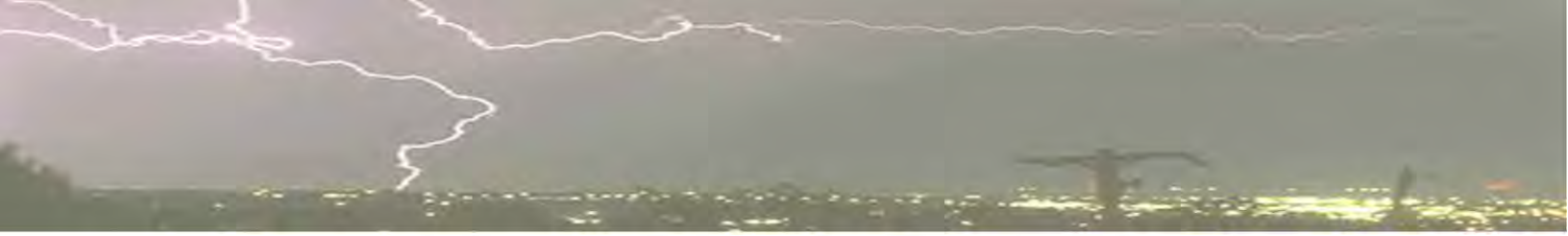
(2)



(3)

ภาพ 4.11 ภาพถ่ายดาวเทียม MTSAT แสดงลักษณะอากาศที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเดือนธันวาคม

*ศึกษาเพิ่มเติมได้จาก htt://www.thaiwater.net/



พายุต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นพายุฝนฟ้าคะนอง พายุฤดูร้อน พายุหมุนเขตร้อน ล้วนสามารถสร้างความเสียหายให้แก่ชีวิตและทรัพย์สินได้ไม่มากก็น้อย โดยเฉพาะถ้าขาดความระมัดระวัง และการเตรียมตัวล่วงหน้า ซึ่งอันตรายหรือความเสียหายที่จะเกิดจากพายุนั้นอาจเกิดได้หลายกรณี เช่น ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอาคารบ้านเรือนและสิ่งก่อสร้าง ความเสียหายจากน้ำท่วม ความเสียหายจากดินถล่ม และโคลนไหล ความเสียหายของเรือประมง และความเสียหายจากฟ้าผ่า เป็นต้น

ในการเกิดพายุนั้นส่วนใหญ่จะเริ่มก่อตัวในทะเล และใช้เวลาหลายวันก่อนที่จะเคลื่อนตัวขึ้นฝั่ง ดังนั้นจึงสามารถเตรียมป้องกันภัยจากพายุหมุนได้

📖 นักเรียนควรมีวิธีปฏิบัติอย่างไรเพื่อให้ทั้งชีวิตและทรัพย์สินปลอดภัยจากพายุต่าง ๆ

นอกจากประเทศไทยจะได้รับอิทธิพลจากพายุประเภทต่าง ๆ แล้วยังได้รับอิทธิพลจากมรสุมซึ่งเกิดขึ้นตามฤดูกาลทุกปี ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป

4.2 มรสุม

สภาพลมฟ้าอากาศในแต่ละบริเวณบนโลกมีความแตกต่างกันและเปลี่ยนแปลงไปตาม ฤดูกาล เช่น พายุฝนฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยบางครั้งอาจสร้างความเสียหายอย่างกว้างขวาง สำหรับมรสุม (monsoon) นั้น เป็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศชนิดหนึ่งที่เกิดตามฤดูกาล และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้เช่นเดียวกัน เพื่อสร้างความเข้าใจเรื่องการเกิดมรสุมให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

กิจกรรม 4.4 การเกิดมรสุม

จุดประสงค์ของกิจกรรม

อภิปราย และอธิบายการเกิดมรสุม บริเวณที่เกิด และทิศทางของมรสุมในฤดูกาล ต่าง ๆ

วัสดุ - อุปกรณ์

1. แผนที่โลก
2. ปากกาเมจิก

วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า มรสุมเกิดได้อย่างไร
2. ใช้ปากกาเมจิกระบายลงบนแผนที่โลก แสดงบริเวณที่อาจเกิดมรสุม และแสดงทิศทางของมรสุมในฤดูกาลต่าง ๆ
3. ร่วมกันอภิปรายว่า มรสุมส่งผลอย่างไรต่อสภาพอากาศ
4. สรุปผลการอภิปราย แล้วนำเสนอต่อชั้นเรียน

📖 มรสุมเกิดได้ทั่วโลกหรือไม่ เพราะเหตุใด

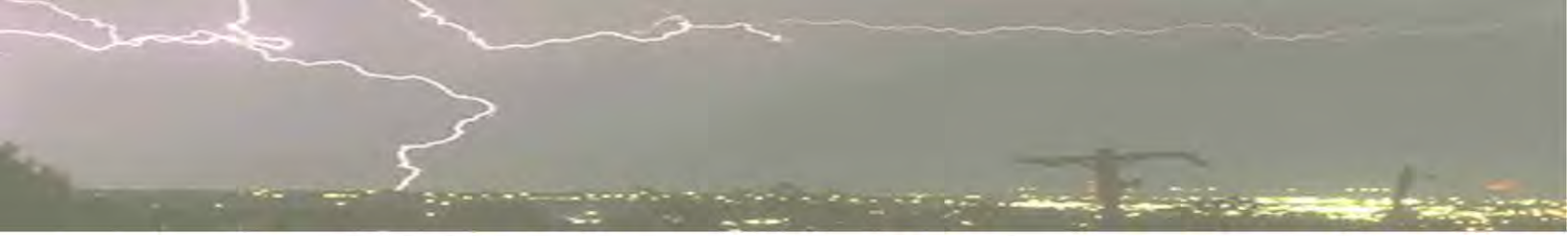
📖 มรสุมใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อประเทศไทย

4.2.1 การเกิดมรสุม

คำว่ามรสุม มาจากภาษาอาระบิก หมายถึง ฤดูกาล ดังนั้นมรสุม จึงหมายความว่า ลมที่พัดตามฤดูกาล มรสุมจะมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางลมระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาวอย่างชัดเจน โดยเฉพาะแถบเอเชียตะวันออกและเอเชียใต้ การเกิดมรสุมจะเกิดขึ้นในทำนองเดียวกับลมบกลมทะเล แต่เกิดในช่วงเวลาที่ยาวนานกว่าและเกิดในบริเวณกว้าง โดยอาจครอบคลุมพื้นที่ระหว่างพื้นทวีปกับพื้นมหาสมุทร

ลองทบทวนดูว่า ลมบก ลมทะเล เกิดขึ้นได้อย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



จากที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้วว่า ลมบกลมทะเลมีการหมุนเวียนของลมระหว่างพื้นดินกับพื้นน้ำภายในเวลา 1 วัน เนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของโลก แต่โลกของเรานอกจากหมุนรอบตัวเองแล้วยังหมุนรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะแกนเอียงจึงทำให้เกิดฤดูกาล โดยในฤดูร้อนพื้นผิวโลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ยาวนานกว่าในฤดูหนาว ดังนั้นการดูดและคายความร้อนของพื้นทวีปและพื้นมหาสมุทรจึงแตกต่างกันในสองฤดู

ในฤดูร้อนและฤดูหนาว พื้นทวีปและพื้นมหาสมุทร มีอุณหภูมิแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

มรสุมเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิของพื้นทวีปกับพื้นมหาสมุทรในแต่ละฤดู ในระหว่างฤดูหนาวของซีกโลกเหนือ อุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นทวีปจะต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นมหาสมุทร ทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงปกคลุม จึงเกิดการไหลเวียนของลมออกจากบริเวณความกดอากาศสูงไปยังมหาสมุทร เช่น บริเวณความกดอากาศสูงแถบไซบีเรีย ซึ่งอากาศที่จมตัวลงในบริเวณนี้ จะเคลื่อนที่ลงมาตามความชันของภูเขาไปยังมหาสมุทรอินเดียและจีนตอนใต้

อีกนัยหนึ่งอากาศเหนือบริเวณพื้นมหาสมุทรมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศเหนือพื้นทวีป จึงลอยตัวสูงขึ้นทำให้อากาศเย็นเหนือพื้นทวีปเข้ามาแทนที่ จึงเป็นการเคลื่อนที่ของมรสุมจากพื้นทวีปเข้าสู่พื้นมหาสมุทร ดังภาพที่ 4.12 ก และ ข

ก

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

ข

มรสุมฤดูหนาว

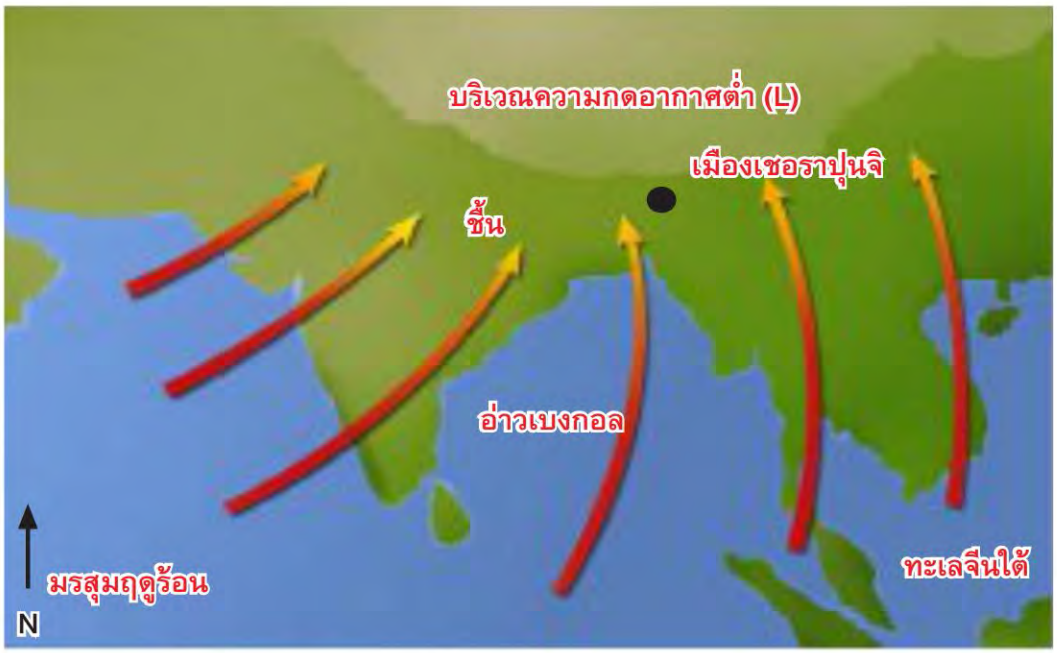
ภาพ 4.12 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของมรสุมในฤดูหนาว
ก. การยกตัวของอากาศเหนือพื้นทวีปและพื้นมหาสมุทร
ข. การไหลเวียนของลมจากบริเวณความกดอากาศสูงของพื้นทวีปสู่พื้นมหาสมุทร

ลมดังกล่าวจะพัดพาความหนาวเย็น และแห้งแล้งจากทวีปทางซีกโลกเหนือมาสู่ทางศูนย์สูตร ลักษณะอากาศในช่วงนี้จึงมีท้องฟ้าแจ่มใส อากาศแห้ง และหนาวเย็น เนื่องจากมรสุมนี้เกิดในช่วงฤดูหนาวของประเทศทางซีกโลกเหนือ และมีทิศทางของลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จึงเรียกว่า มรสุมฤดูหนาว หรือมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ในฤดูร้อนของซีกโลกเหนือ การไหลเวียนของลมจะมีทิศตรงกันข้ามกัน โดยอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นทวีปจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นมหาสมุทร ทำให้บริเวณทวีปมีหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุม อากาศที่มีอุณหภูมิสูงเหนือพื้นทวีปจะลอยตัวขึ้น และมีการหมุนเวียนของลมพัดพาอากาศที่มีความชื้นจากมหาสมุทรเคลื่อนเข้าสู่แผ่นดิน ดังภาพ 4.13

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

ก

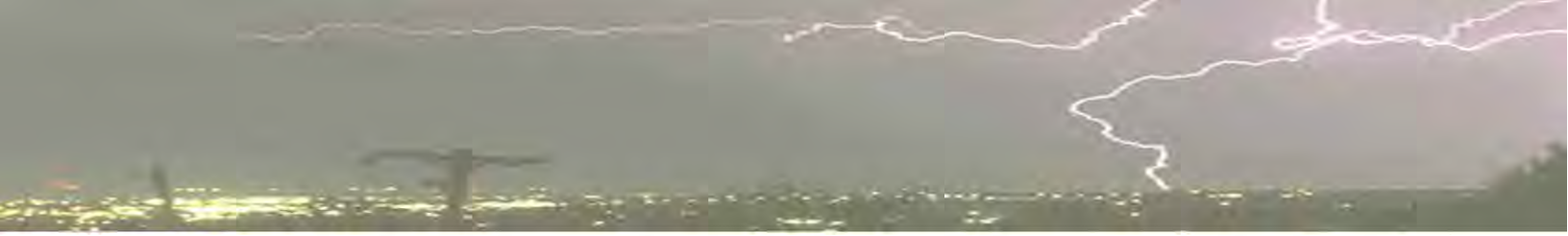


มรสุมฤดูร้อน

ข

ภาพ 4.13 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของมรสุมในฤดูร้อน
ก. การยกตัวของอากาศเหนือพื้นทวีปและพื้นมหาสมุทร
ข. การไหลเวียนของลมจากพื้นมหาสมุทรสู่บริเวณความกดอากาศต่ำของพื้นทวีป

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ



อากาศชื้นที่พัดเข้าสู่พื้นทวีปนี้ ทำให้อุณหภูมิของอากาศเย็นตัวลงและอิ่มตัว ส่งผลให้เกิดฝนหรือฝนฟ้าคะนองได้ในที่สุด เนื่องจากมรสุมนี้เกิดในช่วงฤดูร้อน และมีทิศทางลมพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ จึงเรียกมรสุมที่เกิดขึ้นในช่วงนี้ว่า มรสุมฤดูร้อน หรือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

อย่างไรก็ตามทั้งมรสุมฤดูร้อนและมรสุมฤดูหนาว อาจมีความไม่ต่อเนื่องของความเร็วและทิศทางลมในบางช่วงเวลา จึงทำให้เกิดลักษณะอากาศไม่ชัดเจนดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น

4.2.2 อิทธิพลของมรสุมต่อประเทศไทย

มรสุมเกิดขึ้นในหลายพื้นที่ของโลก เช่น ทวีปเอเชีย ทวีปออสเตรเลีย ทวีปแอฟริกา และทวีปอเมริกา เป็นต้น โดยลักษณะอากาศที่เกิดขึ้นในแต่ละบริเวณอาจมีความแตกต่างกันออกไป ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะมรสุมในทวีปเอเชีย ซึ่งสามารถแบ่งตามทิศทางของลมที่พัดในแต่ละฤดูกาล ได้แก่

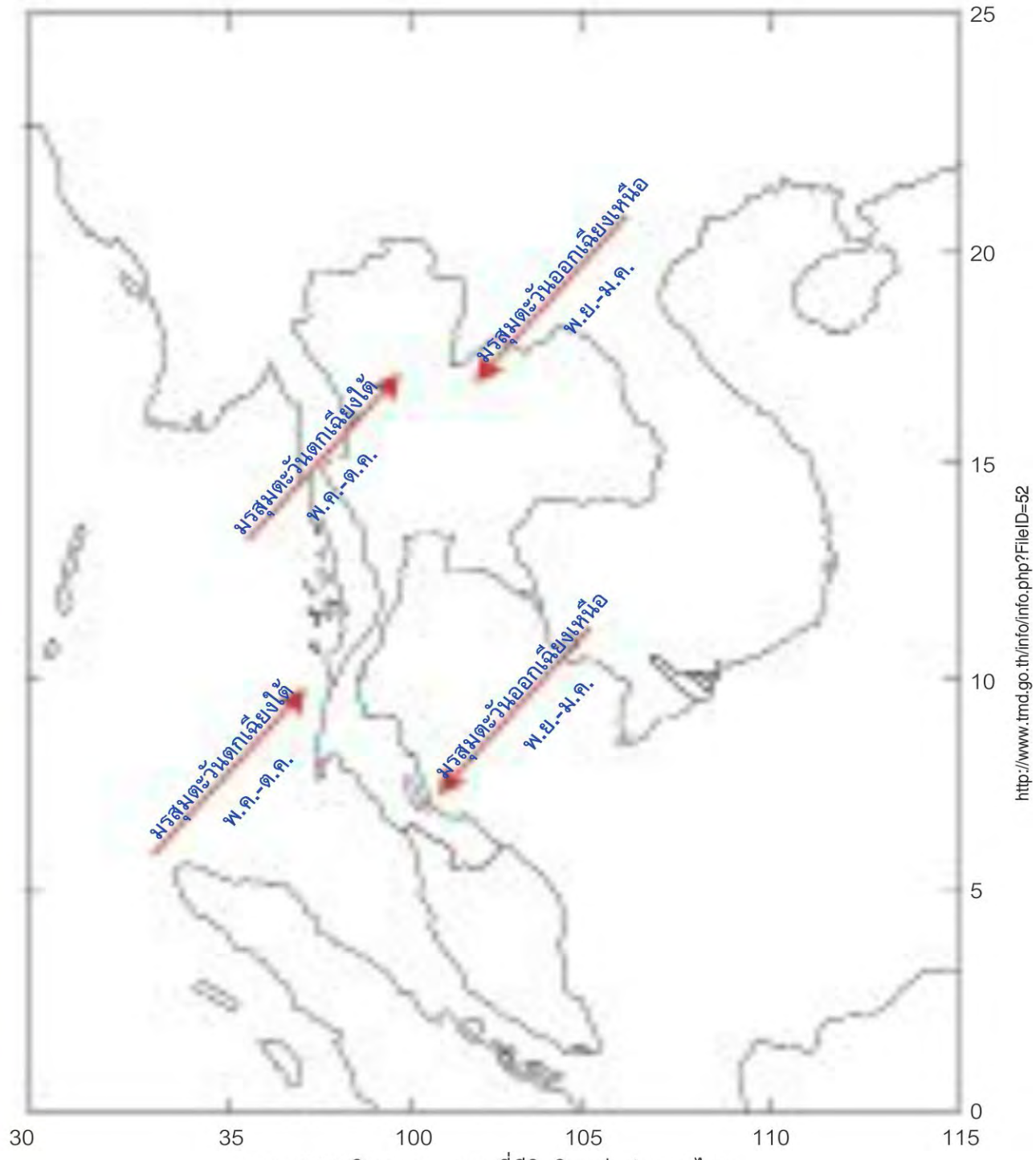
- มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะเกิดประมาณเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน ทำให้มีลักษณะอากาศร้อน มีฝนตก
- มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะแรงขึ้นประมาณเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม ในช่วงเวลานี้ท้องฟ้าจะแจ่มใสปราศจากเมฆ

นอกจากนี้ยังมีมรสุมที่เรียกว่า มรสุมเอเชียตะวันออก ซึ่งเกิดขึ้นจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างทวีปเอเชียกับมหาสมุทรแปซิฟิก ไม่ได้เกิดเป็นประจำซึ่งทำให้ลักษณะอากาศคล้ายกับช่วงที่เกิดมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีผลกระทบกับบริเวณประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น

สำหรับประเทศไทย ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเช่นเดียวกัน โดยมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะพัดเข้าสู่ประเทศไทยในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม มรสุมนี้จะพัดพาอากาศชื้นจากมหาสมุทรอินเดียมาสู่ประเทศไทย ทำให้ท้องฟ้ามีเมฆมากและฝนตกชุกโดยทั่วไป โดยเฉพาะตามบริเวณชายฝั่งทะเล และเทือกเขาด้านรับลม

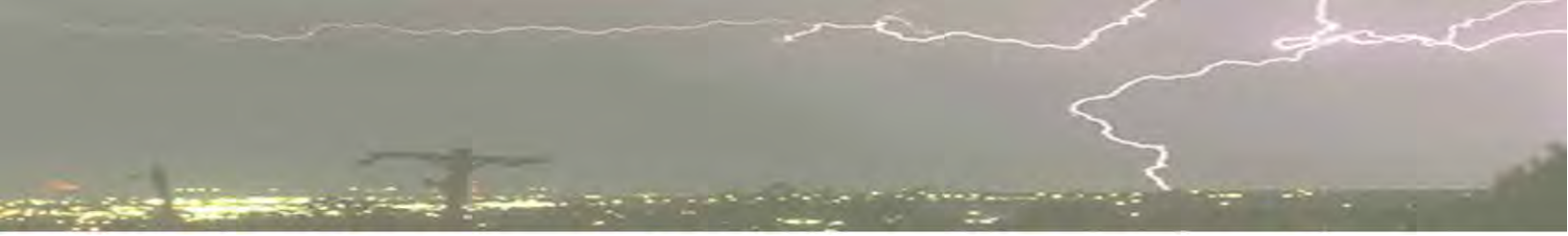
ในช่วงกลางเดือนตุลาคม มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะเริ่มมีอิทธิพลต่อประเทศไทย และพัดปกคลุมประเทศไทยจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ มรสุมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือแถบประเทศมองโกเลียและจีน จึงพัดพาเอาความหนาวเย็นและแห้งแล้งจากบริเวณดังกล่าวเข้าสู่ประเทศไทย ส่งผลให้ท้องฟ้าโปร่ง เมฆน้อย อากาศแห้งแล้ง และหนาวเย็น โดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนทางภาคใต้จะมีฝนตกมาก โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออก

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



ภาพ 4.14 ทิศทางลมมรสุมที่มีอิทธิพลต่อประเทศไทย

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



4.2.3 ร่องมรสุม

นักเรียนคงเคยได้ยินตามข่าวบ่อยครั้งว่า มีร่องมรสุมกำลังแรงพาดผ่านภาคใต้ อ่าวไทย เป็นต้น นักเรียนคิดว่าร่องมรสุมกับมรสุมเหมือนกันหรือไม่

ร่องมรสุม เป็นแนวที่เกิดจากลมจากซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้พัดมาบรรจบกันบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร ซึ่งทำให้เห็นเป็นแนวความกดอากาศต่ำในบริเวณนี้ (บริเวณสีขาวในรูป 4.15)

ภาพ 4.15 ร่องมรสุม บริเวณอเมริกากลางจากภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา GOES 11 ขององค์การ NASA

แนวความกดอากาศต่ำจะปรากฏเป็นแนวตะวันตก-ตะวันออก เป็นร่องที่อยู่ระหว่างความกดอากาศสูงทางเหนือและความกดอากาศสูงทางใต้ใกล้แถบศูนย์สูตร (บริเวณสีน้ำเงินในรูป 4.15) เรียกว่า แนวปะทะอากาศยกตัวเขตร้อน (Intertropical Convergence Zone หรือ ITCZ) หรือบางครั้งเรียกว่า แนวปะทะแห่งเขตร้อน ซึ่งมีลมพัดจากบริเวณความกดอากาศสูงทางเหนือและใต้เข้าสู่ร่องมรสุมทำให้เกิดฝน

ร่องมรสุมมีการเปลี่ยนตำแหน่งตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ เมื่อดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ไปทางเหนือร่องมรสุมก็จะเคลื่อนที่ไปทางเหนือด้วย การเคลื่อนที่ของร่องมรสุมจะไม่สูงเท่าละติจูดที่ดวงอาทิตย์อยู่ แต่จะอยู่ใกล้แถบศูนย์สูตรตามหลังดวงอาทิตย์เสมอ การเคลื่อนที่ของร่องมรสุมทำให้บริเวณนั้นเปลี่ยนทิศการรับลมทันที เช่น เมื่อร่องมรสุมเคลื่อนที่ไปทางเหนือ บริเวณนี้จะเปลี่ยนไปรับลมใต้ทันที นักเรียนจะได้ศึกษาลักษณะอากาศและผลกระทบเมื่อเกิดร่องมรสุมจากกิจกรรมต่อไปนี้

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

กิจกรรม 4.5 เติมข่าวเล่าเรื่อง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

วิเคราะห์ และอธิบายลักษณะอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากมรสุม

วัสดุ - อุปกรณ์

1. ข้อมูลข่าวร่องมรสุม

วิธีจัดกิจกรรม

ให้นักเรียนอ่านข่าวแล้วร่วมกันวิเคราะห์ และเติมข้อความเกี่ยวกับลักษณะอากาศในช่องว่าง ก และผลกระทบที่เกิดขึ้นในช่องว่าง ข ตามความคิดของนักเรียนเอง

📖 นักเรียนคิดว่าเมื่อเกิดร่องมรสุมจะทำให้เกิดลักษณะอากาศอย่างไร

📖 เมื่อเกิดร่องมรสุมจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

ร่องมรสุมพาดผ่านภาคใต้ อ่าวไทย ทำภาคตะวันออก-ใต้ตอนบนมีฝนถึง 80%

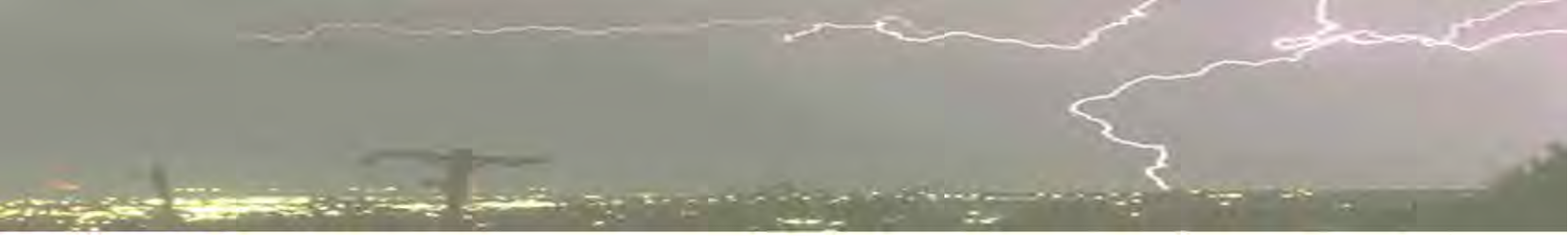
กรมอุตุนิยมวิทยารายงานสภาพอากาศประจำวันที่ 2 ตุลาคม 2553 ดังนี้

ลักษณะอากาศทั่วไปเมื่อเวลา 04:00 น. ร่องมรสุมกำลังแรงพาดผ่านภาคใต้ อ่าวไทยและภาคตะวันออก เข้าสู่หย่อมความกดอากาศต่ำในทะเลจีนใต้ตอนล่าง ลักษณะเช่นนี้ทำให้ภาคกลางตอนล่าง ภาคตะวันออก และภาคใต้ตอนบนมี .....ก.....

จึงขอให้ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยบริเวณที่ลาดเชิงเขาหรือที่ราบลุ่มทางน้ำไหลใกล้แม่น้ำ โดยเฉพาะจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร ระมัดระวังอันตรายจากสภาวะฝนตกหนักอาจเกิด.....ข.....และ.....ค.....ในช่วงวันที่ 2-4 ตุลาคม 2553

ตัดทอนส่วนนำของข่าวจากมติชนออนไลน์ วันที่ 2 ตุลาคม พ.ศ. 2553

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ



สรุปท้ายบท

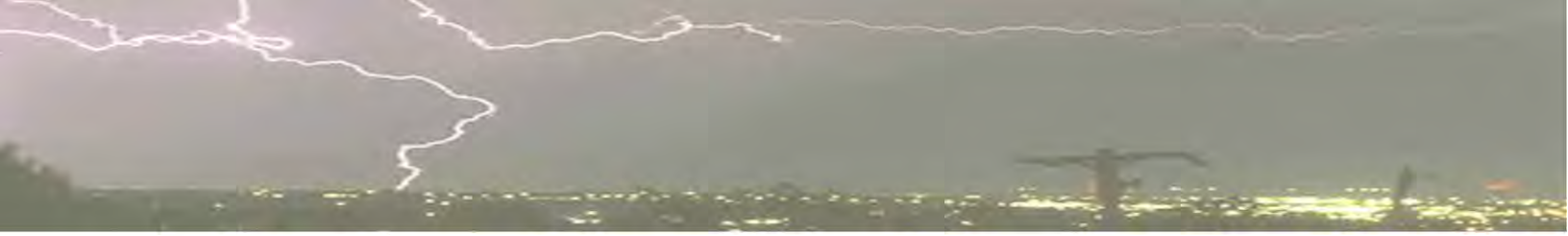
พายุฝนฟ้าคะนองเริ่มก่อตัวจากเมฆคิวมูลัสก่อน และเมื่อมีกระแสลมแนวตั้งพัดแรงขึ้น เมฆคิวมูลัสจะขยายตัวสูงขึ้นเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัส พายุฝนฟ้าคะนองมักจะก่อตัวเมื่ออากาศร้อนมีความชื้นมาก และอากาศไม่มีเสถียรภาพ โดยการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจะแบ่งเป็น 3 ขั้น คือ ขั้นก่อตัว ขั้นเจริญเต็มที่ และขั้นสลายตัว

ทอร์นาโดมีแนวโน้มที่จะเกิดพร้อมกับพายุฝนฟ้าคะนองที่มีความรุนแรง และสภาพอากาศขณะนั้นไม่มีเสถียรภาพ ทอร์นาโดส่วนใหญ่เกิดขึ้นในเส้นทางทอร์นาโด ซึ่งอยู่ในที่ราบตอนกลางของสหรัฐอเมริการะหว่างเทือกเขาร็อกกี้และแม่น้ำมิสซิสซิปปี้ ทอร์นาโดมีความเร็วที่จุดศูนย์กลางสูงมากกว่าพายุหมุนอื่น ๆ เกิดได้ทั้งบนบกและในน้ำ หากเกิดในน้ำ จะเรียกว่า นาคเล่นน้ำ

พายุหมุนเขตร้อนพัฒนามาจากหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงเหนือทะเล และมหาสมุทรในเขตร้อน ส่วนมากเกิดอยู่นอกเส้นศูนย์สูตร ในบริเวณละติจูดต่ำ ประมาณ 5-20 องศาเหนือและใต้ ปัจจัยสำคัญในการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน คือ หย่อมความกดอากาศต่ำบนพื้นน้ำ อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลสูงกว่า 26 องศาเซลเซียส มีการไหลเวียนเข้าหาศูนย์กลางของลมในระดับต่ำ มีการไหลเวียนออกจากกันของลมในระดับสูง และในบรรยากาศมีความชื้นสูง องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก ได้จัดประเภทพายุหมุนเขตร้อนตามความเร็วลมใกล้ศูนย์กลางดังนี้ พายุดีเปรสชั่น พายุโซนร้อน พายุโซนร้อนกำลังแรง และพายุไต้ฝุ่น

มรสุมเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิของพื้นทวีปกับพื้นมหาสมุทรในแต่ละฤดู โดยในระหว่างฤดูหนาว อุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นทวีปจะต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นมหาสมุทร จึงเกิดการไหลเวียนของลมออกจากพื้นทวีปไปยังพื้นมหาสมุทร เนื่องจากมรสุมนี้มีทิศทางของลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จึงเรียกว่า มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในฤดูร้อน การไหลเวียนของลมจะมีทิศตรงกันข้ามและพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ จึงเรียกว่า มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ สำหรับประเทศไทย มรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะพัดพาอากาศชื้นจากมหาสมุทรอินเดียทำให้ท้องฟ้ามีเมฆมาก และฝนตกชุก ส่วนมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะพัดพาเอาความหนาวเย็นและแห้งแล้งจากแถบประเทศมองโกเลียและจีนมา ส่งผลให้ท้องฟ้าโปร่งเมฆน้อยอากาศแห้งแล้ง และหนาวเย็น

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

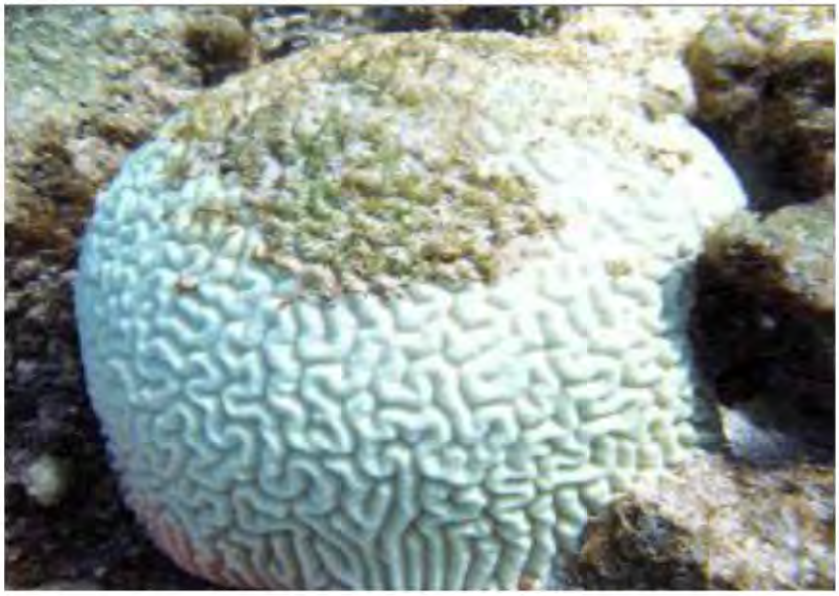


คำถามท้ายบท

1. ปรากฏการณ์ที่อาจเกิดขึ้นพร้อมกับพายุฟ้าคะนอง คือ อะไรบ้าง
2. นักเรียนต้องปฏิบัติตนอย่างไรเพื่อให้ปลอดภัยจากฟ้าผ่า
3. พายุหมุนเขตร้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร
4. เมื่อเกิดพายุหมุนเขตร้อน จะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร
5. เพราะเหตุใดบริเวณตาพายุ จึงมักเป็นเขตลมสงบ และอากาศค่อนข้างดี
6. ทิศทางการหมุนของพายุในซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร
7. ความเสียหายที่เกิดจากทอร์นาโด และเฮอร์ริเคนแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
8. มรสุมจะพัดในทิศทางอื่นนอกเหนือจากทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้หรือไม่ อย่างไร
9. ในช่วงฤดูหนาว มักมีข่าวการเกิดน้ำท่วมทางภาคใต้ โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดสงขลา และจังหวัดนครศรีธรรมราช นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด
10. ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากพายุใดบ้าง ให้ยกตัวอย่างประกอบ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

บทที่ 5
ความแปรปรวนของอากาศ



http://ocean.gistda.or.th/prg/image/Document/news53_m06_1.pdf

ภาพปะการังสมองกำลังฟอกขาว

นักเรียนคงเคยได้ยินข่าวว่า ในท้องทะเลบางบริเวณเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว (coral reef bleaching) ซึ่งหมายถึง ปรากฏการณ์ที่ปะการังชนิดต่าง ๆ รวมถึงสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังอีกหลายชนิดมีสีซีดลง ปรากฏการณ์นี้เป็นสัญญาณเตือนว่าโลกของเรานั้นเกิดความแปรปรวนทางภูมิอากาศที่ส่งผลให้อุณหภูมิของท้องทะเลเปลี่ยนแปลงไปด้วย

นักเรียนคิดว่าการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวเกิดได้อย่างไร และจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ของเราอย่างไร

ตามธรรมชาติแล้ว สภาพลมฟ้าอากาศจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่เห็นได้ว่าในปัจจุบันจะมีข่าวสารเกี่ยวกับความไม่สมดุลของการเปลี่ยนแปลงสภาพลมฟ้าอากาศจนเป็นเหตุให้เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติต่าง ๆ อยู่บ่อยครั้ง ทำให้เราต้องหันมาตระหนักและให้ความสนใจเกี่ยวกับความแปรปรวนของอากาศที่เกิดขึ้น ศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมถึงแนวทางในการบรรเทาความรุนแรงของความแปรปรวนของอากาศที่เกิดขึ้นต่อไป นักเรียนคิดว่า ความไม่สมดุลของการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศก่อให้เกิดปรากฏการณ์ใดบ้าง และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ส่งผลกระทบตามมาอย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

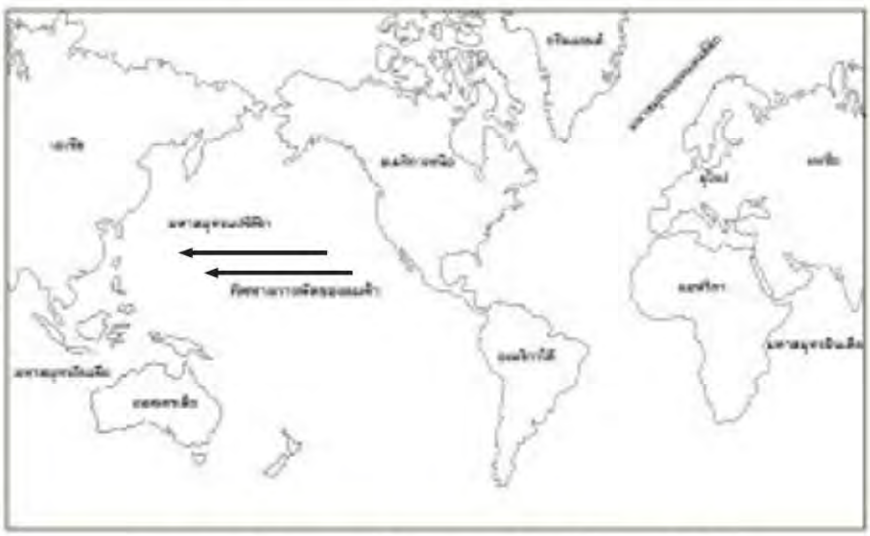
5.1 ปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño) และลานีญา (La Niña)

ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา เป็นลักษณะของความผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกแถบเส้นศูนย์สูตร จากความผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลนี้เอง ทำให้เกิดฝนตกชุกหรือความความแห้งแล้งมากกว่าปกติในหลายพื้นที่ของโลก โดยจะส่งผลกระทบต่อทั้งพื้นที่ที่อยู่บริเวณรอบมหาสมุทรแปซิฟิก และพื้นที่ห่างไกลออกไป

ความผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของมหาสมุทรแปซิฟิกนั้นเกิดจากสาเหตุใด

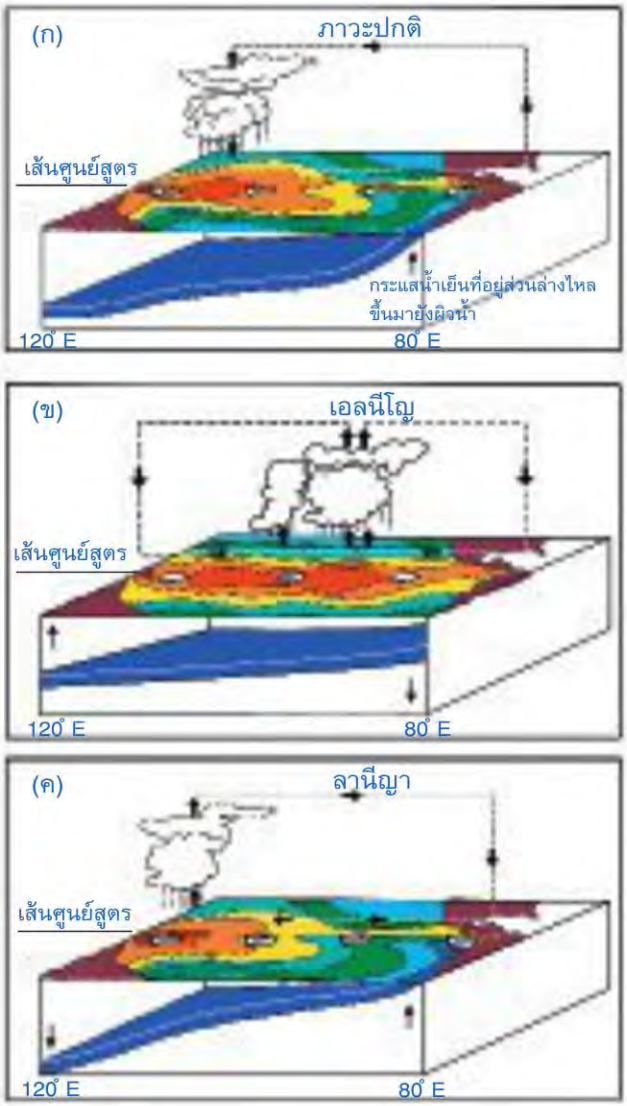
5.1.1 สาเหตุการเกิดเอลนีโญ และลานีญา

โดยปกติแล้ว การไหลของกระแสน้ำในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกแถบเส้นศูนย์สูตร จะได้รับอิทธิพลจากลมค้า พัดพาน้ำบริเวณผิวมหาสมุทรไปในทิศทางต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อสภาพอากาศในแต่ละบริเวณ ในภาวะปกติ ลมค้าตะวันออกเฉียงใต้จะพัดจากชายฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก (ชายฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้ แถบประเทศเปรู เอควาดอร์) ไปยังฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก (แถบประเทศอินโดนีเซีย ออสเตรเลีย ปาปัวนิวกินี) อยู่เป็นประจำ (ภาพ 5.1) การไหลของกระแสน้ำไปตามทิศทางลมนั้น จะส่งผลให้กระแสน้ำเย็นที่อยู่ส่วนล่างของมหาสมุทรไหลขึ้นมายังผิวน้ำ ทำให้บริเวณชายฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกมีอุณหภูมิต่ำลง ในทางกลับกัน การพัดพาของกระแสน้ำไปทางชายฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกนั้น ทำให้มีการสะสมความร้อน และไอน้ำบริเวณผิวมหาสมุทรมากขึ้น จนทำให้อากาศบริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิและความชื้นสูง และอากาศลอยตัวขึ้นในแนวดิ่ง ก่อให้เกิดสภาวะฝนฟ้าคะนองอย่างมากในบริเวณนี้ เช่น บริเวณเหนือหมู่เกาะอินโดนีเซีย เป็นต้น (ภาพ 5.2ก)



ภาพ 5.1 ทิศทางการไหลของลมค้าตะวันออกเฉียงใต้

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ



ภาพ 5.2 แสดงการยกตัวของอากาศในแนวดิ่งในภาวะต่างๆ
(ก) ภาวะปกติ (ข) เอลนีโญ (ค) ลานีญา

(ที่มา:http://www.pmel.noaa.gov/tao/elnino/el-nino-story.html)

ในบางปีที่เกิดความผิดปกติของการพัดของลมค้า ทำให้ลมค้าอ่อนกำลังลงมาก น้ำทะเลที่อุ่นจึงถูกพัดพาไปทางชายฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกได้น้อยลง และถูกพัดพาเข้ามาแทนที่กระแสน้ำเย็นจากใต้มหาสมุทรที่อยู่ทางชายฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกบริเวณฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้ ส่งผลให้บริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้น และเกิดเมฆฝนที่รุนแรงกว่าปกติ ในขณะที่บริเวณแถบตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกเกิดความแห้งแล้งมากขึ้น ปรากฏการณ์ที่ผิวน้ำทะเลที่อุ่นพัดมาแทนที่กระแสน้ำเย็นนี้ เรียกว่า **เอลนีโญ** (ภาพ 5.2ข)

ในทางกลับกัน หากลมค้ามีกำลังแรงกว่าปกติ น้ำทะเลที่อุ่นจะถูกพัดพาไปทางด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกมากขึ้น และส่งผลให้บริเวณนี้เกิดเมฆฝนรุนแรงกว่าปกติ ในขณะที่ทางด้านตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้นั้น จะประสบภาวะแห้งแล้งกว่าปกติ เรียกปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลางและตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกมีอุณหภูมิต่ำกว่าปกตินี้ว่า **ลานีญา** (ภาพ 5.2ค)

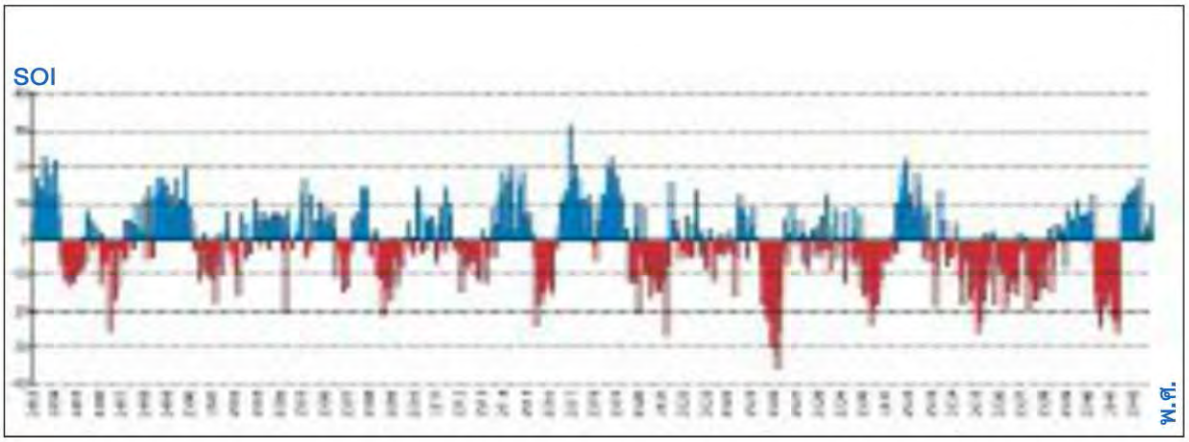
อุณหภูมิน้ำทะเลที่ระดับความลึกต่าง ๆ มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

รู้ไว้ใช่ว่า

นักวิทยาศาสตร์มีวิธีการตรวจวัดการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา โดยใช้ทุ่นลอย การวิเคราะห์ระดับน้ำทะเล และระบบดาวเทียม เพื่อวัดค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ระดับน้ำทะเล และความกดอากาศ ระหว่างบริเวณตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก (เมืองดาร์วิน ประเทศออสเตรเลีย) กับตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิก (ตาฮิติ เกาะกลางมหาสมุทรแปซิฟิก) ค่าต่าง ๆ ที่วัดได้จะนำมาใช้คำนวณหาค่าดรรชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation Index-SOI) เพื่อทำนายการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา หากค่า SOI มีค่าเป็นลบ จะเป็นสัญญาณให้เฝ้าติดตามว่าอาจเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ หากค่า SOI มีค่าเป็นบวก บ่งบอกว่าอาจเกิดปรากฏการณ์ลานีญา

ภาพ 5.3 ตำแหน่งของเกาะตาฮิติ และเมืองดาร์วิน



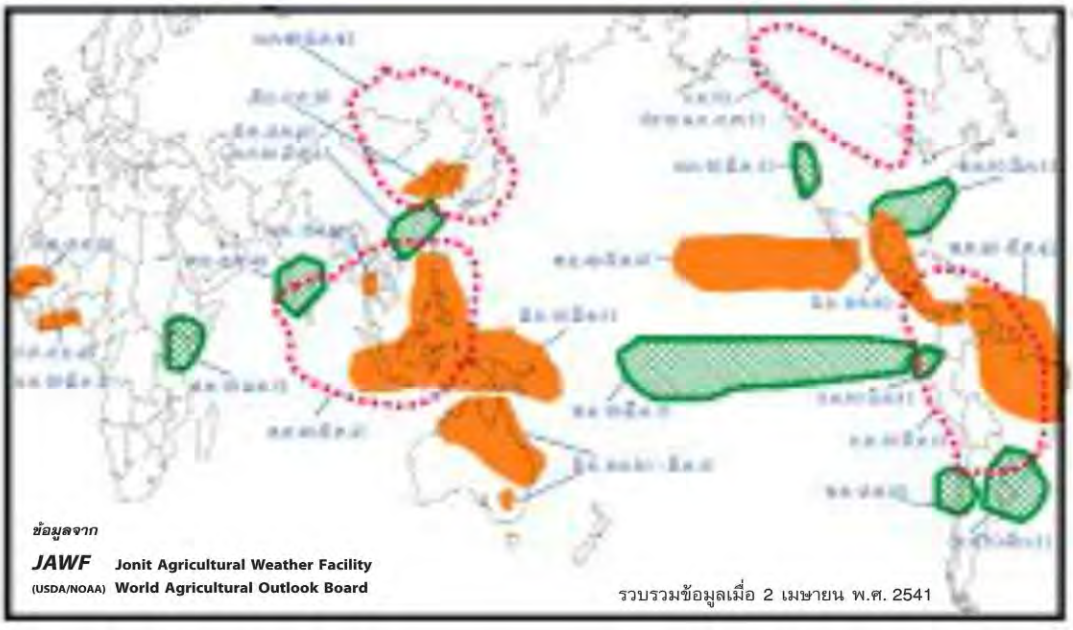
ภาพ 5.4 กราฟแสดงค่าดรรชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (SOI) ช่วงปี พ.ศ.2493 - พ.ศ.2542

จากภาพ 5.4 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

แม้ว่าเอลนีโญ และลานีญา จะเป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก แต่ปรากฏการณ์ทั้งสองนี้ได้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพลมฟ้าอากาศในบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลกตามไปด้วย โดยจะทำให้บางพื้นที่เกิดความแห้งแล้ง ในขณะที่อีกบางพื้นที่มีความชุ่มชื้นมากขึ้น หากปรากฏการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี จะส่งผลให้เกิดความแปรปรวนอย่างรุนแรงของสภาพอากาศในบริเวณต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ปี พ.ศ.2540 ต่อเนื่องถึงปี พ.ศ. 2541 เป็นช่วงที่มีความรุนแรงของปรากฏการณ์เอลนีโญเกิดขึ้นในหลายพื้นที่ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ที่อยู่ล้อมรอบมหาสมุทรแปซิฟิก เช่น ตอนเหนือและตะวันออกของออสเตรเลีย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทางตะวันออกของสหรัฐอเมริกา เป็นต้น จะได้รับผลกระทบที่เกิดจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นกว่าปกติและเกิดความแห้งแล้งอย่างหนัก แต่ในขณะเดียวกันก็มีหลายพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้นมากขึ้นกว่าสภาวะปกติด้วยเช่นกัน เช่น คาบสมุทรอินเดีย แอฟริกาตะวันออก และทางเหนือของสหรัฐอเมริกา ดังภาพ 5.5 หรือในกรณีผลกระทบรุนแรงจากลานีญาที่เกิดในปี พ.ศ.2541 พบว่าทางฝั่งทะเลบริเวณศูนย์สูตรของประเทศเปรู มีสภาวะแห้งแล้งจากเดิมมาก และในบริเวณส่วนอื่นของโลก เช่น แอฟริกาและอเมริกาใต้ เกิดฝนตกหนักจนกลายเป็นภัยพิบัติ

ให้นักเรียนลองสืบค้นดูว่า ในช่วง พ.ศ.2540-พ.ศ.2541 ประเทศไทยได้รับผลกระทบอย่างไรบ้าง จากการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ



หมายเหตุ พื้นที่ที่แสดงเป็นตัวหนังสือเอียงนั้นยังไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ

ภาพ 5.5 พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญ ที่เกิดในช่วง พ.ศ.2540-พ.ศ.2541

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

รู้ไว้ใช่ว่า

จากภาพ 5.5 พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดเอลนีโญนั้น ไม่ได้มีเพียงแต่ในบริเวณรอบมหาสมุทรแปซิฟิกเท่านั้น จะเห็นว่ามีบางพื้นที่ซึ่งห่างไกลออกไปจากมหาสมุทรแปซิฟิกก็ได้รับผลกระทบในช่วงเวลาต่าง ๆ ด้วยเช่นกัน เช่น แถบตะวันออกเฉียงเหนือของอเมริกาใต้ อินเดีย และทางตะวันออกเฉียงใต้ของแอฟริกา เป็นต้น การที่ลักษณะอากาศที่เกิดขึ้นในบริเวณใดบริเวณหนึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อลักษณะอากาศในบริเวณที่อยู่ห่างไกลออกไปเช่นนี้ เรียกว่า **เทเลคอนเนคชัน** (Teleconnection)

5.1.2 ผลกระทบจากเอลนีโญ และลานีญา

จากที่ได้ศึกษามาแล้วว่า เอลนีโญ และลานีญาส่งผลต่อการแปรปรวนของสภาพลมฟ้าอากาศในบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลก นักเรียนคิดว่าเมื่อสภาพอากาศเกิดการแปรปรวนอย่างรุนแรง จะมีผลกระทบใดตามมาอีกบ้าง ลองศึกษาจากกิจกรรมต่อไปนี้

กิจกรรม 5.1 ผลกระทบจากเอลนีโญ และลานีญา

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลข่าวและบทความวิชาการเกี่ยวกับผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาแล้วร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปรายเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลของข่าวและบทความ

2. อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

วิธีทำกิจกรรม

1. อ่านรายละเอียดของข่าวที่กำหนดให้ (ข่าวที่ 1 และ ข่าวที่ 2) แล้วร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายว่าปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา ส่งผลกระทบใดบ้าง และอาจส่งผลกระทบต่อเนื่องต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไรได้อีก

2. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากข่าว และบทความวิชาการ แล้วอภิปรายและนำเสนอต่อชั้นเรียนเกี่ยวกับผลกระทบอื่น ๆ ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จากปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

ข่าวที่ 1 : เอลนีโญส่งผลต่อปรากฏการณ์ทะเลไทย น้ำเย็นลงมีตะกอนขุ่นทำให้คัน

นักวิชาการชี้ปรากฏการณ์เอลนีโญจากภาวะโลกร้อนส่งผลให้ธรรมชาติใต้ท้องทะเลอันดามันเปลี่ยนแปลง น้ำทะเลเป็นน้ำเย็นมีตะกอนขุ่น เผยนักท่องเที่ยวเริ่มย้ายจุดดำน้ำลึกจากอันดามันใต้ไปเหนือ เพราะดำน้ำแล้วมีอาการคันตามผิวหนังและปะการังอ่อนที่สวยงามเริ่มเหี่ยวเฉา

หมายเหตุ ตัดทอนส่วนนำของข่าวจากหนังสือพิมพ์ไทยรัฐ วันที่ 19 เม.ย. 2550

ข่าวที่ 2 : ปรากฏการณ์ "ลานีญา" กระทบทะเลสาบสงขลา หอยนางรม หอยแมลงภู่ตายเรียบ ปลามีกลิ่นสาบโคลน ผลผลิตลดลง 50-60 เปอร์เซ็นต์

นายสุพล ตั่นสุวรรณ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (พื้นที่พัทลุง สงขลา นครศรีธรรมราช) เปิดเผยว่า ปี 2549 สภาวะน้ำเค็มทะเลสาบ เกือบทั่วทะเลตอนนอก และตอนกลาง มีความเค็มเพียง 0.5 พีเอสยู ถือว่าเป็นสิ่งผิดปกติที่มีความเค็มต่ำลงและยาวนาน ซึ่งไม่เคยปรากฏในช่วงระยะ 10-15 ปีที่ผ่านมา คาดว่าผลมาจากเกิดปรากฏการณ์ลานีญา ที่ส่งผลให้มีปริมาณฝนของไทยสูงกว่าปกติ โดยเฉพาะช่วงฤดูร้อนและต้นฤดูฝน เป็นระยะที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญา มีผลกระทบต่อภาวะฝนของไทยชัดเจนกว่าช่วงอื่น

หมายเหตุ ตัดทอนส่วนนำของข่าวจาก
http://www.hatyaicity.go.th/index.php?options=news&mode=detail&id=182

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

รู้ไว้ใช่ว่า

นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าการเกิด**ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว** เป็นผลเนื่องมาจากปรากฏการณ์เอลนีโญที่ส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำทะเลเปลี่ยนแปลงไป โดยปกติแล้ว ปะการังเป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่รวมกันเป็นจำนวนมาก และในเนื้อเยื่อของปะการังจะมีสาหร่ายเซลล์เดียว ชื่อ ซูแซนเทลลี (zooxanthellae) อาศัยอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย สาหร่ายซูแซนเทลลีจะใช้รงควัตถุภายในตัวมันช่วยสร้างสีสันทำให้เนื้อเยื่อใสของปะการังมีสีและไม่ถูกรังสีจากดวงอาทิตย์แผดเผา นอกจากนี้ สาหร่ายซูแซนเทลลียังช่วยสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหาร และสร้างหินปูนให้กับปะการังด้วย

เมื่อสภาพแวดล้อมในท้องทะเล เช่น อุณหภูมิของน้ำทะเล ความเค็มของน้ำทะเลและความเข้มแสงเปลี่ยนแปลงไปจากภาวะปกติ จะส่งผลให้สาหร่ายซูแซนเทลลีถูกขับออกจากโครงสร้างของปะการัง ปะการังจึงเหลือเพียงโครงสร้างหินปูนสีขาว ที่มีตัวปะการังเยื่อใส ๆ คลุมหินปูนอยู่เท่านั้น ทำให้เรามองเห็นปะการังมีสีซีดลง นอกจากนี้สัตว์ทะเลชนิดอื่น เช่น ดอกไม้ทะเลบางชนิด กัลปังหา ที่มีสาหร่ายชนิดนี้อาศัยร่วมอยู่ด้วย ก็จะมีภาวะสีซีดจางลงด้วยเช่นกัน

ปะการังที่เกิดการฟอกขาว สามารถฟื้นฟูตัวเองให้กลับคืนสภาพปกติได้ หากภาวะแวดล้อมกลับคืนสู่ภาวะปกติ แต่หากสภาพแวดล้อมยังคงเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องยาวนาน ปะการังนั้นก็จะตายลงในที่สุด เมื่อท้องทะเลขาดปะการังจะส่งผลกระทบอย่างกว้างขวางทั้งต่อสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดในท้องทะเล รวมถึงการส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในเรื่องการทำการประมง การท่องเที่ยว หรือความเสียหายจากการถูกน้ำทะเลกัดเซาะชายฝั่ง เป็นต้น

ในประเทศไทยพบการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวบริเวณใดบ้าง และเกิดผลกระทบใดตามมาอย่างไร

จากรายงานการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ระบุว่า อุณหภูมิของโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปจากในอดีต ทั้งการที่อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น และอุณหภูมิของโลกลดลง ซึ่งมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย และเนื่องจากการที่อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวโลกเปลี่ยนแปลงไป ประกอบกับเกิดความแปรปรวนอย่างมากของลมฟ้าอากาศในบริเวณต่าง ๆ เช่น เกิดภัยแล้ง พายุรุนแรง ฝนตกหนัก และอุทกภัยในหลายพื้นที่ ทำให้ในปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยเพื่อเชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลกกับความแปรปรวนของธรรมชาติดังที่กล่าวมา

- นักเรียนคิดว่า การที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นนั้นส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาหรือไม่ อย่างไร
- ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้อุณหภูมิของโลกเปลี่ยนแปลงไปจากอดีตที่ผ่านมา

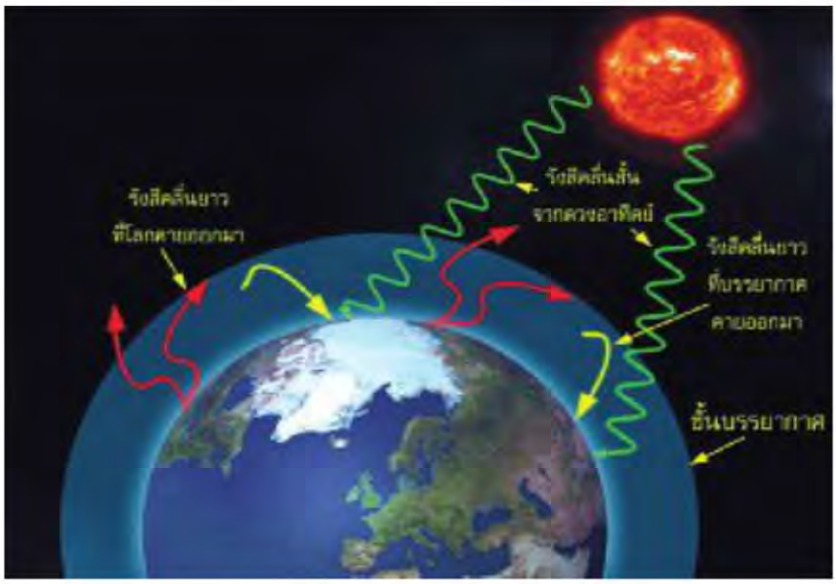
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

5.2 ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse effect)

โลกของเราได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านบรรยากาศลงมา เมื่อรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ส่องมายังผิวโลก รังสีส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับออกไปในอวกาศ และรังสีที่เหลือจะส่องผ่านชั้นบรรยากาศลงมาที่ผิวโลก ในชั้นบรรยากาศของโลกซึ่งประกอบไปด้วยแก๊สต่าง ๆ เป็นจำนวนมากนั้น จะมีแก๊สกลุ่มหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสีคลื่นยาวที่โลกปล่อยออกมา แล้วคายรังสีความร้อนนี้กลับสู่พื้นโลกอีกครั้งหนึ่งทำให้บรรยากาศใกล้พื้นผิวโลกอุ่นขึ้น กลุ่มแก๊สเหล่านี้ เรียกว่า **แก๊สเรือนกระจก** (Greenhouse gases) เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และไอน้ำ หากโลกไม่มีลักษณะของเรือนกระจกของบรรยากาศห่อหุ้มไว้ อุณหภูมิของโลกจะสูงขึ้นมากในเวลากลางวันและเย็นลงอย่างรวดเร็วในเวลากลางคืนจนสิ่งมีชีวิตไม่สามารถอาศัยอยู่และเจริญเติบโตได้ เราเรียกปรากฏการณ์ที่รังสีความร้อนถูกดูดกลืนและคายรังสีความร้อนกลับสู่ผิวโลกโดยกลุ่มแก๊สเรือนกระจกว่า **ปรากฏการณ์เรือนกระจก**

นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับการอธิบายเรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยเทียบเคียงกับการที่เรือนกระจกมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นเมื่อได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์

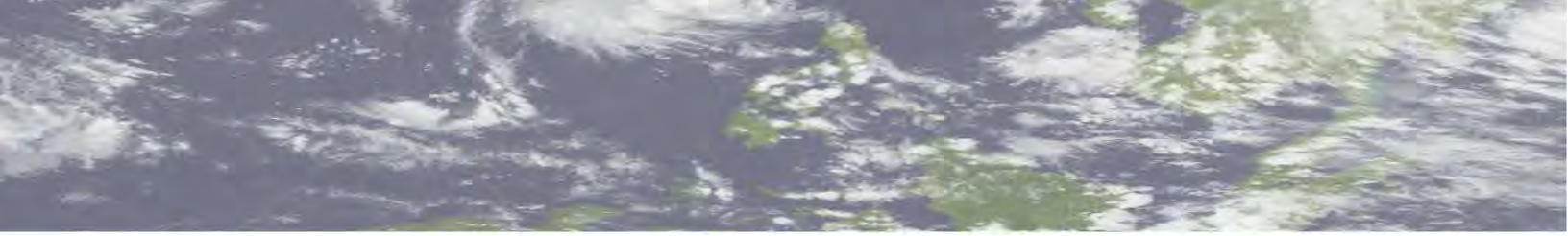
ภาพ 5.6 เรือนกระจก



ภาพ 5.7 ปรากฏการณ์เรือนกระจก

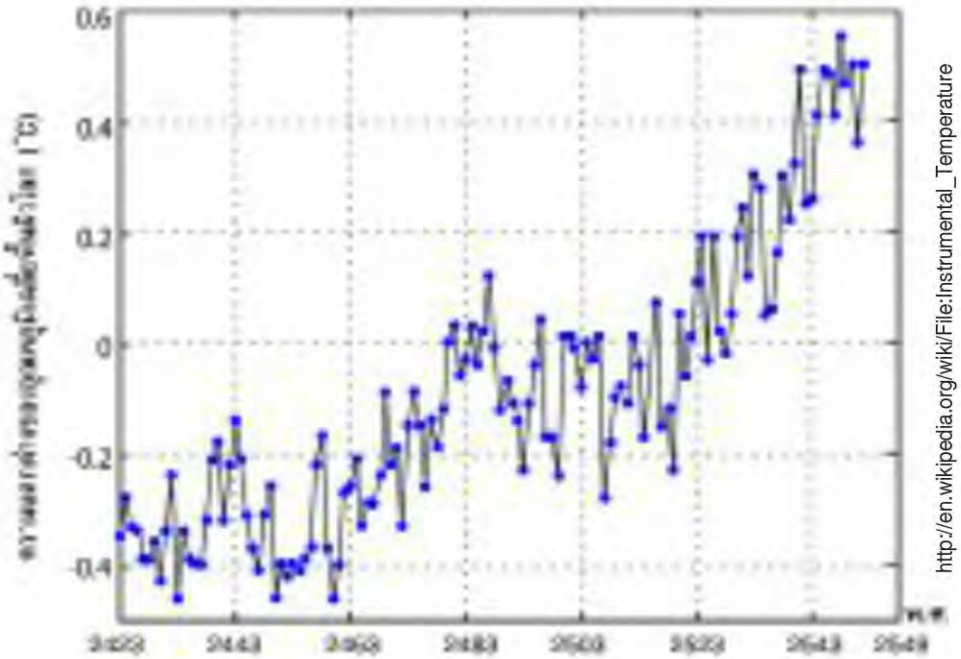
หากไม่มีแก๊สเรือนกระจก อุณหภูมิของโลกจะเปลี่ยนแปลงไปเท่าใด

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



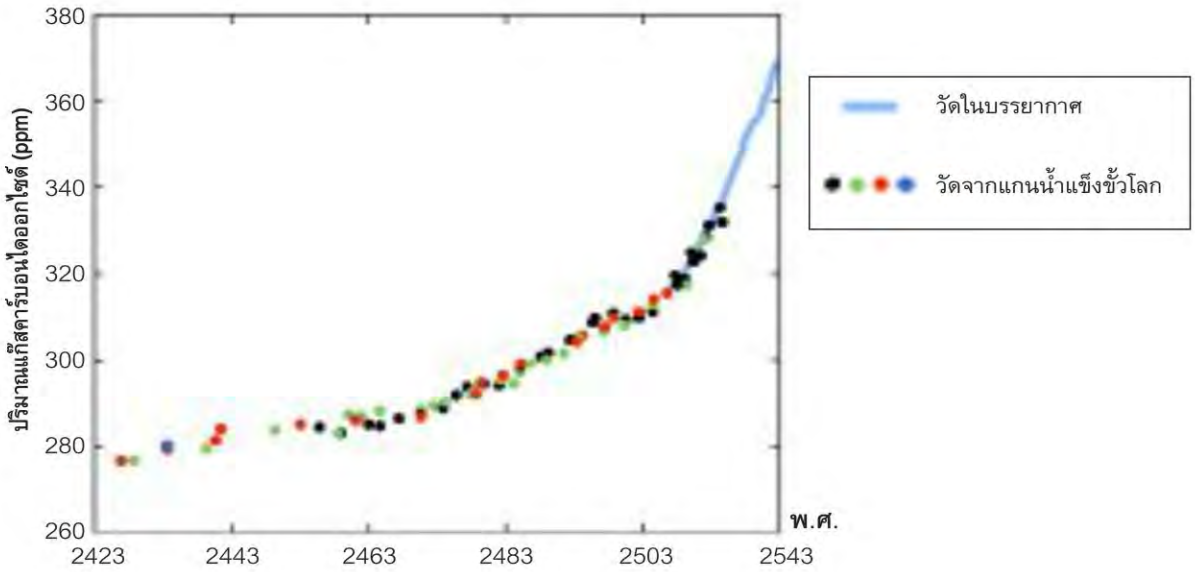
จากอดีตถึงปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกนั้นเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากปัจจัยทางธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ ในกรณีที่โลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นนั้น นักวิทยาศาสตร์ด้านภูมิอากาศพบว่าปัจจัยสำคัญน่าจะมาจากการกระทำของมนุษย์ อย่างไรก็ตาม มีความเป็นไปได้ที่ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบางอย่าง เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ ที่ทำให้เกิดการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนมหาศาลออกสู่บรรยากาศ หรือความผันแปรของการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลกมากขึ้น ทำให้โลกเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อน และอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลกได้เช่นกัน

ในปัจจุบัน หลักฐานจากงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ด้านภูมิอากาศ สนับสนุนว่ากิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ได้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การปลดปล่อยมลพิษรวมถึงแก๊สเรือนกระจกเข้าสู่ชั้นบรรยากาศในปริมาณมาก เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆ การตัดไม้ทำลายป่า ที่ทำให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้น การเกษตรแผนใหม่ การปลูกข้าวและการเลี้ยงสัตว์ในปริมาณเพิ่มมากขึ้น ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของแก๊สมีเทน หรือการทำอุตสาหกรรมของผลิตภัณฑ์ เช่น ตู้เย็น สเปรย์ และพลาสติก ที่ทำให้สารคลอโรฟลูโอโรคาร์บอนมีปริมาณสูงขึ้น กิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำให้แก๊สเรือนกระจกมีปริมาณที่สูงขึ้นเหล่านี้ นับเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นด้วย



ภาพ 5.8 ค่าผิดปกติของอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโลกที่เพิ่มขึ้นในช่วง พ.ศ. 2423 - พ.ศ. 2549 เทียบกับค่าเฉลี่ยปี พ.ศ. 2504 - พ.ศ. 2533

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



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

ภาพ 5.9 ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดในบรรยากาศ และในแกนน้ำแข็งขั้วโลก ช่วง พ.ศ. 2423 - พ.ศ. 2543

📖 จากภาพ 5.9 เหตุใดตั้งแต่ พ.ศ. 2463 แก๊สคาร์บอนได้ออกไซด์จึงเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็ว

📖 การเพิ่มขึ้นของปริมาณแก๊สเรือนกระจก ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้นได้อย่างไร

ตามที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้วว่าแก๊สเรือนกระจกนั้นมีความจำเป็นและสำคัญต่อการรักษาระดับอุณหภูมิของผิวโลก แต่นักเรียนทราบหรือไม่ว่าผลกระทบที่ตามมาจากการเพิ่มปริมาณของแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศที่จะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมนั้นมีอะไรบ้าง ให้นักเรียนลองทำกิจกรรมต่อไปนี้ เพื่อหาคำตอบ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

กิจกรรม 5.2 ผลกระทบจากปรากฏการณ์เรือนกระจก

จุดประสงค์ของกิจกรรม

สามารถสืบค้น อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

วัสดุ - อุปกรณ์

1. กระดาษปรู๊ฟ
2. ปากกาเมจิก

วิธีทำกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับผลกระทบที่ตามมาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของการที่มีแก๊สเรือนกระจกปริมาณมากในบรรยากาศ
2. เขียนแผนผังแนวคิดสรุปความรู้ที่ได้จากการอภิปรายในข้อ 1 แล้วนำเสนอและอภิปรายกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน

📖 นอกจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณแก๊สเรือนกระจกแล้ว ยังมีปัจจัยใดที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของผิวโลก

📖 เราจะมีส่วนในการช่วยลดปริมาณแก๊สเรือนกระจกได้อย่างไร

http://www.trf.or.th/RE/image/61/energy3.JPG

ภาพ 5.10 การปล่อยแก๊สต่าง ๆ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรม

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

รู้ไว้ใช่ว่า

จากการที่มีรายงานเกี่ยวกับอุณหภูมิของโลกที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ประเทศต่าง ๆ หันมาร่วมมือกัน ในการบรรเทาภาวะโลกร้อนที่กำลังเกิดขึ้น แนวทางหนึ่งคือการสร้างมาตรการทางกฎหมายใน**พิธีสารเกียวโต** (Kyoto protocol) ซึ่งเริ่มเจรจาตกลงที่เมืองเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น ตามกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change-UNFCCC) เพื่อลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกออกสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น โดยแก๊สเรือนกระจกที่ถูกควบคุมจากพิธีสารเกียวโต ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PCFs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูโอไรด์ (SF_6) สำหรับพิธีสารเกียวโตมีการเจรจาตกลงกันเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2540 และมีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

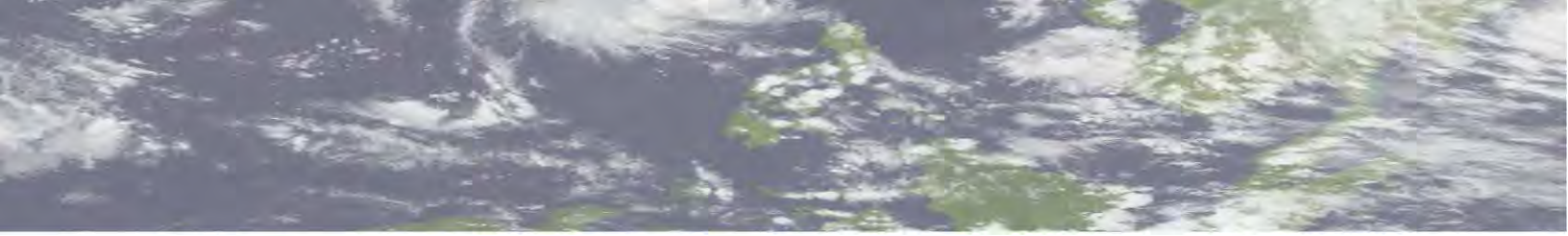
ปัจจุบันมีประเทศที่เข้าร่วมให้สัตยาบันรวม 187 ประเทศ สำหรับประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นสมาชิกเมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 โดยประเทศที่เข้าร่วมให้สัตยาบันนั้นแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มประเทศอุตสาหกรรม กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว และกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งแต่ละประเทศสมาชิกจะต้องหามาตราการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศ โดยมีเป้าหมายว่าภายในปี พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นปีที่สิ้นสุดการใช้พิธีสารเกียวโต ต้องลดปริมาณแก๊สเรือนกระจกลงให้ได้ 5.2% เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2533 นอกจากนี้ในพิธีสารเกียวโตยังใช้หลักการ “ความรับผิดชอบที่แตกต่างกัน” โดยให้กลุ่มประเทศพัฒนาเป็นผู้รับผิดชอบในระดับที่มากกว่าประเทศอื่น เนื่องจากมีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมมานานกว่า 150 ปี

อย่างไรก็ตาม ในพิธีสารเกียวโตได้กำหนดแนวทางพิเศษ เรียกว่า **คาร์บอนเครดิต** (carbon credit) ซึ่งหมายถึง การจัดสิ่งทดแทนเพื่อลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่สิ่งแวดล้อมที่ช่วยให้ประเทศพัฒนาแล้วที่ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่สิ่งแวดล้อมในปริมาณมากไม่ต้องเสียค่าปรับจำนวนมหาศาล เมื่อประเทศพัฒนาแล้วไม่สามารถลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้ จึงต้องไปช่วยเหลือประเทศกำลังพัฒนาในการลดแก๊สนี้ด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยอาจนำเทคโนโลยีสะอาดมาช่วยสร้างพลังงานทดแทน เช่น การนำพลังงานแสงอาทิตย์ แก๊สชีวภาพหรือขยะมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าแทนการใช้น้ำมันและถ่านหิน หรือการสร้างแหล่งดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon sink) ได้แก่ ป่าไม้ธรรมชาติ เป็นต้น นอกจากนี้ ประเทศพัฒนาแล้วสามารถใช้การซื้อขายคาร์บอนเครดิตกับประเทศอื่นที่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เกินปริมาณที่กำหนดไว้ ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงได้จะถูกนำมาคิดเป็นคาร์บอนเครดิตของประเทศพัฒนาแล้ว ทำให้ไม่ต้องเสียค่าปรับตามที่กำหนดในพิธีสาร

สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้จาก

http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
http://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protocol

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



- บริเวณใดของประเทศไทยที่น่าจะเป็นแหล่งที่ปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกออกมามากที่สุด เพราะเหตุใด
- ตามที่ได้เข้าร่วมให้สัตยาบันในพีธีสารเกียวโต ประเทศไทยมีแนวทางในการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกอย่างไร
- เพราะเหตุใดการซื้อขายคาร์บอนเครดิตจึงถูกเรียกว่าเป็นธุรกิจซื้อขายมลพิษ
- การซื้อขายคาร์บอนเครดิตมีข้อดี-ข้อเสียอย่างไร
- ในประเทศไทยมีการดำเนินการเกี่ยวกับคาร์บอนเครดิตบ้างหรือไม่ อย่างไร

ในปัจจุบันโลกของเรากำลังอยู่ในช่วงที่ประสบกับภาวะที่อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบริเวณโลกนั้นมีอุณหภูมิเพิ่มมากขึ้น หรือที่เรียกว่า**ภาวะโลกร้อน** (global warming) อย่างไรก็ตาม อาจมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อสมดุลของพลังงานที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบริเวณโลกนั้นมีอุณหภูมิลดต่ำลง เกิด**ภาวะโลกเย็น** (global cooling) ได้เมื่อมีปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้โลกได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์น้อยลง เช่น การมีละอองลอย (aerosol) ที่เกิดจากการเผาไหม้ชีวมวล การเผาไหม้เครื่องยนต์ จากโรงไฟฟ้าและโรงงาน หรือการระเบิดของภูเขาไฟ เป็นต้น ละอองลอยเหล่านี้จะขวางกั้นแสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านมายังโลก ทำให้อุณหภูมิของอากาศที่บริเวณผิวโลกลดต่ำลง

- เราจะมีส่วนช่วยลดการเกิดภาวะโลกร้อนและภาวะโลกเย็นได้หรือไม่ อย่างไร
- หากในอนาคตโลกของเรามีอุณหภูมิลดต่ำลง จะมีผลกระทบตามมาอย่างไรบ้าง

5.3 คลื่นความร้อน (Heat wave)

ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศอย่างผิดปกติ เรียกว่า **คลื่นความร้อน** ซึ่งส่งผลกระทบทั้งต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างมาก

คลื่นความร้อนเป็นลักษณะอากาศที่มีความร้อนสูงขึ้นกว่าปกติอย่างรวดเร็วในระยะเวลาหนึ่ง บางครั้งจะมีความชื้นในอากาศสูงร่วมอยู่ด้วย การให้คำนิยามของคำว่า คลื่นความร้อน ยังไม่เป็นที่แน่นอน เนื่องจากลักษณะของคลื่นความร้อนมักจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะอากาศปกติของพื้นที่นั้น ๆ อุณหภูมิของอากาศในบริเวณที่มีภูมิอากาศร้อนปกติอาจจะเป็นลักษณะของคลื่นความร้อนสำหรับพื้นที่ที่มีอุณหภูมิปกติค่อนข้างต่ำก็ได้ การให้คำนิยามโดยองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorolgical Organization, WMO) คืออุณหภูมิสูงสุดประจำวันเกินอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

การเกิดคลื่นความร้อนในฤดูร้อนของภูมิอากาศเขตร้อน โดยทั่วไปจะเกิดในพื้นที่ที่มีความแห้งแล้ง ปราศจากเมฆฝน เมื่อพื้นดินบริเวณกว้างได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรงอยู่ตลอดเวลา มวลอากาศแห้งและไม่มีลมพัดหลายวัน จะส่งผลให้ความร้อนในบริเวณนั้นไม่เคลื่อนที่ จึงทำให้พื้นที่นั้นยิ่งมีอุณหภูมิที่สูงต่อเนื่องต่อไป และไอร้อนจะสะสมจนกลายเป็นคลื่นความร้อน พบการเกิดคลื่นความร้อนแบบนี้ในพื้นที่ที่อยู่ในบริเวณทะเลทรายหรือพื้นที่ที่มีความแห้งแล้งมาก ในอีกกรณีหนึ่ง คลื่นความร้อนอาจเกิดจากการที่ลมแรงหอบความร้อนจากทะเลทรายหรือแถบศูนย์สูตรพัดเข้าไปในพื้นที่ที่มีอากาศเย็นกว่า ส่งผลให้อุณหภูมิในพื้นที่นั้นเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งมักเกิดในพื้นที่เขตหนาวแถบยุโรป

ในหลายประเทศของยุโรป และเอเชีย มีรายงานว่าความรุนแรงของคลื่นความร้อนได้ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตจำนวนมาก ความร้อนที่สูงขึ้นเป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยเด็ก ผู้สูงอายุ รวมถึงผู้มีปัญหาสุขภาพเกี่ยวกับหัวใจ ถือเป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบมากที่สุด เพราะร่างกายอาจไม่สามารถปรับตัวรับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ดีเท่าที่ควร ดังนั้นการตระหนักถึงภาวะเสี่ยงภัยจากคลื่นความร้อน และเข้าใจวิธีการปฏิบัติเพื่อสร้างความปลอดภัยต่อตนเองจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง

การวัดผลกระทบของคลื่นความร้อนที่มีต่อร่างกายมนุษย์ เราจะใช้หน่วย**ดรรชนีค่าความร้อน** (heat index) เป็นตัววัดที่สภาวะดังกล่าว โดยร่างกายของเราจะรู้สึกร้อนขึ้นมากกว่าอุณหภูมิจริงของอากาศ เนื่องจากมีปัจจัยของความชื้นเข้ามาเกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่ออัตราการถ่ายเทของปริมาณความร้อนระหว่างผิวหนังกับอากาศที่ล้อมรอบ

ตาราง 5.1 ตารางดรรชนีค่าความร้อน

ค่าอุณหภูมิ (°C) \ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (%)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
47	58												
43	54	58											
41	51	54	58										
40	49	51	54	58									
39	46	48	51	54	58								
38	43	46	48	51	54	58							
37	41	43	45	47	51	53	57						
36	38	40	42	44	47	49	52	56					
34	36	39	39	41	43	46	48	51	54	57			
33	34	36	37	38	41	42	44	47	49	52	55		
32	33	34	35	36	38	39	41	43	45	47	50	53	56
31	31	32	32	34	35	37	38	39	41	43	43	47	49
30	29	31	31	32	33	34	35	36	39	39	41	42	44
29	28	29	29	30	31	32	32	33	34	36	37	38	39
28	27	28	28	29	29	29	30	31	32	32	33	34	35
27	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29	30	30	31

(ข้อมูลจาก The National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA; http://www.nws.noaa.gov/om/heat/index.shtml)

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

ตาราง 5.2 ตารางแสดงค่าผลกระทบของคลื่นความร้อนที่มีต่อร่างกายมนุษย์

ลำดับขั้นความอันตราย	ดรรชนีค่าความร้อน	ผลกระทบจากคลื่นความร้อนที่มีต่อร่างกายมนุษย์
อันตรายร้ายแรง	54°C หรือมากกว่า	ลมแดด
อันตราย	41-54°C	ลมแดด และ/หรือ เพลียแดด/ตะคริวแดด/เหนื่อยล้า
แจ้งเตือนร้ายแรง	32-41°C	ลมแดด และ/หรือ เพลียแดด/ตะคริวแดด/เหนื่อยล้า
แจ้งเตือน	27-32°C	เหนื่อยล้า

หมายเหตุ ดรรชนีค่าความร้อน และผลกระทบที่มีต่อร่างกายมนุษย์ (ตาราง 5.1 และ 5.2) ไม่ได้อ้างอิงเวลา อายุ เพศ หรือเงื่อนไขอื่น ๆ ในแต่ละบุคคล
(ข้อมูลจาก The National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA; http://www.nws.noaa.gov/om/heat/index.shtml)

ดรรชนีค่าความร้อน ใช้ประโยชน์ในการเตือนภัยด้านความร้อนที่อาจก่ออันตรายต่อสุขภาพหรือรุนแรงถึงชีวิต การเทียบค่าอุณหภูมิพื้นผิว และค่าความชื้นสัมพัทธ์ในตารางดรรชนีค่าความร้อน (ตาราง 5.1) สามารถใช้พิจารณาผลกระทบจากความร้อนได้ ยกตัวอย่างเช่น

หากระดับอุณหภูมิในอากาศเท่ากับ 36°C และมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 40% เมื่อเทียบในตาราง จะแสดงดรรชนีค่าความร้อนเท่ากับ 38°C เป็นระดับความรู้สึกจริงที่ร่างกายได้รับความร้อน ซึ่งที่อุณหภูมิ 38°C นี้ถือเป็นระดับแจ้งเตือนร้ายแรง อาจส่งผลให้มีอาการลมแดด เพลียแดด ตะคริวแดดหรือเหนื่อยล้าได้

- หากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีค่าเปลี่ยนแปลง จะส่งผลอย่างไรต่อดรรชนีค่าความร้อน เพราะเหตุใด
- แนวทางการปฏิบัติตัวเพื่อความปลอดภัยจากคลื่นความร้อนมีอะไรบ้าง

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

รู้ไว้ใช่ว่า

โรคที่มีคนเป็นบ่อยในช่วงหน้าร้อน คือ **โรคลมแดด** (heat stroke) ซึ่งเป็นภาวะผิดปกติของร่างกายที่ไม่สามารถควบคุมความร้อนได้ เกิดจากความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลางเมื่อร่างกายได้รับความร้อนมากเกินไป จนทำให้อุณหภูมิในร่างกายสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ซึ่งโดยปกติแล้วร่างกายคนเราจะควบคุมอุณหภูมิภายในร่างกายไว้ที่ 37 องศาเซลเซียส และสามารถทนความร้อนได้ถึง 42 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิของร่างกายเพิ่มขึ้นสูงมาก ผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับการดูแลรักษาอย่างเร่งด่วน เนื่องจากความรุนแรงของโรคอาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้ ส่งผลให้การทำงานของระบบประสาทส่วนกลางเปลี่ยนไป

สัญญาณเตือนของโรคนี้ คือ ผู้ป่วยจะไม่มีเหงื่อออก จึงทำให้มีไข้สูงขึ้นเรื่อย ๆ วิงเวียนศีรษะ คลื่นไส้ หายใจเร็ว และอาเจียน ซึ่งอาจคล้ายกับภาวะเพลียแดดทั่วไป แต่ต่างกันที่ผู้ป่วยโรคลมแดดนั้นจะไม่มีเหงื่อออก หากพบว่าตนกำลังเกิดอาการดังกล่าวต้องหยุดการทำกิจกรรมต่าง ๆ ทันทีและรีบเข้าที่ร่ม

การช่วยเหลือผู้ป่วยในเบื้องต้นนั้น ต้องให้ผู้ป่วยนอนราบยกเท้าสูงทั้งสองข้าง ใช้ผ้าชุบน้ำเช็ดตามตัวเพื่อระบายความร้อนออกให้เร็วที่สุด

นอกจากคลื่นความร้อนจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนแล้ว คลื่นความร้อนยังส่งผลกระทบผลผลิตทางการเกษตร ก่อให้เกิดไฟป่า และน้ำท่วมอย่างฉับพลันในบางพื้นที่ได้เช่นเดียวกัน แม้ในปัจจุบันยังไม่มีรายงานเด่นชัดว่ามีการเกิดคลื่นความร้อนในประเทศไทยก็ตาม การเข้าใจถึงสาเหตุการเกิดและผลกระทบจากปรากฏการณ์ดังกล่าว จะทำให้เราเตรียมตัวตั้งรับกับภัยจากคลื่นความร้อนได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

- นักเรียนคิดว่า การเกิดคลื่นความร้อนเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของมนุษย์หรือไม่ อย่างไร
- ผลกระทบในด้านต่าง ๆ เมื่อเกิดคลื่นความร้อนมีอะไรบ้าง

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

ข่าวคลื่นความร้อน

ชาวจีนต่างหามุมหลบร้อนให้กับตัวเองในวันที่ร้อนที่สุดซึ่งอุณภูมิสูงถึง 42 องศาเซลเซียส ส่วนเจ้าหน้าที่แนะให้ประชาชนอยู่ภายในตัวอาคาร

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

หมายเหตุ ตัดทอนส่วนนำของข่าวจาก ผู้จัดการออนไลน์ วันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2548

นักเรียนคิดว่า ประเทศไทยมีแนวโน้มจะเกิดปรากฏการณ์คลื่นความร้อนได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศได้ส่งผลให้โลกของเราประสบกับภัยธรรมชาติมากมาย เช่น น้ำท่วม พายุถล่ม ภัยแล้ง ไฟไหม้ป่า เป็นต้น ซึ่งดูเหมือนว่าภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นนั้น จะเกิดถี่ขึ้นและทวีความรุนแรงมากขึ้นในหลายพื้นที่ด้วย และคงปฏิเสธไม่ได้ว่านอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติแล้ว สาเหตุสำคัญของความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศนั้นมาจากการกระทำของมนุษย์ด้วยเช่นกัน

ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ในขณะที่โลกกำลังประสบกับความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ เราซึ่งเป็นสมาชิกหนึ่งในโลกใบนี้ ควรมีการปฏิบัติตัวอย่างไร

สรุปท้ายบท

ปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดจากความผิดปกติของลมค้า และอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทย

ปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดจากแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศของโลก กักเก็บความร้อนแล้วคายความร้อนสู่ผิวโลก ทำให้อุณหภูมิของอากาศพอเหมาะต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เมื่อแก๊สเรือนกระจกมีปริมาณสูงขึ้นจนเกินสมดุลจะส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวโลกสูงขึ้น เกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และมีผลกระทบต่อวิถีชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตทั้งมวล

คลื่นความร้อน เป็นปรากฏการณ์ที่อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในพื้นที่หนึ่ง เกิดจากสะสมของความร้อนในพื้นที่ หรือมีการเคลื่อนตัวของอากาศที่ร้อนจัดเข้าสู่บริเวณพื้นที่กว้าง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

คำถามท้ายบท

1. การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา มีความสัมพันธ์กับลมค้าอย่างไร
2. มีผู้กล่าวว่า การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญที่มีความรุนแรง จะส่งผลกระทบอย่างมากต่อการทำการประมงและอุตสาหกรรมอาหาร นักเรียนคิดว่าคำพูดนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด
3. หากเกิดปรากฏการณ์ลานีญา บริเวณตอนกลางและชายฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลงและมีสภาพอากาศเป็นอย่างไร
4. ปรากฏการณ์เรือนกระจกมีประโยชน์ต่อโลกหรือไม่ อย่างไร
5. การปลูกข้าวและเลี้ยงสัตว์ ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณของแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศอย่างไร
6. นักเรียนมีส่วนทำให้แก๊สเรือนกระจกมีปริมาณเพิ่มขึ้น และลดลงได้อย่างไร ยกตัวอย่างประเด็นละ 3 ข้อ
7. เมื่อโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น จะส่งผลกระทบตามมาอย่างไรบ้าง ยกตัวอย่างอย่างน้อย 5 ข้อ
8. ดรรชนีค่าความร้อนของพื้นที่สีเขียวกับในเมืองใหญ่น่าจะมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
9. พื้นที่แบบใดที่สามารถประสบภัยจากคลื่นความร้อนได้
10. ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ลานีญา ภาวะโลกร้อน และคลื่นความร้อน ปรากฏการณ์ใดบ้างที่สามารถพยากรณ์การเกิดล่วงหน้าได้ เพราะเหตุใด

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

บทที่ 6
การพยากรณ์อากาศ

หากจะกล่าวว่า ชีวิตประจำวันของมนุษย์อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมฟ้าอากาศ ก็คงไม่มีใครโต้แย้ง เพราะไม่ว่าจะเป็นเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การประมง การค้าขาย การกีฬา หรืออีกหลาย ๆ กิจกรรม ล้วนแต่มีส่วนเกี่ยวข้องกับลมฟ้าอากาศทั้งสิ้น ดังนั้นข้อมูลเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมบนโลก

ภาพ 6.1 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ

ด้วยเหตุนี้ มนุษย์จึงต้องหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อทราบถึงสภาพอากาศที่จะเกิดขึ้นในแต่ละวัน รวมทั้งสามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า ซึ่งเรียกว่า การพยากรณ์อากาศ ในสมัยก่อนคนโบราณมักจะอาศัยประสบการณ์จากการสังเกตลักษณะอากาศโดยใช้สิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว เช่น ถ้าลูกสนกางออกแสดงว่าอากาศชื้น ถ้าท้องฟ้ากลายเป็นแดงส้มในตอนเช้าหรือหลังดวงอาทิตย์ตกดินไปแล้ว ที่ชาวบ้านเรียกว่าอุกาฟ้าเหลือง แสดงว่าจะเกิดพายุใหญ่และมรสุม เป็นต้น

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

ปัจจุบันมนุษย์ได้นำวิทยาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาช่วยในการพยากรณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด การที่จะพยากรณ์อากาศได้ต้องมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ทราบสภาวะอากาศปัจจุบันและสามารถผสมผสานองค์ประกอบทั้งสองเข้าด้วยกันเพื่อคาดหมายการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

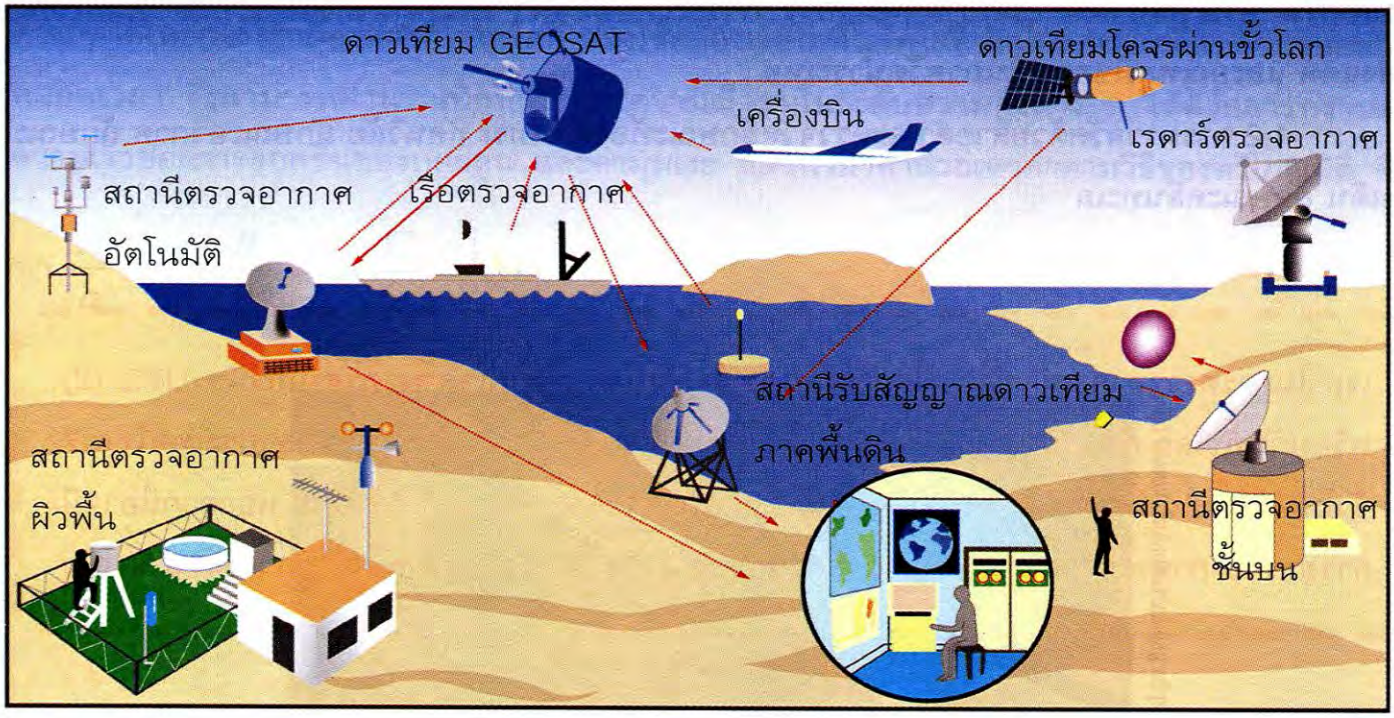
การที่จะพยากรณ์อากาศในบริเวณใดบริเวณหนึ่งต้องใช้ข้อมูลผลการตรวจอากาศในบริเวณนั้นร่วมกับผลการตรวจอากาศจากบริเวณที่อยู่โดยรอบ เพราะปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลผลการตรวจอากาศระหว่างประเทศ เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการพยากรณ์อากาศ

6.1 การตรวจอากาศ

การเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศทำให้เกิดลักษณะลมฟ้าอากาศต่าง ๆ กัน ดังนั้นการที่จะทราบการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศตลอดเวลาเพื่อนำข้อมูลมาคำนวณ และพยากรณ์อากาศต่อไปนั้นจะต้องมีการตรวจอากาศประจำวันอยู่เสมอ มีการรวบรวมผลการตรวจอากาศของสถานีตรวจอากาศทั้งภายในประเทศและประเทศใกล้เคียง นำมาเขียนลงในแผนที่อากาศ เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง และการพยากรณ์อากาศต่อไป

การตรวจอากาศจะตรวจทุกชั่วโมงหรือน้อยกว่า ทุกวันติดต่อกันเป็นเดือนเป็นปีต่อเนื่อง เพื่อนำข้อมูลนั้นมาใช้วิเคราะห์หาสภาวะอากาศในช่วงเวลานั้น เขียนเป็นแผนที่อากาศปัจจุบัน นอกจากนั้นยังนำค่าเหล่านี้ไปหาค่าทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ทั้งค่าเฉลี่ยปานกลาง สูงสุด และต่ำสุด ทำเป็นแผนที่ภูมิอากาศหรือลมฟ้าอากาศประจำถิ่นของภาคต่าง ๆ การตรวจอากาศอาจทำได้โดยใช้เจ้าหน้าที่เครื่องมือตรวจอากาศแบบอัตโนมัติและไม่อัตโนมัติ และการหยั่งข้อมูลระยะไกล

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=63

ภาพ 6.2 การตรวจวัดอากาศ

ข้อมูลตรวจอากาศแบ่งออกเป็น ข้อมูลตรวจอากาศผิวพื้น (surface observation) และข้อมูลตรวจอากาศชั้นบน (upper-air observation) ตามข้อตกลงขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก ซึ่งมีวิธีการตรวจอากาศ ดังต่อไปนี้

1. การตรวจอากาศผิวพื้น

การตรวจอากาศผิวพื้น หมายถึง การตรวจวัดสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของลมฟ้าอากาศตามเวลาที่กำหนดให้บริเวณบรรยากาศใกล้พื้นโลก การตรวจอากาศจะใช้ทั้งเครื่องมือ และสายตา ดังนี้

[1]องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization) ก่อตั้งในปี ค.ศ. 1878 เป็นหน่วยงานชำนัญพิเศษของสหประชาชาติ มีหน้าที่ประสานงานเชื่อมโยงเครือข่ายข้อมูลเกี่ยวกับจากประเทศสมาชิกทั่วโลก 145 ประเทศหรือเขตปกครองอิสระ เครือข่ายนี้เรียกว่า World Weather Watch ที่ประกอบด้วยสถานีตรวจอากาศพื้นทวีปกว่า 4000 สถานี เรือที่รายงานข้อมูลตรวจอากาศกว่า 7000 ลำ และข้อมูลจากสถานีปล่อยเครื่องวิทยุหยั่งอากาศ กว่า 1000 สถานี นอกจากนี้ยังมีรายงานการตรวจอากาศจากเครื่องบินและดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลตรวจอากาศเหล่านี้ถูกรวบรวมแลกเปลี่ยนระหว่างหน่วยงานอุตุนิยมวิทยาชาติต่าง ๆ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

1.1 การตรวจด้วยเครื่องมือจะตรวจวัดความกดอากาศ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ลมผิวพื้น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิจุดน้ำค้าง การระเหยของน้ำ อุณหภูมิใต้ดิน ระยะยาวนานของแสงแดด และอุณหภูมิของน้ำในถาดวัดน้ำระเหย

1.2 การตรวจวัดด้วยสายตา จะตรวจวัดลักษณะท้องฟ้า เมฆ ทัศนวิสัย ลักษณะอากาศ ลักษณะพื้นดิน ลักษณะคลื่นทะเล

เวลาในการตรวจอากาศผิวพื้น เพื่อการพยากรณ์จะต้องตรวจตามเวลามาตรฐานกรีนิช UTC (Z) พร้อมกันทั่วโลก คือ เวลา 0000 0600 1200 และ 1800 UTC (Z) ซึ่งช้ากว่าเวลาประเทศไทย 7 ชั่วโมง ดังนั้นในประเทศไทยจึงตรวจอากาศเวลา 0700 1300 1900 และ 2300 น. นอกจากนี้อาจมีการตรวจอากาศระหว่าง 0300 0900 1500 และ 2100 UTC (Z) คือ ตรวจอากาศทุก 3 ชั่วโมง

2. การตรวจอากาศชั้นบน

การตรวจอากาศชั้นบน เพื่อหาสารประกอบอุตุนิยมวิทยาในระดับความสูงต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์เสถียรภาพของบรรยากาศ ณ สถานที่ที่มีการตรวจวัด ในการตรวจอากาศชั้นบนจะใช้เครื่องมือ คือ เครื่องวิทยุหยั่งอากาศ เครื่องเรวินด์ และไพลอตบอลลูน

2.1 การตรวจอากาศชั้นบนด้วยเครื่องส่งวิทยุหยั่งอากาศ เป็นเครื่องส่งวิทยุขนาดเล็ก บรรจุภายในกล่องพร้อมเครื่องมือวัดความกดอากาศ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จะส่งผลการตรวจอากาศและระดับความสูงมายังเครื่องรับสัญญาณ และส่งต่อไปยังเครื่องบันทึก ทั้งนี้ก่อนการปล่อยเครื่องวิทยุหยั่งอากาศทุกครั้ง ต้องมีการสอบเทียบเครื่องมือเสียก่อน แล้วจึงนำเครื่องวิทยุหยั่งอากาศไปผูกติดกับบอลลูนขนาดใหญ่แล้วปล่อยขึ้นไปในอากาศต่อไป

ถ้านักเรียนต้องการสอบเทียบแอนนิรอยด์บารอมิเตอร์ เครื่องวัดอุณหภูมิ และเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ที่บรรจุไว้ในกล่องของเครื่องส่งวิทยุหยั่งอากาศ นักเรียนจะสอบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานใด

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

นอกจากนี้เครื่องส่งวิทยุหยั่งอากาศยังสามารถตรวจทิศทางและความเร็วลมในระดับความสูงต่าง ๆ ได้โดยการใช้กล้องส่องทีโอโดไลท์ หรือใช้กล้องเรดิโอทีโอโดไลท์ ติดตามการเคลื่อนที่ของบอลลูนตลอดเวลา จึงสามารถคำนวณทิศทาง และความเร็วลมในระดับความสูงต่าง ๆ ได้ด้วยการทราบค่าความเร็วของการลอยขึ้นของบอลลูน และค่ามุมเงย แล้วนำมาคำนวณหาค่าตามวิธีของตรีโกณมิติ คือ

$$\sin \frac{A}{a} = \sin \frac{B}{b} = \sin \frac{C}{c}$$

http://www.cmmet.tmd.go.th/instrument/instruments.php

ภาพ 6.3 กล้องทีโอโดไลท์

2.2 การตรวจอากาศชั้นบนด้วยเครื่องเรวินด์ คือ เครื่องวิทยุหยั่งอากาศขนาดเล็ก ย่านความถี่ 403 MHz มีเฉพาะเครื่องส่งสัญญาณเพียงอย่างเดียวผูกติดไปกับบอลลูน จึงตรวจได้เฉพาะทิศทางและความเร็วลมชั้นบนเท่านั้น โดยใช้คู่กับกล้องทีโอโดไลท์

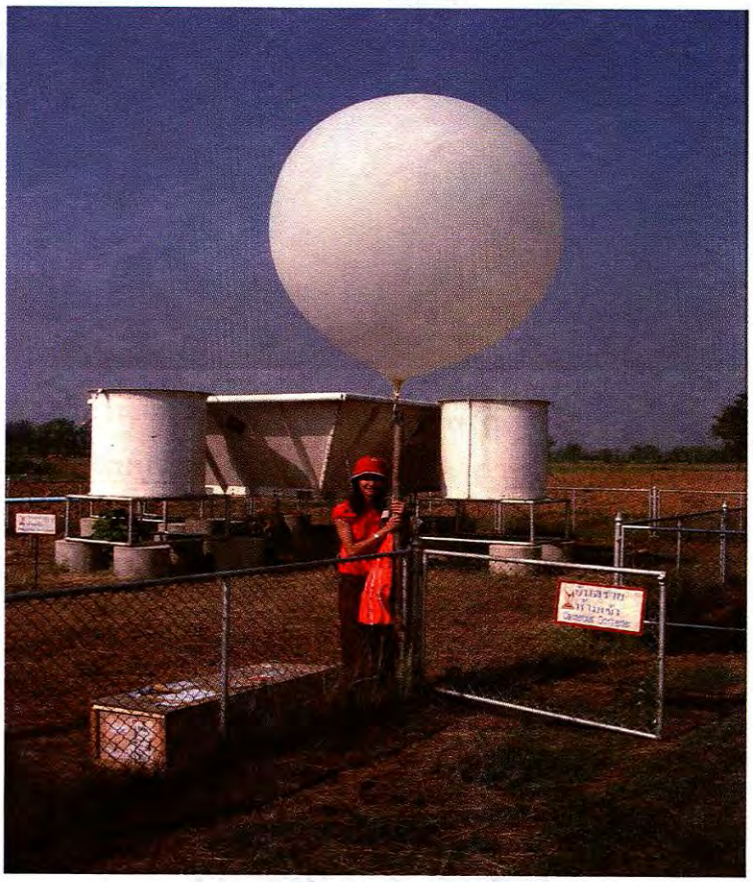
http://www.cmmet.tmd.go.th/instrument/instruments.php

ภาพ 6.4 เครื่องเรวินด์

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

2.3 การตรวจอากาศชั้นบนด้วยไพลอตบอลลูนหรือไพบอล เพื่อตรวจสอบความเร็วและทิศทางลมในระดับความสูงใช้ควบคู่กับกล้องทีโอโดไลท์ แล้วคำนวณหาค่าออกมาโดยจะปล่อยบอลลูนสีต่าง ๆ ตามสภาพอากาศ เช่น

- บอลลูนสีขาว ใช้เวลาที่ท้องฟ้าโปร่ง อากาศแจ่มใส
- บอลลูนสีเหลือง ส้ม แดง ใช้เวลาที่มีเมฆกระจายเต็มท้องฟ้า มองเห็นท้องฟ้าเป็นสีขาว หรือสีเทา
- บอลลูนสีดำหรือสีน้ำเงิน ใช้เวลาที่มีเมฆมาก โดยเฉพาะเมฆชั้นต่ำ หรือเมฆชั้นกลางเต็มท้องฟ้า



บุศราศิริ ธนะ

ภาพ 6.5 ไพลอตบอลลูน

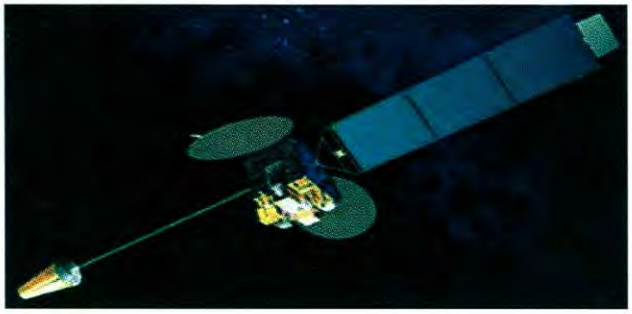
เพราะเหตุใดจึงต้องปล่อยบอลลูนสีต่าง ๆ ในสภาพอากาศที่แตกต่างกัน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

นอกจากการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่กล่าวมาในการตรวจอากาศแล้ว ยังมีเครื่องมือที่ทันสมัย สามารถให้ข้อมูลครอบคลุมบริเวณกว้างและรวดเร็วกว่าเดิม คือ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา และเรดาร์ ซึ่งมีวิธีการตรวจดังนี้

3. การตรวจอากาศด้วยดาวเทียม

ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาประเภทอยู่ประจำที่ ซึ่งเป็นดาวเทียมที่โคจรพร้อมกับการโคจรรอบตัวเองของโลกใช้เวลา 24 ชั่วโมง ด้วยความเร็วและทิศทางเดียวกับที่โลกหมุนรอบตัวเอง โดยอยู่ห่างจากโลกประมาณ 36,000 กิโลเมตร เช่น ดาวเทียม MT-SAT ของประเทศญี่ปุ่น และดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาประเภทโคจรผ่านขั้วโลก เช่น ดาวเทียม NOAA ของประเทศสหรัฐอเมริกา (ปัจจุบันเป็น NOAA-19 ส่วนปี 2554 นี้จะปล่อย 2 ดวงคือ NPP และ NPOESS-C1) *ศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ http : // noaasis-noaa.gov/NOAASIS/genlsatl.html)



ภาพ 6.6 ดาวเทียม MT-SAT-1R

ภาพ 6.7 ดาวเทียมโนอาร์ 19

http://www.space.mict.go.th/knowledge/GEOSAT/MTsat-1R.doc

ดังนั้นดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาจึงมีประโยชน์ คือ

1. ติดตามการเคลื่อนตัว ความรุนแรง และความเร็วลมสูงสุดของพายุหมุนเขตร้อน
2. พยากรณ์ตำแหน่งของพายุหมุนเขตร้อนได้ล่วงหน้าหลายวัน
3. ติดตามการเปลี่ยนตำแหน่ง จำนวน และชนิดของเมฆ
4. วิเคราะห์ประมาณค่าอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิจุดน้ำค้างแต่ละระดับความสูง
5. วิเคราะห์คำนวณหาปริมาณน้ำฝนโดยประมาณ
6. ตรวจหาข้อมูลสภาวะอากาศในบริเวณกว้างและรวดเร็ว
7. ให้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบริเวณกว้าง แม้ไม่มีสถานีตรวจอากาศ เช่น ตามท้องทะเล มหาสมุทร ถิ่นทุรกันดาร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

4. การตรวจอากาศด้วยเรดาร์

http://www.lib.ubu.ac.th/ubonnetwork/ubm2003/agri/utuniyom_2.html

ภาพ 6.8 การตรวจอากาศด้วยเรดาร์

เรดาร์ มีหลักการทำงานโดยการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ออกไปกระทบวัตถุ แล้วสะท้อนกลับมายังเครื่องรับเพื่อบอกสมบัติและระยะของวัตถุที่ไปกระทบ การตรวจอากาศด้วยเรดาร์มีประโยชน์ดังนี้

1. ตรวจหาพื้นที่ของฝนที่กำลังตก ทราบความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของกลุ่มฝน ความแรงและแนวโน้มของกลุ่มฝน

2. วัดความแรงและปริมาณน้ำฝน โดยตรวจจากคลื่นเรดาร์ที่สะท้อนกลับมา และสามารถคำนวณหาปริมาณน้ำฝนและทัศนวิสัยขณะนั้น

3. หาตำแหน่งและทิศทางของพายุ ทำให้สามารถพยากรณ์และออกคำเตือนได้ถูกต้อง ซึ่งเป็นประโยชน์ในการบิน

4. ช่วยในการวิเคราะห์แผนที่อากาศและลักษณะอากาศ

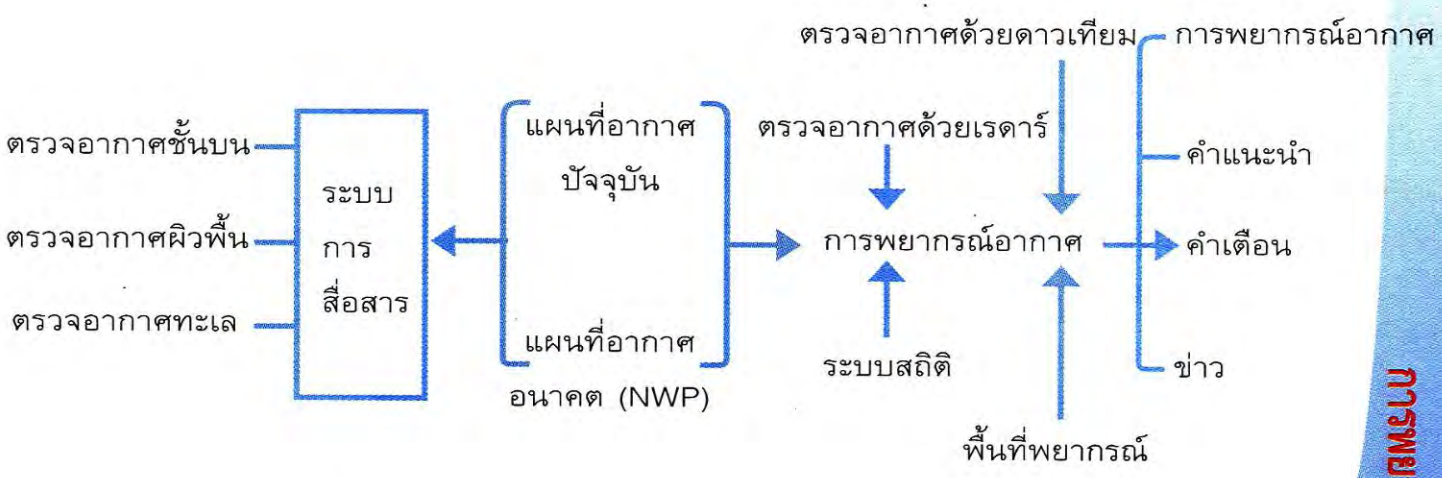
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

ปัจจุบันมีเรดาร์ตรวจอากาศอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า เรดาร์ชนิดคอปเปลอร์ อาศัยหลักการความแตกต่างของคลื่นสะท้อนกลับจากวัตถุที่เคลื่อนที่ออกและคลื่นสะท้อนกลับจากวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าหาเรดาร์ ทำให้สามารถบอกทิศทางการเคลื่อนที่ของพายุหมุนได้

ปัจจุบันประเทศไทยมีสถานีเรดาร์อยู่ที่ใดบ้าง

6.2 ขั้นตอนในการพยากรณ์อากาศ

เมื่อมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของลมฟ้าอากาศ และมีข้อมูลผลการตรวจอากาศแล้ว สิ่งที่ต้องทำต่อไป คือ การวิเคราะห์ข้อมูลผลการตรวจอากาศเพื่อให้ทราบลักษณะอากาศปัจจุบัน และการคาดหมายการเปลี่ยนแปลงของลักษณะอากาศที่กำลังเกิดขึ้น ว่าบริเวณที่จะพยากรณ์นั้นจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของปรากฏการณ์แบบใด แล้วจึงจัดทำคำพยากรณ์อากาศโดยพิจารณาจากลักษณะลมฟ้าอากาศที่สัมพันธ์กับปรากฏการณ์นั้น ๆ การพยากรณ์อากาศมีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การตรวจอากาศเพื่อให้ทราบสภาวะอากาศปัจจุบัน การสื่อสารเพื่อรวบรวมข้อมูลผลการตรวจอากาศ และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการคาดหมาย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังแผนภาพ 6.9



ภาพ 6.9 แผนผังการตรวจอากาศและกระบวนการพยากรณ์อากาศ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

การพยากรณ์อากาศนั้นอาจเป็นการคาดหมายสำหรับช่วงเวลาไม่กี่ชั่วโมงข้างหน้า จนถึงการคาดหมายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอีกหลายปีจากปัจจุบัน นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด นักอุตุนิยมวิทยาจึงได้แบ่งระยะเวลาในการพยากรณ์เป็นหลายช่วง และแต่ละช่วงมีความสำคัญหรือประโยชน์แตกต่างกันอย่างไร

6.3 วิธีการพยากรณ์อากาศ

การพยากรณ์อากาศมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีความเหมาะสมกับสภาพอากาศที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. การพยากรณ์อากาศด้วยวิธีแนวโน้ม เป็นการพยากรณ์อากาศโดยใช้ทิศทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ของระบบลมฟ้าอากาศที่กำลังเกิดขึ้น เพื่อคาดหมายว่าในอนาคตระบบดังกล่าวจะเคลื่อนที่ไปอยู่ ณ ตำแหน่งใด วิธีนี้ใช้ได้ดีกับระบบลมฟ้าอากาศที่ไม่มีการเปลี่ยนความเร็ว ทิศทาง และความรุนแรงในช่วงเวลาที่พยากรณ์มักใช้วิธีนี้สำหรับการพยากรณ์ฝนในระยะเวลาไม่เกินครึ่งชั่วโมง

2. การพยากรณ์อากาศด้วยวิธีภูมิอากาศหรือทางสถิติ คือ การคาดหมายโดยใช้ค่าเฉลี่ยจากสถิติภูมิอากาศหลาย ๆ ปี ใช้ได้ดีเมื่อลักษณะของลมฟ้าอากาศมีสภาพใกล้เคียงกับสภาวะปกติของช่วงฤดูกาลนั้น ๆ มักใช้สำหรับการพยากรณ์ระยะนาน

3. การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการใช้คอมพิวเตอร์คำนวณการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาวะของลมฟ้าอากาศ โดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลข (numerical model) ซึ่งเป็นการจำลองบรรยากาศและพื้นผิวโลก ข้อจำกัดของวิธีนี้ คือ แบบจำลองไม่มีรายละเอียดครบถ้วนเหมือนธรรมชาติจริง

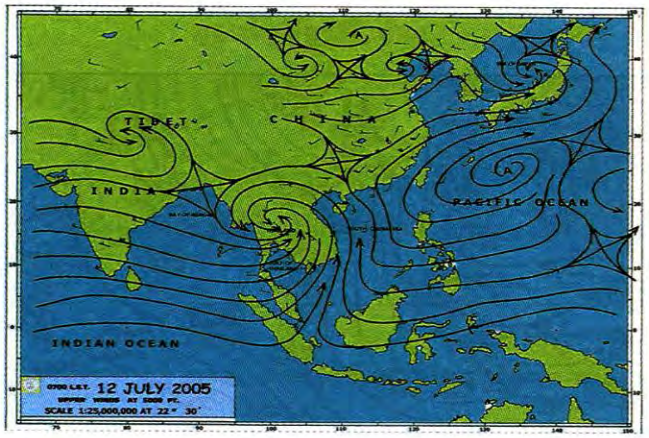
ในทางปฏิบัตินักพยากรณ์อากาศมักใช้วิธีการพยากรณ์อากาศหลายวิธีร่วมกันตามความเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลการพยากรณ์ที่ถูกต้องแม่นยำที่สุดเท่าที่จะทำได้ แม้ว่าในปัจจุบัน การพยากรณ์อากาศจะก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว แต่การพยากรณ์อากาศอาจมีความผิดพลาดซึ่งอาจหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะาพอากาศนั้นมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

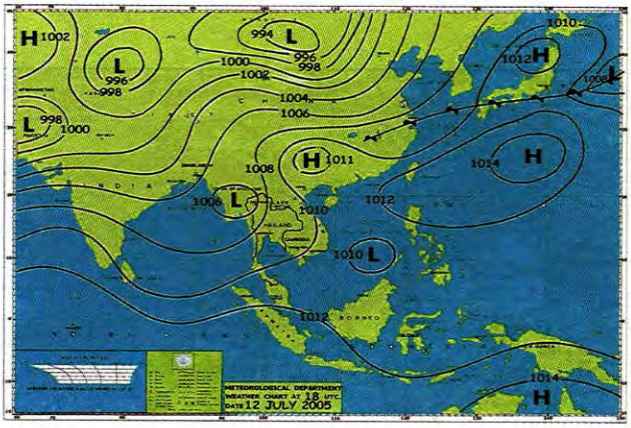
นักเรียนคิดว่าความผิดพลาดในการพยากรณ์อากาศมีสาเหตุมาจากสิ่งใด และมีเมผิดพลาดใดที่อาจเกิดขึ้นได้บ้าง

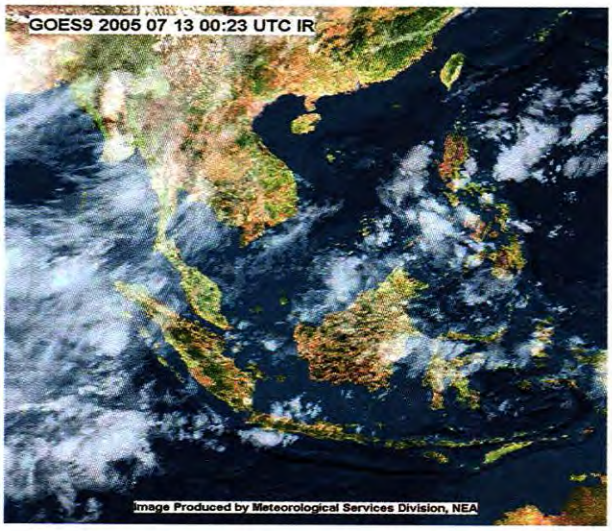
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

6.4 แผนที่อากาศ

ในการพยากรณ์อากาศข้อมูลที่สำคัญที่นักพยากรณ์อากาศใช้ประกอบการพิจารณา คือ แผนที่อากาศผิวพื้น แผนที่ลมชั้นบนในระดับต่าง ๆ นอกจากนี้ยังอาศัยข้อมูลจากผลการตรวจอื่น ๆ ประกอบ เช่น ข้อมูลจากผลการหยั่งอากาศโดยการปล่อยบอลลูนหยั่งอากาศ ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น





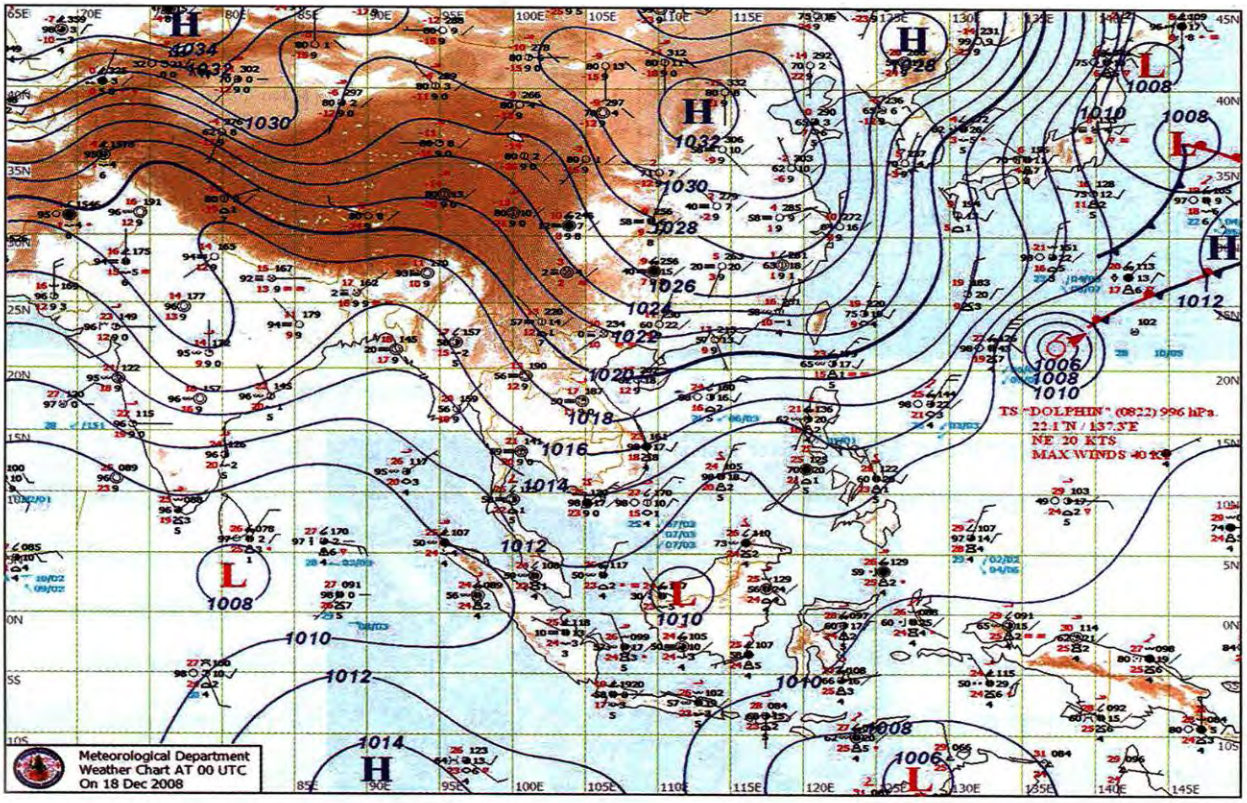


ภาพ 6.10 ก. แผนที่ลมชั้นบน ระดับ 5,000 ฟุต
ข. แผนที่อากาศ
ค. ภาพถ่ายสภาพอากาศจากดาวเทียม GOES9

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

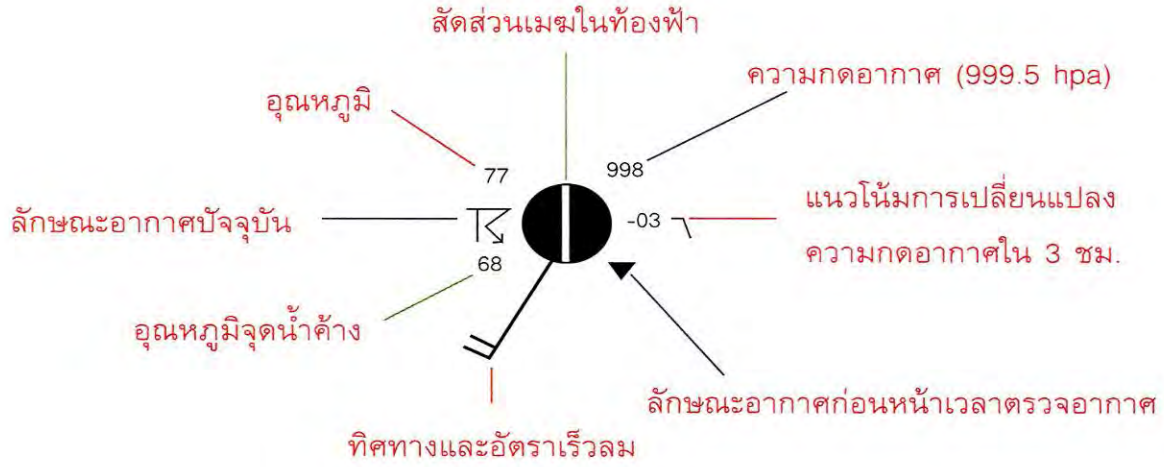
นอกจากนี้นักอุตุนิยมวิทยาจะอาศัยข้อมูลอื่น ๆ ประกอบถ้าต้องพยากรณ์ในลักษณะเฉพาะ เช่น การพยากรณ์อากาศเพื่อการบิน การพยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร การพยากรณ์คลื่นลมในทะเล เป็นต้น หรือถ้าต้องพยากรณ์อากาศในพื้นที่เล็กลงก็จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่มีรายละเอียดเพิ่มขึ้นเช่นกัน

แบบการแสดงข้อมูลของสถานีตรวจอากาศผิวพื้น (station model) เป็นการแสดงข้อมูลตรวจอากาศที่ตรวจวัดได้ ณ สถานีนั้น ในรูปสัญลักษณ์หรือตัวเลข เพื่อแสดงในแผนที่อากาศผิวพื้น ทำให้ทราบลักษณะอากาศ ณ สถานีนั้น ๆ ณ เวลาที่มีการตรวจวัด และเมื่อข้อมูลของสถานีต่าง ๆ ถูกแสดงลงไปในแผนที่อากาศ ทำให้สามารถวิเคราะห์ลักษณะอากาศในบริเวณกว้างได้ ดังภาพ 6.11



ภาพ 6.11 แผนที่อากาศ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



ภาพ 6.12 สัญลักษณ์แสดงข้อมูลที่สถานีตรวจอากาศผิวพื้น (station model)

ข้อมูลที่สถานีตรวจอากาศ

จากภาพ 6.11 จะพบข้อมูลที่สถานีตรวจอากาศผิวพื้นต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย

1. สัดส่วนเมฆในท้องฟ้า (cloud cover) ในหน่วยของ 1/8, 2/8,...8/8 โดยระบายลงไปในวงกลมตรงกลางสถานี ในกรณีท้องฟ้าโปร่งจะปล่อยว่างไว้ (หรือ 1/10, 2/10, ...10/10)

2. อุณหภูมิ ในหน่วยเซลเซียส (C) ในสหรัฐอเมริกาใช้หน่วยฟาเรนไฮต์ (F)

3. อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (dew-point temperature) ในหน่วยเซลเซียส (C) ในสหรัฐอเมริกาใช้หน่วยฟาเรนไฮต์ (F)

4. ทิศลม เป็นเส้นลูกศรลากจากวงกลม ชี้ไปในทิศที่ลมพัดเข้ามายังสถานี

5. อัตราเร็วลม ใช้หน่วยนอต (knot) เขียนเป็นขีดที่ปลายทิศลม ขีดหนึ่งประมาณ 10 นอต ครึ่งขีดประมาณ 5 นอต หากเป็นรูปสามเหลี่ยมหมายถึงประมาณ 50 นอต เป็นต้น

6. ลักษณะอากาศปัจจุบัน เป็นลักษณะอากาศที่ตรวจได้ในปัจจุบัน ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเล (sea-level presessure) เป็นค่าความกดอากาศที่ตรวจวัดได้แล้วที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลที่สถานีตั้งอยู่ แล้วปรับสู่ระดับน้ำทะเล โดยใช้ตัวเลข 3 หลักหลัง ในหน่วยหลักทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง ของ hPa หรือ mb

7. การเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศ/แนวโน้ม ปริมาณการเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศใน 3 ชั่วโมงที่ผ่านมาในหน่วยหลักสิบของ hPa และลักษณะแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ผ่านมาเป็นประโยชน์มากในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของระบบความกดอากาศต่ำ/สูง แนวปะทะอากาศในเขตอบอุ่นและการเคลื่อนตัวของพายุหมุนเขตร้อนในการวิเคราะห์อากาศในเขตร้อน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

8. หยาดน้ำฟ้า ปริมาณหยาดน้ำฟ้า เช่น ฝน ในหน่วย มิลลิเมตร (ในสหรัฐอเมริกา ใช้หน่วยทศนิยม 2 ตำแหน่งของหน่วยนิ้ว)

นอกจากนี้ยังมีสัญลักษณ์ใช้แสดง หย่อมความกดอากาศสูง (high pressure area, H) หรือแอนติไซโคลน (anticyclone) ซึ่งหมายถึง บริเวณที่มีความกดอากาศสูงกว่าบริเวณใกล้เคียงที่อยู่รอบ ๆ และบริเวณความกดอากาศต่ำ (low pressure area, L) คือ บริเวณที่มีความกดอากาศต่ำกว่าบริเวณใกล้เคียงที่อยู่รอบ ๆ

หย่อมความกดอากาศสูงและบริเวณความกดอากาศต่ำ มีลักษณะอากาศเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ฟ้าหลัว หมายถึง ลักษณะของอากาศที่ประกอบด้วยอนุภาคของเกลือจากทะเลหรือมหาสมุทร หรือของควันไฟและละอองฝุ่นจำนวนมากมายลอยอยู่ทั่วไปและมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ทำให้มองเห็นอากาศเป็นฝ้าขาว ในบรรยากาศที่มีฟ้าหลัวเกิดขึ้นจะทำให้ทัศนวิสัยลดลงแม้ในอากาศดี ฟ้าหลัวธรรมดาจะทำให้ทัศนวิสัยลดลงไปถึง 2 ใน 3 ของทัศนวิสัยปกติ

ลมพัดสอบ หมายถึง การเบียดตัวเข้าหากันของลม 2 ฝ่ายบริเวณใกล้พื้นโลกทำให้อากาศบริเวณนี้ยกตัวสูงขึ้นและมักมีเมฆฝนเกิดขึ้นในแนวที่อากาศเบียดตัว

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

กิจกรรมที่ 6.1 แผนที่อากาศ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายสัญลักษณ์บนแผนที่อากาศที่สำคัญ
2. วิเคราะห์แผนที่อากาศ และอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลการตรวจอากาศ
3. วิเคราะห์ และอภิปรายข้อมูลการตรวจอากาศพร้อมกับเกณฑ์ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ และนำมาสร้างเป็นคำพยากรณ์อากาศ

วัสดุ-อุปกรณ์

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

วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. ให้แต่ละกลุ่มเลือกข้อมูลที่สถานีตรวจอากาศพื้นผิว ณ จุดใดจุดหนึ่ง จากแผนที่อากาศ ของวันใดวันหนึ่ง
2. แปลความหมายข้อมูลสภาพอากาศ ตามที่ศึกษาจากใบความรู้เรื่องการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ
3. ให้นักเรียนนำผลการแปลข้อมูลไปติดไว้รอบ ๆ ห้อง และให้แต่ละกลุ่มเวียนกัน พิจารณาผลการวิเคราะห์ของกลุ่มอื่น ๆ จนครบทุกกลุ่ม โดยใช้เวลาในการพิจารณากลุ่มละ 5 นาที หากนักเรียนมีข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะให้เขียนไว้ที่กระดาษของกลุ่มนั้น ๆ

ตอนที่ 2

1. ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลการตรวจอาาศ ณ สถานีตรวจอากาศผิวพื้นรอบ ๆ บริเวณที่กำหนดให้ จำนวน 3 สถานี
   - บริเวณที่ 1 หย่อมความกดอากาศต่ำ
   - บริเวณที่ 2 บริเวณความกดอากาศสูง
   - บริเวณที่ 3 แนวปะทะอากาศ
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลการตรวจอากาศแต่ละบริเวณว่าแตกต่างกันอย่างไร
3. ศึกษาคำพยากรณ์อากาศของแผนที่อากาศที่ศึกษาว่า ลักษณะแผนที่อากาศดังกล่าวจะมีสภาพอากาศทั่วไปเป็นอย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

กิจกรรม 6.1 แผนที่อากาศ (ต่อ)

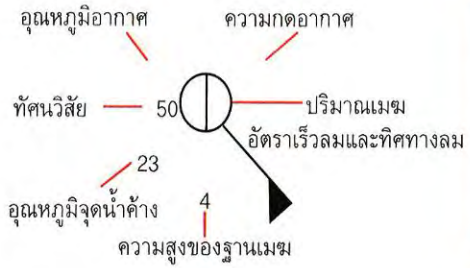
ตอนที่ 3

1. ศึกษาแผนที่อากาศต่อเนื่องกัน 2 วัน พร้อมกับคำพยากรณ์อากาศ และใบความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการพยากรณ์อากาศ
2. ศึกษาแผนที่อากาศต่อเนื่องในวันที่ 3 แล้วสร้างคำพยากรณ์ของนักเรียน
3. เปรียบเทียบคำพยากรณ์ของตนเองกับคำพยากรณ์จากกรมอุตุนิยมวิทยาว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

ใบความรู้ การแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ

อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ค่าที่ได้เป็นองศาเซลเซียส



ความกดอากาศ

ตัวเลขมากกว่า 500 ใส่ทศนิยม 1 ตำแหน่ง และเติมเลข 9 หน้าตัวเลข เช่น 998 คือ 998.8 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 ค่าที่ได้เป็นกิโลเมตร เช่น 49 คือ ทัศนวิสัย 4.9 กิโลเมตร ถ้าเป็น 67 คือ 67 – 50 เป็น ทัศนวิสัย 17 กิโลเมตร

อัตราเร็วลม

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

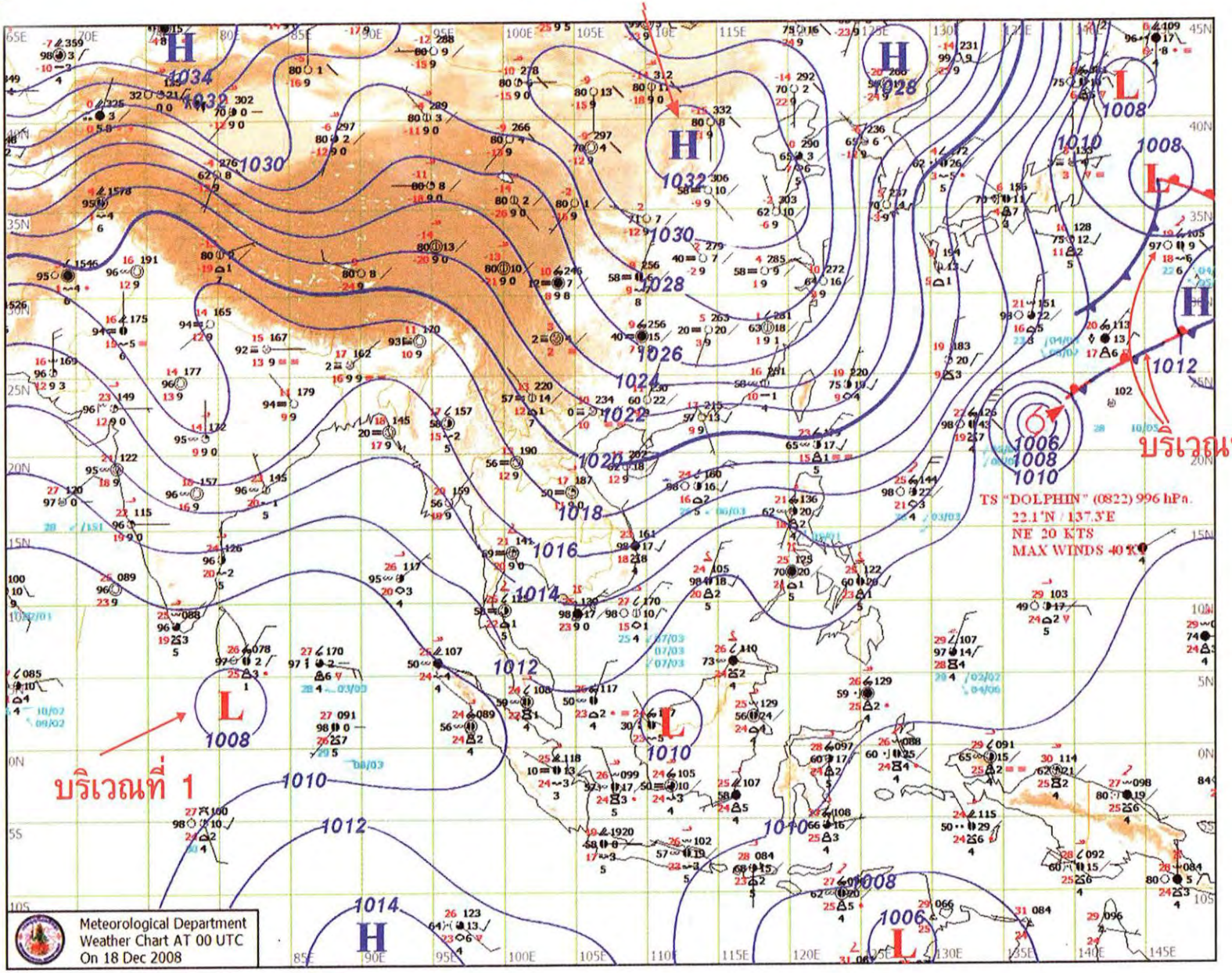
ความสูงของฐานเมฆ

ตัวเลข	ความสูงฐานเมฆ (เมตร)
0	0 - 50
1	50 - 100
2	100 - 200
3	200 - 300
4	300 - 600
5	600 – 1000
6 680	24 1000 - 1500
7	1500 - 2000
8	2000 - 2500
9	มากกว่า 2500

ปริมาณเมฆ

สัญลักษณ์	อัตราส่วนในท้องฟ้า	สัญลักษณ์	อัตราส่วนในท้องฟ้า
	0		5/8
	1/8		6/8
	2/8		7/8
	3/8		8/8
	4/8		ตรวจไม่ได้

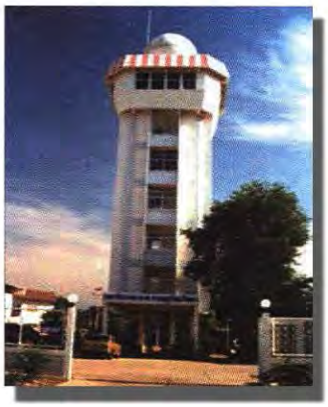
ลิขสิทธิ์ของผู้เขียน ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
Inw Tong Physics



ลิขสิทธิ์ของกรมอุตุนิยมวิทยา ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
Inw Tong Physics

สรุปท้ายบท

การที่จะทราบการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศตลอดเวลาเพื่อนำข้อมูลมาคำนวณนั้น จะต้องมีการตรวจอากาศประจำวันอยู่เสมอทั้งการตรวจอากาศผิวพื้น และการตรวจอากาศชั้นบน การพยากรณ์อากาศมีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ การตรวจอากาศเพื่อให้ทราบสภาวะอากาศปัจจุบัน การสื่อสารเพื่อรวบรวมข้อมูลผลการตรวจอากาศ และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการคาดหมาย ในการพยากรณ์อากาศข้อมูลที่สำคัญที่ต้องใช้ประกอบการพิจารณา คือ แผนที่อากาศผิวพื้น แผนที่ลมชั้นบนในระดับต่าง ๆ และข้อมูลจากผลการตรวจอื่น ๆ ประกอบ เช่น ข้อมูลจากผลการหยั่งอากาศโดยการปล่อยบอลลูนหยั่งอากาศ ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น แบบการแสดงข้อมูลของสถานีตรวจอากาศผิวพื้นเป็นการแสดงข้อมูลตรวจอากาศที่ตรวจวัดได้ ณ สถานีนั้น ในรูปสัญลักษณ์หรือตัวเลข เมื่อข้อมูลของสถานีต่าง ๆ ถูกแสดงลงไปในแผนที่อากาศ ก็สามารถนำมาวิเคราะห์ลักษณะอากาศในบริเวณกว้างได้



Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

คำถามท้ายบท

1. เจ้าหน้าที่สามารถตรวจสภาพอากาศได้ด้วยวิธีใดบ้าง
2. นักเรียนสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้หรือไม่ว่าอีกไม่กี่ชั่วโมงข้างหน้าฝนจะตก สังเกตจากสิ่งใด
3. การหยั่งข้อมูลระยะไกล คือ อะไร
4. ถ้าต้องการตรวจอากาศพื้นผิวด้วยสายตา จะตรวจสิ่งใดได้บ้าง จะแสดงผลการตรวจอย่างไร ให้ยกตัวอย่าง
5. การตรวจอากาศชั้นบนกับตรวจอากาศผิวพื้นต่างกันอย่างไร
6. นักเรียนมักจะพบสัญลักษณ์ใดในแผนที่อากาศ
7. ให้นักเรียนอธิบายความหมายของบริเวณความกดอากาศสูง และหย่อมความกดอากาศต่ำ
8. สภาพอากาศ ณ บริเวณความกดอากาศสูง และหย่อมความกดอากาศต่ำ แตกต่างกันอย่างไร
9. บริเวณแนวปะทะอากาศจะมีลักษณะอากาศอย่างไร
10. บริเวณที่เกิดพายุนักเรียนจะพบสัญลักษณ์ใดในแผนที่อากาศ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

บทที่ 7
ปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า

http://en.wikipedia.org/wiki/File:CircumhorizonArcIdaho.jpg

แสงสีที่ปรากฏบนท้องฟ้าในเวลาต่าง ๆ ล้วนสร้างความสวยงาม และดึงดูดความสนใจจากผู้เฝ้ามองได้เสมอ จากภาพข้างบน หลายคนคงมีข้อสงสัยว่าภาพแสงสีที่สวยงามบนท้องฟ้านี้คือภาพของรุ้งใช่หรือไม่ แต่ทำไมรุ้งตัวนี้จึงแตกต่างจากรุ้งทั่ว ๆ ไปที่เราเคยเห็นบนท้องฟ้า

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

ท้องฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของชั้นบรรยากาศหรืออวกาศ ที่สามารถมองเห็นได้จากพื้นผิวโลก เมื่อเราแหงนหน้ามองบนท้องฟ้าที่กว้างใหญ่ไพศาล เราจะสังเกตเห็นวัตถุต่าง ๆ บนท้องฟ้า เช่น ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และเมฆ เป็นต้น นอกจากนี้ เรายังสามารถสังเกตเห็นแสงสีบนท้องฟ้าที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาของวัน ไม่ว่าจะเป็นสีฟ้าของท้องฟ้าในตอนกลางวัน สีแดง ชมพู ส้ม ของท้องฟ้าช่วงรุ่งอรุณและพลบค่ำ สีดำของท้องฟ้ายามค่ำคืน ที่อาจเห็นประกายระยิบระยับของดวงดาว รวมถึงการไล่เรียงลำดับสีตั้งแต่สีม่วงไปจนถึงสีแดงของรุ้ง เป็นต้น ซึ่งปรากฏการณ์ทางแสงเหล่านี้ ได้ก่อให้เกิดสีสันอันสวยงามบนท้องฟ้า

แล้วนักเรียนคิดว่า

- ปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้า มีอะไรบ้าง
- ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และเมฆ มีความเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้าหรือไม่ อย่างไร

http://www.dlfreemag.com/home.ph...6id%3D20

http://www.cheapoair.wordpress.com/2009/02/

www.alanbauer.com/water.htm

www.khmerlife.com/Blogs/57542/th...ena.aspx

ภาพ 7.1 ปรากฏการณ์ทางแสงต่าง ๆ ในท้องฟ้า

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

7.1 แสงและสมบัติของแสง

แสงเป็นสิ่งจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต และมีประโยชน์ต่อมนุษย์อย่างมาก ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติที่มนุษย์รู้จักมาเนิ่นนาน ปรากฏการณ์ทางแสงที่สวยงามบนท้องฟ้า เช่น รุ้ง อาทิตย์ทรงกลด จันทร์ทรงกลด สีของท้องฟ้าในเวลาเช้าและเย็น หรือปรากฏการณ์ภาพลวงตาที่เรียกว่า มิราจ ล้วนเกี่ยวข้องกับแสงจากดวงอาทิตย์ทั้งสิ้น นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ธรรมชาติและสมบัติของแสงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้านั้น มีอะไรบ้าง

ในขณะที่แสงอาทิตย์เดินทางเข้ามาในชั้นบรรยากาศโลก แสงอาทิตย์จำนวนหนึ่งจะถูกดูดกลืนโดยแก๊สที่อยู่ในบรรยากาศชั้นบน เช่น โอโซน (O_3) แสงอาทิตย์ส่วนที่เหลือก็จะผ่านเข้ามายังบรรยากาศชั้นผิวโลก ซึ่งในบรรยากาศประกอบด้วยแก๊สต่าง ๆ รวมถึงอนุภาคขนาดเล็กจำนวนมาก เช่น ไอน้ำ ละอองลอย เป็นต้น องค์ประกอบของบรรยากาศเหล่านี้ เปรียบเสมือนตัวกลางที่แสงเคลื่อนที่ผ่านแล้วทำให้แสงเกิดการสะท้อน การหักเห และการกระเจิง จนทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้าขึ้น นักเรียนลองทบทวนดูว่าการสะท้อนของแสง การหักเหของแสง และการกระเจิงของแสงนั้นเป็นอย่างไร และเกิดขึ้นได้อย่างไร

7.1.1 การสะท้อนของแสง

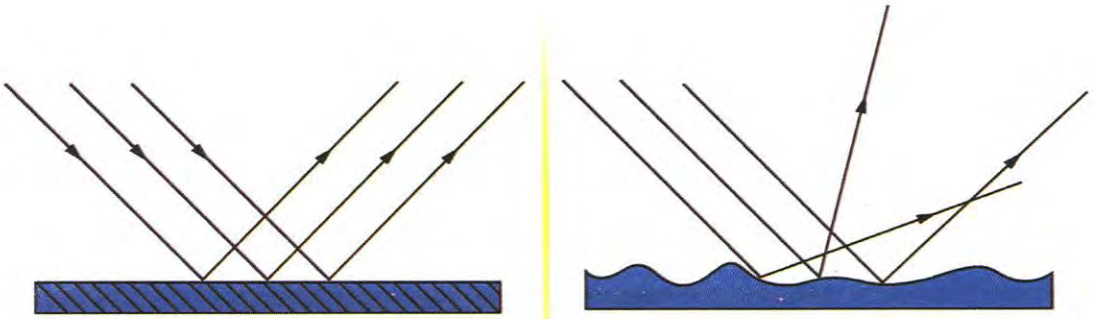
ภาพ 7.2 ภาพสะท้อนของเจดีย์ในน้ำ

จากภาพ ทำไมเราจึงมองเห็นภาพของเจดีย์บนพื้นน้ำได้

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่งและเดินทางในรูปคลื่น โดยธรรมชาติของแสงแล้ว เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอ เช่น น้ำ อากาศ เป็นต้น แสงจะเคลื่อนที่เป็นแนวตรง แต่เมื่อแสงเคลื่อนที่ไปกระทบพื้นผิวใดพื้นผิวหนึ่ง แสงจะเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่ ณ ตำแหน่งพื้นผิวที่แสงตกกระทบ เราเรียกการเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่ของแสงนี้ว่า **การสะท้อน** (reflection)

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

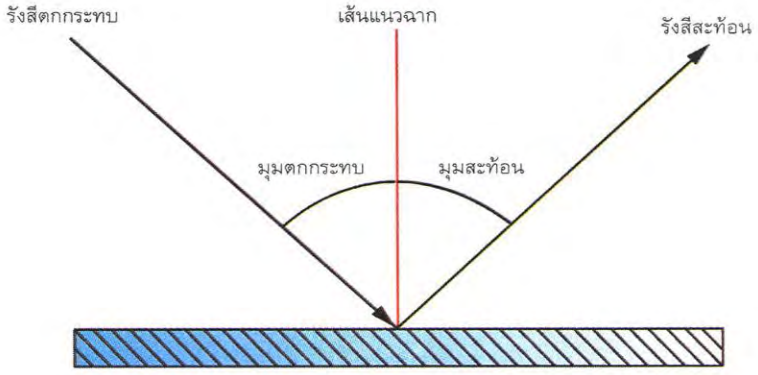
โดยปกติ เมื่อแสงกระทบวัตถุใดก็ตาม แสงจะถูกวัตถุนั้นดูดกลืนไว้ส่วนหนึ่ง และแสงส่วนที่เหลือจะสะท้อนที่ผิววัตถุนั้นออกมา นอกจากนี้ การสะท้อนของแสงยังขึ้นกับลักษณะของผิววัตถุที่เรียบหรือขรุขระแตกต่างกันด้วยดังภาพ 7.3 หากพื้นผิววัตถุมีผิวเรียบ รังสีสะท้อนทุกรังสีจะไปในทิศทางเดียวกัน หากพื้นผิววัตถุขรุขระ รังสีสะท้อนก็จะมีทิศต่าง ๆ กัน อย่างไรก็ตาม มุมของแสงที่ตกกระทบบนพื้นผิวต่าง ๆ ทั้งผิวเรียบและขรุขระ จะเท่ากับมุมของแสงที่สะท้อนออกไปเสมอ ดังภาพ 7.4 และด้วยคุณสมบัติการสะท้อนของแสงนี้เอง ทำให้เราเห็นภาพสะท้อนเหมือนกับภาพต้นแบบชัดเจน หากพื้นผิวมีคุณสมบัติในการสะท้อนได้ดี เช่น กระจก หรือพื้นน้ำ เป็นต้น



การสะท้อนของแสงบนวัตถุผิวเรียบ

การสะท้อนของแสงบนวัตถุผิวไม่เรียบ

ภาพ 7.3 ลักษณะการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุ



ภาพ 7.4 การสะท้อนของแสงบนผิวราบ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

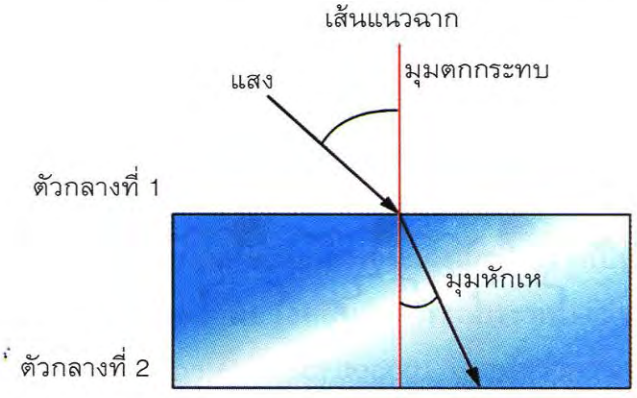
7.1.2 การหักเหของแสง

เมื่อเรามองดูดินสอที่จุ่มอยู่ในแก้วน้ำ จะเห็นว่าดินสอส่วนที่จมอยู่ในน้ำกับดินสอส่วนที่อยู่เหนือผิวน้ำจะไม่ต่อกันเป็นแท่งตรง นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ภาพ 7.5 ดินสอไม่เป็นแท่งตรง

เรารู้แล้วว่า แสงจะเคลื่อนที่เป็นแนวตรงเมื่อผ่านตัวกลางชนิดเดียวกัน อย่างไรก็ตาม หากแสงเดินทางผ่านตัวกลางหนึ่งไปยังตัวกลางอีกชนิดหนึ่งที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน แสงจะเปลี่ยนแปลงมุมที่แสงเดินทางมาตกกระทบผิวหน้าของตัวกลางต่างชนิดกัน และเดินทางผ่านไปในมุมที่แตกต่างออกไป ดังภาพ 7.5 ส่งผลให้แสงเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่ ซึ่งเรียกว่า **การหักเห** (refraction)

จากภาพดินสอที่จุ่มในน้ำ แสงเดินทางผ่านน้ำและอากาศ ซึ่งตัวกลางทั้งสองนี้มีความหนาแน่นแตกต่างกัน เมื่อแสงผ่านผิวรอยต่อระหว่างน้ำกับอากาศ แสงจะเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่ ก่อนมาเข้าตาเราทำให้เรามองเห็นดินสอไม่เป็นแท่งตรง แตกต่างจากการที่เรามองดินสอในอากาศปกติ

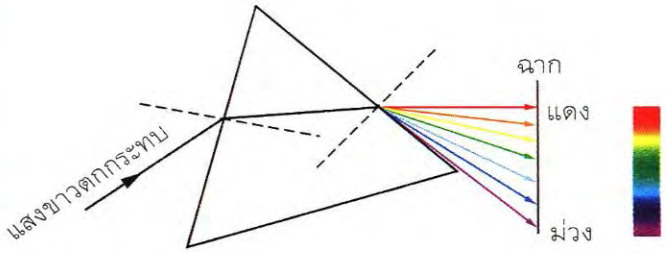


ภาพ 7.6 การหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

แสงจากดวงอาทิตย์เป็นแสงสีขาว ซึ่งประกอบด้วยแสงหลายสีผสมอยู่ด้วยกัน หากทดลองให้แสงสีขาวผ่านปริซึมสามเหลี่ยม จะพบว่าแสงที่หักเหมาจากปริซึมจะไม่เป็นแสงขาว แต่จะมีแถบสีต่าง ๆ กันเกิดขึ้น และแสงที่หักเหแต่ละสีออกมาจะทำมุมหักเหแตกต่างกันด้วย นอกจากนี้แสงสีต่าง ๆ จะมีความยาวคลื่นแตกต่างกัน โดยไล่เรียงจากแสงสีม่วงที่มีความยาวคลื่นน้อยที่สุดไปยังแสงสีแดงที่มีความยาวคลื่นมากที่สุด

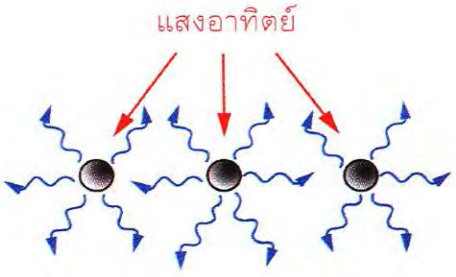
http://electron9.phys.utk.edu/phys135d/modules/m10/images/prism.jpg



ภาพ 7.7 การหักเหของแสงเมื่อผ่านปริซึม

7.1.3 การกระเจิงของแสง

เมื่อแสงอาทิตย์เดินทางเข้ามาในบรรยากาศและกระทบกับอนุภาคขนาดเล็กจำนวนมากในบรรยากาศ เช่น โมเลกุลของแก๊ส โมเลกุลของน้ำ อนุภาคฝุ่นละออง เป็นต้น ทำให้แสงมีการเปลี่ยนทิศทางไปโดยรอบทุกทิศทางซึ่งต่างไปจากทิศทางเดิม เราเรียกการเปลี่ยนทิศทางแสงในลักษณะนี้ว่า **การกระเจิง** (scattering)



ภาพ 7.8 การกระเจิงของแสงโดยอนุภาคในอากาศ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

ตาราง 7.1 ความยาวคลื่นของแสงสีต่างๆ

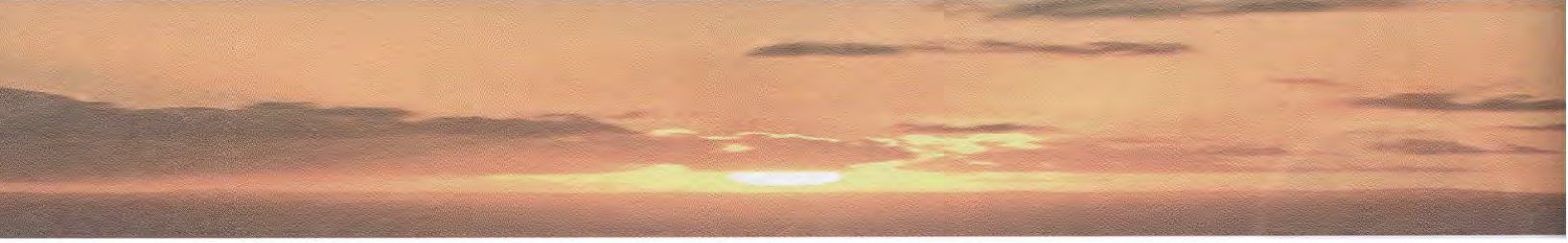
แสงสี	ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)
ม่วง	380-450
น้ำเงิน	450-500
เขียว	500-570
เหลือง	570-590
แสด	590-610
แดง	610-760

อัตราการกระเจิงของแสง จะขึ้นกับขนาดอนุภาคที่ทำให้เกิดการกระเจิง และความยาวคลื่นของแสงนั้นเป็นสำคัญ ตามทฤษฎีการ**กระเจิงแบบเรย์เลย์** (Rayleigh's scattering) ที่ใช้อธิบายการกระเจิงของแสงสำหรับอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นของแสงที่ตกกระทบตัวมันมาก ดังเช่น ในกรณีการกระเจิงของแสงขาวเมื่อกระทบกับอะตอมหรือโมเลกุลของแก๊สองค์ประกอบในชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะออกซิเจนและไนโตรเจน โดยอะตอมของออกซิเจนซึ่งมีรัศมีประมาณ 0.14 นาโนเมตร หรืออะตอมของไนโตรเจนซึ่งมีรัศมี 0.15 นาโนเมตร เมื่อเทียบขนาดของอนุภาคเหล่านี้กับความยาวคลื่นปกติของแสงขาวซึ่งอยู่ระหว่าง 400 ถึง 700 นาโนเมตร แล้วจะเห็นว่าขนาดของโมเลกุลของแก๊สมีค่าน้อยกว่าความยาวคลื่นของแสงอยู่มาก

ในกรณีของการกระเจิงแบบเรย์เลย์นี้ อัตราการกระเจิงของแสงจะแปรผกผันกับขนาดความยาวคลื่นยกกำลังสี่ หมายความว่า สำหรับการกระเจิงจากอนุภาคเดียวกัน แสงที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่าจะกระเจิงได้ดีกว่าแสงที่ความยาวคลื่นมากกว่า เช่น แสงที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่ากัน 2 เท่า จะเกิดการกระเจิงดีกว่ากันถึง 16 เท่า ดังนั้นแสงสีม่วงซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นที่สุด จึงกระเจิงแสงได้ดีที่สุด ส่วนแสงสีแดงซึ่งมีความยาวคลื่นมากที่สุด จะกระเจิงแสงได้น้อยที่สุดนั่นเอง

อย่างไรก็ตาม หากอนุภาคที่ทำให้เกิดการกระเจิงของแสงมีขนาดใหญ่ขึ้น อัตราการกระเจิงของแสงแต่ละแถบสี จะขึ้นกับค่าความยาวคลื่นน้อยลงตามลำดับ ทั้งนี้ถ้าขนาดของอนุภาคมีค่าใกล้เคียงกับความยาวคลื่นแสงที่ตกกระทบ เราจะเรียกการกระเจิงในกรณีนี้ว่าเป็น **การกระเจิงแบบมี** (Mie's scattering) แต่ถ้าอนุภาคมีขนาดใหญ่กว่าความยาวคลื่นแสงที่ตกกระทบ เช่น เกินกว่า 10 เท่า จะเรียกว่าเป็น **การกระเจิงเชิงเรขาคณิต** (Geometric scattering) โดยอัตราการกระเจิงของแสงแบบหลังนี้ จะขึ้นกับความยาวคลื่นน้อยมาก เป็นผลทำให้แสงทุกความยาวคลื่นจะกระเจิงออกมาในอัตราที่ใกล้เคียงกัน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ



ตาราง 7.2 รูปแบบการกระเจิงของแสงขาวตามขนาดของตัวกลางที่ทำให้เกิดการกระเจิงของแสง

ชนิดของอนุภาคที่ทำให้เกิดการกระเจิงแสง	เส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค (μm)	ชนิดของการกระเจิงของแสง
อนุภาคของอากาศ	0.0001 - 0.001	Rayleigh
สารแขวนลอย	0.01 — 1.0	Mie
อนุภาคเมฆ	10 — 100	Geometric

1 ไมครอน = 1,000 นาโนเมตร

การกระเจิงของแสงเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางแสงชนิดใดบนท้องฟ้า

7.2 สีของท้องฟ้า

ในแต่ละช่วงเวลาของวัน สีของท้องฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงไป เริ่มตั้งแต่เมื่อดวงอาทิตย์ขึ้นในช่วงรุ่งอรุณ เราจะเห็นท้องฟ้าบริเวณใกล้ ๆ ดวงอาทิตย์เป็นสีส้มแดง ในตอนกลางวันของวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ท้องฟ้าก็จะเป็นสีฟ้าหรือสีน้ำเงิน พอเข้าสู่ช่วงที่ดวงอาทิตย์ตก ท้องฟ้าจะเปลี่ยนสีโดยบริเวณใกล้เคียงดวงอาทิตย์จะกลับมาเป็นสีส้มแดงอีกครั้ง ปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้าเหล่านี้เกิดขึ้นได้อย่างไร ลองมาศึกษาจากการทำกิจกรรม

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

กิจกรรม 7.1 การเปลี่ยนสีของท้องฟ้า

จุดประสงค์ของกิจกรรม

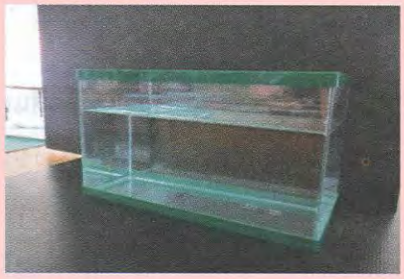
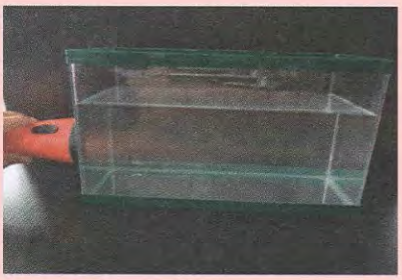
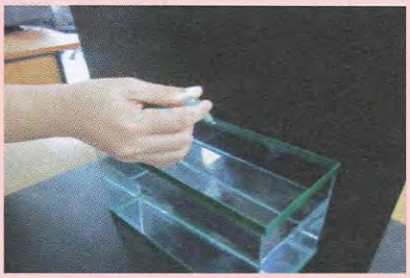
1. ทดลอง สังเกต และอภิปรายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อส่องลำแสงผ่านน้ำเมื่อหยดนมลงไป
2. อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนสีของท้องฟ้าในแต่ละช่วงเวลาจากการทดลอง

วัสดุ - อุปกรณ์

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

วิธีทำกิจกรรม

1. เติมน้ำลงในตู้ปลา ในปริมาณ 3/4 ของตู้ปลา
2. แนบไฟฉายที่ด้านข้างของตู้ปลา แล้วส่องไฟผ่านน้ำ สังเกตสิ่งที่เห็นในตู้ปลาทั้งในแนวตั้งฉาก และตรงกันข้ามกับลำแสง
3. ใช้หลอดหยดค่อย ๆ เติมนมลงในน้ำครั้งละ 10 หยด แล้วใช้แท่งแก้วกวนสารแขวนลอยให้เข้ากัน จากนั้นส่องไฟผ่านน้ำ สังเกตสิ่งที่เห็นในตู้ปลาทั้งในแนวตั้งฉาก และตรงกันข้ามกับลำแสง
4. เติมนมเพิ่มลงไปเรื่อย ๆ แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง
5. ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลอง แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง โดยตอบคำถามท้ายกิจกรรม

จากกิจกรรม

- ก่อนเติมนม และหลังเติมนม เห็นการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
- การเติมนมลงในน้ำมากหรือน้อยเกินไป จะส่งผลอย่างไรต่อการทดลอง
- สามารถอธิบายการที่เรามองเห็นท้องฟ้าสีฟ้าในเวลากลางวัน และการเปลี่ยนสีของท้องฟ้าเป็นสีแดงที่บริเวณใกล้ดวงอาทิตย์ขึ้นและตก ในตอนเช้าและเย็นได้อย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

การที่เราเห็นท้องฟ้ามีหลากหลายสีสันในแต่ละช่วงเวลาของวันนั้น เกี่ยวข้องกับการกระเจิงของแสง เนื่องจากแสงแต่ละสีที่รวมอยู่ในแสงขาวจากดวงอาทิตย์นั้น มีความยาวคลื่นแตกต่างกัน เมื่อแสงแต่ละสีตกกระทบกับโมเลกุลของอากาศ ก็จะเกิดการกระเจิงแสงแตกต่างกันออกไป โดยอธิบายได้ตามทฤษฎีการกระเจิงแบบเรย์เลย์

ในช่วงกลางวัน เมื่อแสงขาวเคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศระดับล่างของโลกลงมา แสงสีม่วงและสีน้ำเงินจะถูกกระเจิงออกมาจากสเปกตรัมของแสงขาวได้มากที่สุด ทำให้แสงสีทั้งสองมีโอกาสเดินทางมาถึงตาของเรามากที่สุดในทุกทิศทาง และเนื่องจากเซลล์ประสาทตาของเราจะรับรู้แสงสีน้ำเงินได้ดีกว่าแสงสีม่วง ด้วยเหตุนี้เราจึงมักเห็นท้องฟ้าส่วนใหญ่ปรากฏเป็นสีฟ้าและน้ำเงิน

ภาพ 7.9 ท้องฟ้าในช่วงกลางวันที่มักปรากฏเป็นสีฟ้า และน้ำเงิน

สำหรับในช่วงเช้าหรือเย็น เรามักจะเห็นท้องฟ้าบางส่วนเปลี่ยนไปเป็นสีเหลือง สีส้ม หรือสีแดงมากขึ้น โดยเฉพาะด้านที่ใกล้กับดวงอาทิตย์ ทั้งนี้เนื่องมาจากในช่วงเวลาเช้าหรือเย็น ตำแหน่งของดวงอาทิตย์จะอยู่ในระดับใกล้เส้นขอบฟ้า ทำให้แสงอาทิตย์ต้องเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศมาเป็นระยะทางมากกว่าปกติ ดังภาพ 7.10 ซึ่งโดยประมาณแล้วจะมากกว่า 40 เท่า เมื่อเทียบกับระยะทางในช่วงเที่ยงวัน ก่อนที่แสงจะเดินทางมาถึงตาของผู้สังเกตบนพื้นผิวโลก ทำให้แสงสีม่วงและสีน้ำเงินส่วนใหญ่จะถูกกระเจิงออกไปหมดโดยอนุภาคของอากาศระหว่างการเคลื่อนที่มายังพื้นผิวโลก ทำให้เหลือเพียงส่วนของแสงสีส้ม สีแดง และสีเหลือง ซึ่งถูกกระเจิงออกไปน้อยกว่าเดินทางมาถึงตาของเรา ทำให้เรามองเห็นท้องฟ้าเป็นสีส้ม แดง และ เหลือง มากขึ้นในช่วงดังกล่าว โดยเฉพาะด้านที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

ภาพ 7.10 การเดินทางของแสงอาทิตย์ผ่านชั้นบรรยากาศในช่วงเวลาต่าง ๆ

http://azareal.wordpress.com/2009/05/09/green-flash-at-cocoa-beach-florida/

ภาพ 7.11 แสงสีเขียวรอบดวงอาทิตย์

ในบางครั้ง เราอาจสังเกตเห็นประกายของแสงสีเขียว (green flash) ปรากฏขึ้นมาจากขอบด้านบนของดวงอาทิตย์ในช่วงที่ดวงอาทิตย์กำลังจะขึ้นหรือตกเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ ทั้งนี้เพราะในการหักเหของแสงจากส่วนบนของดวงอาทิตย์ อาจทำให้แสงสีเขียวเดินทางมาถึงตาเราได้มากที่สุดในบางทิศทาง เป็นผลทำให้เราเห็นเป็นประกายของแสงสีเขียวเกิดขึ้นได้ อย่างไรก็ตามโดยปกติแล้ว ประกายของแสงสีเขียวดังกล่าวจะมีความเข้มต่ำมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และจะเกิดเป็นช่วงสั้น ๆ ในเขตขั้วโลก แสงดังกล่าวจะมีความเข้มสูงขึ้นและมองเห็นได้เป็นเวลายาวนานหลายนาที เพราะวงโคจรของดวงอาทิตย์จะอยู่ใกล้เส้นขอบฟ้ามากตลอดทั้งปี

📖 เพราะเหตุใดในเขตอุตสาหกรรมหรือในเมืองใหญ่ เราจึงเห็นท้องฟ้าในช่วงเช้าหรือเย็นมีสีแดงหม่นมากกว่าปกติ

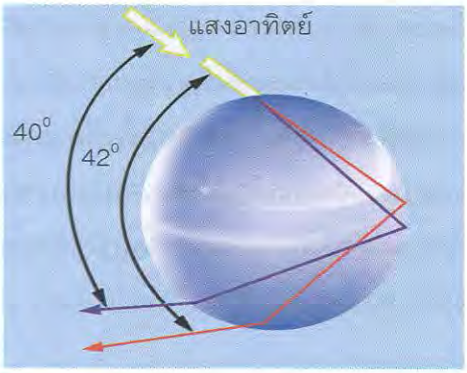
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

7.3 รุ้ง (rainbow)

รุ้ง เป็นปรากฏการณ์ทางแสงในท้องฟ้าอีกชนิดหนึ่ง ที่สร้างสีสันงดงามสะดุดตาบนท้องฟ้าให้กับผู้พบเห็น ในชนชาติต่าง ๆ มักมีเรื่องเล่าเกี่ยวกับรุ้ง จนก่อเกิดเป็นความเชื่อในวัฒนธรรมต่าง ๆ ของคนบางกลุ่มมาอย่างยาวนาน เช่น คนไทย และไทใหญ่ จะเชื่อว่าการเอานิ้วไปชี้ที่รุ้งจะทำให้นิ้วกุดด้วน ชาวมอญและชาวจีนบางกลุ่มเชื่อว่าถ้าชี้ที่รุ้งแล้วจะโชคร้าย ในขณะที่ทางยุโรปเชื่อว่ารุ้งเป็นสัญลักษณ์แห่งความโชคดี และเป็นมงคล แต่แท้จริงแล้วรุ้งที่เราพบเห็นบนท้องฟ้านั้น เป็นเพียงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างหนึ่ง ที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนทราบหรือไม่ว่ารุ้งเกิดขึ้นได้อย่างไร

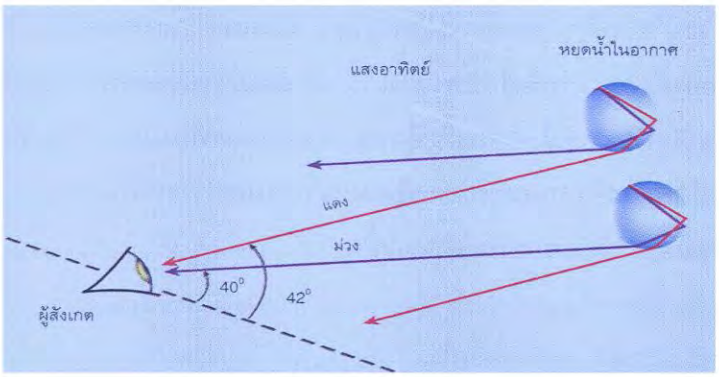
รุ้งเป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและหยดน้ำในอากาศ รุ้งเกิดจากการที่แสงอาทิตย์ที่ส่องอยู่อีกด้านหนึ่ง ส่องไปกระทบกับอนุภาคของหยดน้ำในอากาศในมุมที่แตกต่างกัน ทำให้แสงที่หักเหออกจากหยดน้ำเข้าสู่ตาเราด้วยมุมที่แตกต่างกันจนเกิดเป็นแสงสีต่าง ๆ ของรุ้ง เราอาจแบ่งรุ้งได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการสะท้อนของแสงเมื่อตกกระทบหยดน้ำในอากาศ ได้แก่ รุ้งปฐมภูมิ และรุ้งทุติยภูมิ

รุ้งปฐมภูมิ (primary rainbow) เกิดเมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบผิวด้านบนของหยดน้ำ แสงจะหักเหผ่านผิวโค้งเข้าสู่หยดน้ำ ทำให้เกิดการกระจายแสงสีต่าง ๆ ภายในหยดน้ำ แสงสีแดงจะหักเหน้อยที่สุด ในขณะที่แสงสีม่วงหักเหได้มากที่สุด จากนั้นแสงแต่ละสีจะตกกระทบที่ผิวด้านในหยดน้ำอีกครั้ง แล้วสะท้อนกลับไปยังผิวของหยดน้ำด้านที่รับแสงอาทิตย์ และหักเหออกสู่อากาศ โดยแสงสีแดงทำมุม 42 องศา กับแนวระดับ และแสงสีม่วงทำมุม 40 องศา กับแนวระดับ ดังภาพ 7.12 และ 7.13 เมื่อแสงที่หักเหออกจากหยดน้ำที่อยู่สูงสะท้อนเข้าสู่ตา ทำให้แสงสีแดงเข้าตาของผู้สังเกต โดยทำมุมยกสูงกว่าแสงสีม่วง เราจึงมองเห็นรุ้งปฐมภูมิมีลำดับสีของรุ้งเริ่มจากสีแดงอยู่ที่โค้งด้านบนสุดและไล่เรียงลำดับสีลงมาจนถึงสีม่วงซึ่งอยู่ด้านล่าง



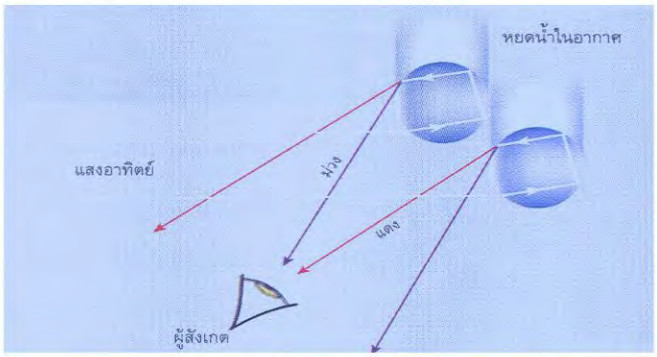
ภาพ 7.12 การหักเหของแสงภายในหยดน้ำ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ



ภาพ 7.13 การเกิดรุ้งปฐมภูมิ

สำหรับ**รุ้งทุติยภูมิ** (secondary rainbow) นั้น เกิดเมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบผิวด้านล่างของหยดน้ำ แสงจะหักเหเข้าสู่หยดน้ำและเกิดการกระจายของแสง จากนั้นแสงที่กระจายออกภายในหยดน้ำจะสะท้อนที่ผิวภายในหยดน้ำ แล้วหักเหออกสู่อากาศ โดยแสงสีแดงจะหักเหออกทำมุม 50.5 องศา และแสงสีม่วงจะหักเหทำมุม 54 องศา กับแนวระดับ ด้วยเหตุนี้รุ้งทุติยภูมิจึงปรากฏอยู่เหนือหรือด้านนอกของรุ้งปฐมภูมิ และจะมีสีซีดจางกว่า โดยลำดับสีของรุ้งทุติยภูมินั้นจะตรงกันข้ามกับรุ้งปฐมภูมิ คือ สีม่วงจะอยู่ที่โค้งบนสุดของรุ้ง และสีแดงอยู่ที่โค้งล่างสุด



ภาพ 7.14 การเกิดรุ้งทุติยภูมิ

http://climate.met.psu.edu/data/frost/images/rainbow.jpg

ภาพ 7.15 รุ้งปฐมภูมิ และรุ้งทุติยภูมิ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

ในธรรมชาติ รุ้งจะเกิดในด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์เสมอ เราสามารถเห็นรุ้งได้อย่างมากเพียงสองตัวเท่านั้น อย่างไรก็ตามในทางทฤษฎี แสงสามารถสะท้อนภายในหยดน้ำได้มากกว่า 2 ครั้ง ทำให้สามารถเกิดรุ้งได้มากกว่า 2 ตัว และในทุกครั้งที่แสงส่วนหนึ่งสะท้อนและหักเหออกมาจากหยดน้ำแล้วทำให้เกิดรุ้ง แสงส่วนที่เหลือจะสะท้อนและหักเหออกมาจากหยดน้ำ ทำให้เกิดรุ้งตัวต่อ ๆ ไปได้ เพียงแต่รุ้งดังกล่าวจะสีซีดจางกว่าเดิม ทำให้มองเห็นได้ยากขึ้น

📖 เราจะเห็นรุ้งแบบเต็มวงได้หรือไม่

📖 ทราบหรือไม่ว่า รุ้งที่แต่ละคนมองเห็น ไม่ใช่รุ้งตัวเดียวกัน นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

http://en.wikipedia.org/wiki/File:CircumhorizonArcIdaho.jpg

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ohlookarainbow.jpg

ภาพ 7.16 รุ้งเพลิง

สำหรับภาพที่อยู่ในหน้าบทนำนั้น คือภาพของรุ้งเพลิง (fire rainbow, circumhorizontal arc) ซึ่งมักเกิดขึ้นในกลุ่มเมฆซีร์รัส ที่มีผลึกน้ำแข็งรูปหกเหลี่ยมที่บาง และโปร่งแสงกระจายอยู่ เมื่อแสงอาทิตย์ส่องกระทบผลึกน้ำแข็ง แสงจะหักเหและสะท้อนออกมาเป็นแสงสีต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่บนกลุ่มเมฆ

📖 การเกิดรุ้งเพลิง แตกต่างจากการเกิดรุ้งอย่างไร

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

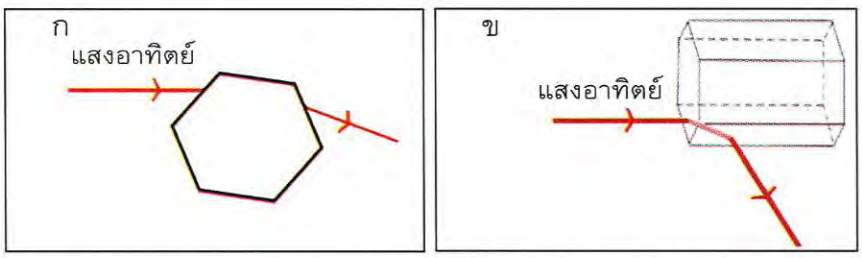
7.4 อาทิตย์ทรงกลด และจันทร์ทรงกลด (halo)

นักเรียนคงเคยมีโอกาสเห็นวงแสงสีขาวนวล หรือสีรุ้ง เกิดรอบดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ ซึ่งเราจะเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า อาทิตย์ทรงกลด (sun halo) และจันทร์ทรงกลด (moon halo) นักเรียนคิดว่าการเกิดอาทิตย์ทรงกลดและจันทร์ทรงกลด มีความเหมือนหรือแตกต่างจากการเกิดรุ้งอย่างไร

อาทิตย์ทรงกลด เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศโลกชั้นบนสุดของโทรโพสเฟียร์ หากในเวลาเช้าตรู่หรือดวงอาทิตย์ใกล้ตก มีเมฆชั้นสูง เช่น ซีร์โรสเตรตัส หรือซีร์รัส เมื่อแสงอาทิตย์ส่องไปกระทบผลึกน้ำแข็งลักษณะหกเหลี่ยม และมีขนาดเล็กจำนวนมาก ซึ่งกระจายตัวอยู่ในกลุ่มเมฆ จะเกิดการหักเหและสะท้อนของแสงภายในผลึกน้ำแข็ง ปรากฏการณ์นี้จะทำให้เกิดแสงสีต่าง ๆ จากการกระจายของแสงในมุมต่าง ๆ ซึ่งผลึกน้ำแข็งเปรียบเสมือนปริซึมในการหักเห และยังทำหน้าที่คล้ายกระจกเงาในการสะท้อนแสงอีกด้วย การเกิดทรงกลดมักมีวงแสงสีจางขาวอาจเห็นเป็นสีแดงที่ขอบในใกล้แหล่งแสง

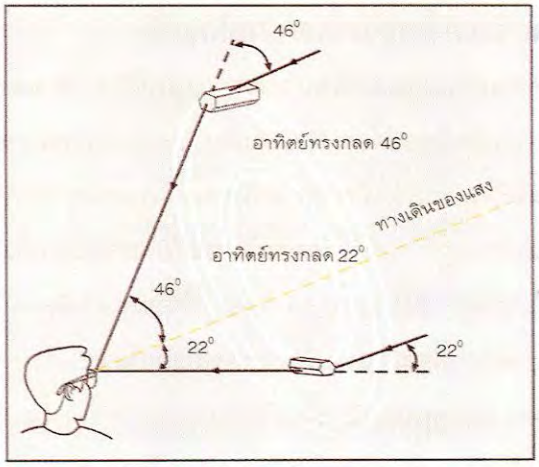
การเกิดอาทิตย์ทรงกลดมีได้หลายแบบ เราอาจมองเห็นการทรงกลดเป็นวงกลมหรือวงรีรอบดวงอาทิตย์ หรือเกิดเพียงส่วนโค้งที่มีแสงสว่างเพียงบางส่วนของดวงอาทิตย์ การทรงกลดจะเกิดแบบใดขึ้นอยู่กับรูปร่างของผลึกน้ำแข็ง อาจอยู่ในรูปแบบที่เป็นเกล็ดหกเหลี่ยม (hexagonal plate) หรือแท่งหกเหลี่ยม (hexagonal column) เป็นต้น รวมไปถึงการวางตัวของผลึกน้ำแข็งที่เกิดในกลุ่มเมฆ ซึ่งส่งผลให้แสงที่หักเหในผลึกน้ำแข็ง มีเส้นทางเดินของแสงในผลึกแตกต่างกัน มุมของแสงที่สะท้อนออกมาจึงแตกต่างกัน เช่น ในกรณีของการเกิดอาทิตย์ทรงกลดแบบ 22 องศา แสงจะเดินทางผ่านเข้ามาทางด้านข้างของผลึกน้ำแข็งหกเหลี่ยม แล้วเกิดการหักเห 2 ครั้งเป็นมุมตั้งแต่ 22 องศา ถึง 50 องศา ดังภาพ 7.17ก ส่วนการเกิดอาทิตย์ทรงกลดแบบ 46 องศา แสงจะเดินทางผ่านด้านหน้าของผลึกน้ำแข็งที่เป็นแท่งหกเหลี่ยม แล้วเกิดการหักเหเป็นมุมเอียง 90 องศาระหว่างสองด้านของผลึก ดังภาพ 7.17ข

อาทิตย์ทรงกลดแบบที่เราสามารถพบเห็นได้บ่อยครั้ง คือ อาทิตย์ทรงกลดแบบ 22 องศา โดยผู้สังเกตจะเห็นวงของแสงรอบดวงอาทิตย์ที่มุมมอง 22 องศา นอกจากนี้ เราสามารถสังเกตเห็นการเกิดอาทิตย์ทรงกลดแบบ 46 องศา ซึ่งพบได้ไม่บ่อยนัก วงแสงที่ล้อมรอบดวงอาทิตย์จะมีขนาดใหญ่และมีสว่างน้อยกว่าอาทิตย์ทรงกลดแบบ 22 องศา ดังภาพ 7.19



ภาพ 7.17 เส้นทางเดินของแสงในผลึกน้ำแข็งที่ทำให้เกิดอาทิตย์ทรงกลดแบบ 22 องศา(ก) และอาทิตย์ทรงกลดแบบ 46 องศา(ข)

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ



ภาพ 7.18 การเกิดอาทิตย์ทรงกลดแบบ 46 องศา (วงนอก) และอาทิตย์ทรงกลดแบบ 22 องศา (วงใน)

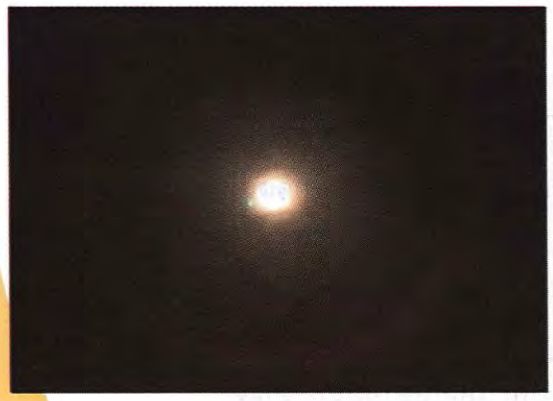
อาทิตย์ทรงกลด

http://gotoknow.org/file/chiew-buncha/Solar_Halo-A.jpg

ภาพ 7.19 อาทิตย์ทรงกลดแบบ 46 องศา (วงนอก) และอาทิตย์ทรงกลดแบบ 22 องศา (วงใน)

http://abcnews.go.com/widgets/mediaViewer/image?id=5185541

ภาพ 7.20 อาทิตย์ทรงกลดในลักษณะที่ไม่เต็มวง



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Moon_22_halo_colorado.jpg

ภาพ 7.21 จันทร์ทรงกลด

สำหรับการเกิดจันทร์ทรงกลดนั้น มีหลักการเกิดเช่นเดียวกับอาทิตย์ทรงกลด แต่จันทร์ทรงกลดสามารถสังเกตเห็นได้ในเวลากลางคืน ปรากฏการณ์อาทิตย์ทรงกลด และจันทร์ทรงกลดนั้น เราไม่สามารถคาดการณ์การเกิดล่วงหน้าได้ อย่างไรก็ตาม ปรากฏการณ์นี้นับว่าพบได้ไม่ยากนัก และมักเกิดในวันที่อากาศไม่ร้อนจัด มีความชื้นในอากาศมาก โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาว

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

เหตุใด เราจึงสามารถพบเห็นการเกิดอาทิตย์ทรงกลดและจันทร์ทรงกลดได้บ่อยครั้งในช่วงที่อากาศเย็น

ข้อควรระวัง

การมองดูปรากฏการณ์อาทิตย์ทรงกลดบนท้องฟ้า ห้ามมองดูที่ดวงอาทิตย์ตรง ๆ ด้วยตาเปล่า เพราะจะเป็นอันตรายต่อสายตา อาจทำให้ตาบอดได้

รู้ไว้ใช่ว่า

นอกจากการเกิดจันทร์ทรงกลด ปรากฏการณ์ทางแสงที่เกิดขึ้นกับดวงจันทร์อีกปรากฏการณ์หนึ่งคือ **คอโรนา** (corona) โดยผู้สังเกตสามารถมองเห็นลักษณะของแสงสว่างชัดเจน กระจายอยู่รอบดวงจันทร์ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการกระเจิงของแสงผ่านหยดน้ำเล็ก ๆ รูปทรงกลมในบรรยากาศ โดยเฉพาะเมฆบาง ๆ ที่ปิดบังดวงจันทร์หรือแหล่งแสงอื่น อย่างไรก็ตาม ลักษณะทางแสงแบบเดียวกันนี้สามารถเกิดกับดวงอาทิตย์ได้เช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากแสงจากดวงอาทิตย์มีความสว่างมาก ทำให้ยากต่อการสังเกตคอโรนารอบดวงอาทิตย์ การเกิดคอโรนานี้แตกต่างจากอาทิตย์ทรงกลด 22 องศา โดยมุมจะแคบกว่า และวงสีจะตรงข้ามกันคือเริ่มจากสีขาวน้ำเงินที่ขอบภายในจนเป็นสีแดงที่ขอบนอก

ที่มาของภาพ : Ahrens, C. D. 2000.Essentials of Meteorology: An Invitation to the Atmosphere. 3rd ed.. Wadsworth Publishing Company, United State of America. p.417.

ภาพ 7.22 คอโรนาที่เกิดรอบดวงจันทร์

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

7.5 มิราจ (mirage)

ในตอนกลางวันที่มีแดดจัด ขณะที่รถกำลังแล่นบนถนนนักเรียนเคยสังเกตเห็นภาพเหมือน มีแอ่งน้ำอยู่บนถนนหรือไม่ แต่เมื่อรถวิ่งเข้าใกล้แอ่งน้ำ เรากลับไม่พบแอ่งน้ำเลย นักเรียนจะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ได้อย่างไร

www.dewbow.co.uk/glows/mirage4.html

ภาพ 7.23 รถแล่นบนถนนที่เหมือนมีแอ่งน้ำ

การเห็นภาพเสมือนมีน้ำบนถนนในระยะไกลข้างต้น เป็นตัวอย่างหนึ่งของปรากฏการณ์การมองเห็นภาพลวงตา หรือ**มิราจ** แต่มิราจเกิดได้อย่างไรนั้น นักเรียนลองทำกิจกรรมต่อไปนี้เพื่อหาคำตอบ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

กิจกรรม 7.2 การเกิดมิราจ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

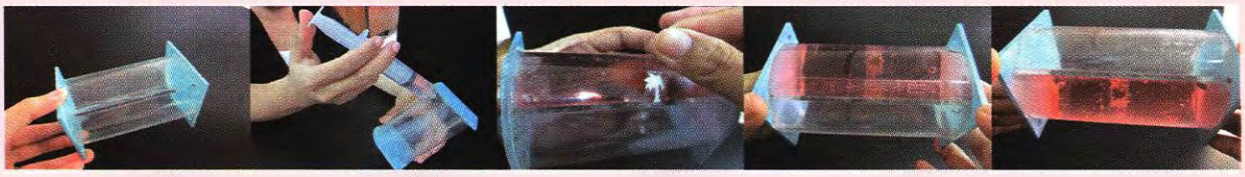
1. ทดลอง สังเกตและอธิบายภาพที่เกิดขึ้นเมื่อหมุนปรับชุดอุปกรณ์การเกิดมิราจ
2. อภิปรายและอธิบายการเกิดภาพจากชุดอุปกรณ์การเกิดมิราจ
3. อภิปรายและอธิบายการเกิดมิราจ

วัสดุ - อุปกรณ์

1. ชุดอุปกรณ์การเกิดมิราจ
2. ภาพสำหรับติดบนชุดอุปกรณ์
3. เทปใส
4. หลอดฉีดยา
5. น้ำสี

วิธีทำกิจกรรม

1. ประกอบชุดอุปกรณ์การเกิดมิราจ (ตามขั้นตอนที่ครูแนะนำ)
2. ใช้หลอดฉีดยาฉีดน้ำสีเติมลงไปในชุดอุปกรณ์ที่แบ่งครึ่งไว้เพียงหนึ่งด้านจนเต็ม
3. เอียงชุดอุปกรณ์ลงในแนวนอน ติดภาพลงที่จุดกึ่งกลาง ตามแนวรอยต่อระหว่างชั้นน้ำกับชั้นอากาศ โดยให้ชั้นน้ำสีอยู่ด้านบน
4. จับชุดอุปกรณ์ให้เอียงในแนวนอน โดยให้ชั้นน้ำสีอยู่ด้านบน หันด้านที่ติดรูปภาพอยู่ด้านนอก มองภาพในแนวระดับ จากนั้นค่อย ๆ หมุนปรับชุดอุปกรณ์ขึ้น-ลง แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของภาพที่มองเห็น
5. หมุนปรับชุดอุปกรณ์ให้ชั้นอากาศขึ้นไปอยู่ด้านบน แล้วสังเกตภาพ เช่นเดียวกับข้อ 4
6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และตอบคำถามท้ายกิจกรรม



จากกิจกรรม

- ภาพที่เห็นในแนวระดับ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อหมุนปรับชุดอุปกรณ์ขึ้นและลง
- การปรับชุดอุปกรณ์ให้ชั้นอากาศอยู่ด้านบน และด้านล่าง ส่งผลต่อภาพที่มองเห็นอย่างไร
- สามารถเปรียบเทียบสถานการณ์การเห็นภาพเสมือนแอ่งน้ำ กับชุดอุปกรณ์การเกิดมิราจได้อย่างไร
- มิราจเกิดขึ้นได้อย่างไร

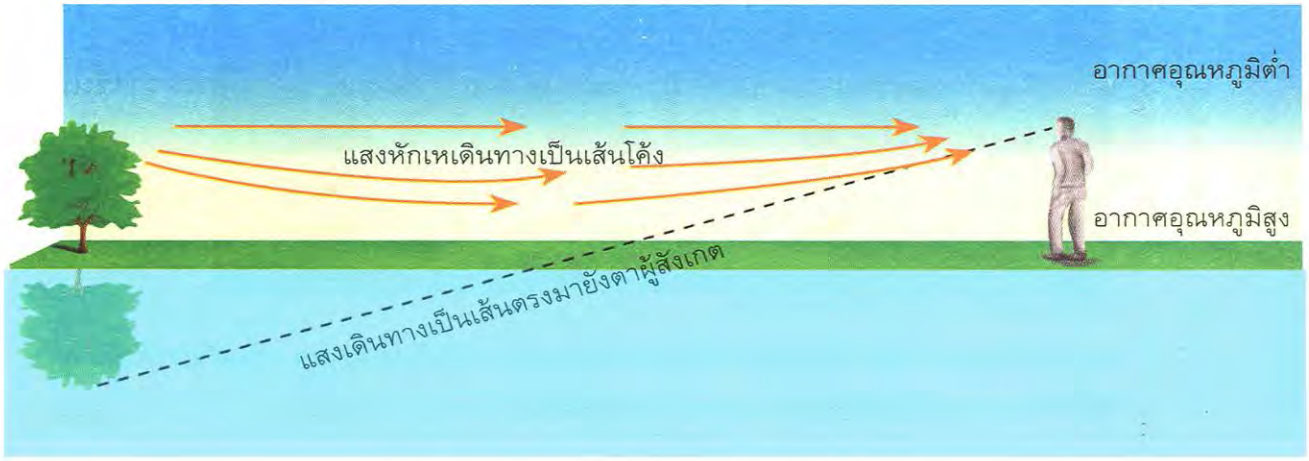
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

มิราจ เกิดจากการหักเหของแสงในบรรยากาศชั้นต่าง ๆ ที่มีความหนาแน่นของอากาศในแต่ละชั้นแตกต่างกัน โดยปกติแสงมักจะเดินทางเป็นเส้นตรง แต่สภาพของบรรยากาศที่มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน ทำให้แสงเดินทางเป็นเส้นโค้งได้และส่งผลให้เรามองเห็นภาพของวัตถุปรากฏห่างไปจากตำแหน่งจริง หรือเป็นการมองเห็นภาพลวงตานั่นเอง

มิราจ อาจแบ่งได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ มิราจแบบภาพอยู่ด้านล่าง และ มิราจแบบภาพอยู่ด้านบน

7.5.1 มิราจแบบภาพอยู่ด้านล่าง (inferior mirage)

การเกิดมิราจแบบภาพอยู่ด้านล่าง เกิดขึ้นเมื่ออากาศใกล้กับพื้นดินหรือพื้นผิวถนนมีอุณหภูมิแตกต่างอย่างมากกับอากาศเหนือพื้นผิวดังกล่าว ส่งผลให้เรามองเห็นภาพวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าความเป็นจริง และภาพที่เห็นยังมีลักษณะหัวกลับอีกด้วย



ภาพ 7.24 การเกิดมิราจแบบภาพอยู่ด้านล่าง

ในบางพื้นที่ที่พื้นด้านล่างมีอุณหภูมิสูง เช่น ทะเลทราย คนในทะเลทรายอาจมองเห็นภาพต้นไม้กลับหัวปรากฏอยู่ที่พื้นทราย พร้อม ๆ กับภาพต้นไม้ต้นเดิมได้ ดังภาพ 7.24 ทั้งนี้เพราะที่พื้นทรายเมื่อถูกแดดจัดจะทำให้อุณหภูมิของทะเลทรายเพิ่มขึ้นมาก อากาศเหนือพื้นทรายจึงมีอุณหภูมิสูงขึ้น และเนื่องจากอากาศมีคุณสมบัติการนำความร้อนต่ำมาก ดังนั้นอากาศที่อยู่ในระดับสูงขึ้นถัดไปเพียงไม่กี่เมตรจะมีอุณหภูมิต่ำกว่ามากเมื่อเปรียบเทียบกับอากาศบริเวณพื้นทราย และทำให้ดรรชนีหักเหของอากาศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามระดับความสูง เมื่อแสงอาทิตย์ผ่านชั้นอากาศมากระทบต้นไม้ แสงจะสะท้อนออกไปทุกทิศทาง ในกรณีที่แสงเดินทางเป็นเส้นตรงมายังตาของผู้สังเกต ทำให้มองเห็นภาพต้นไม้ตั้งตรงเป็นปกติ แต่เมื่อแสงส่วนหนึ่งเดินทางผ่านชั้นอากาศที่มีดรรชนีหักเหที่แตกต่างกัน ทำให้แสงค่อย ๆ หักเหและเดินทางเป็นเส้นโค้งเมื่อความสูงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เราจึงมองเห็นภาพวัตถุในลักษณะหัวกลับ และอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าความเป็นจริง

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึงกระทำ บ้างไม่พึงกระทำ

มิราจภาพอยู่ด้านบน

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

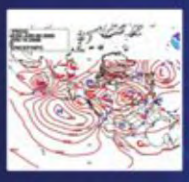
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

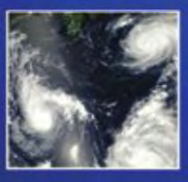
Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายมีบ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ

สสวท

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ





ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
พิมพที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว
นายสันติภาพ อินทรพัฒน์ ผู้พิมพ์และผู้โฆษณา
อนุสรณ์การค้าของ สกสค.
www.suksapan.or.th

Inw Tong Physics
ลูกผู้ชายนี้บ้างพึ่งกระทำ บ้างไม่พึ่งกระทำ