

ความชื้น อุณหภูมิ และ ความเสถียรของบรรยากาศ Humidity, Temperature and Atmospheric Stability

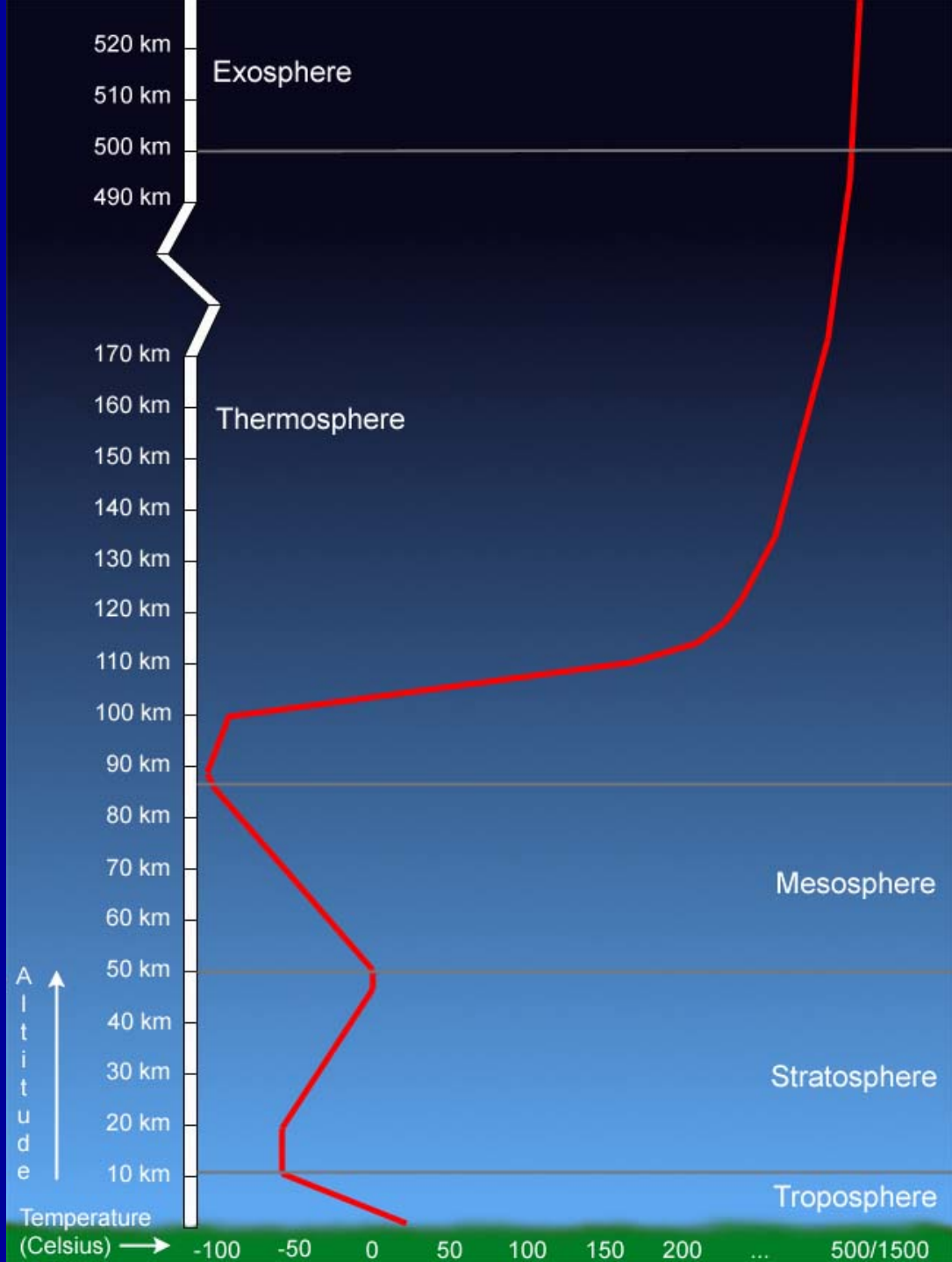
**พงษ์ศักดิ์ อยู่หุ่น
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร
มหาวิทยาลัยนเรศวร**

อุณหภูมิของอากาศ

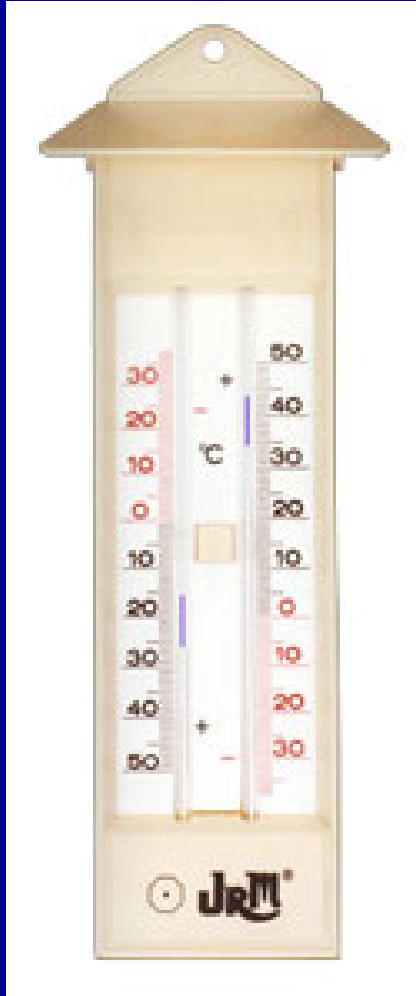
- อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) เป็นปัจจัยพื้นฐานในการศึกษาสภาพอากาศ (weather) อุณหภูมิอากาศแปรเปลี่ยนไปในแต่ละช่วงเวลา เช่น ปี ฤดูกาล เดือน วัน และแม้กระทั่งรายชั่วโมง ดังนั้น
 - ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวัน (Daily mean temperature) ใช้ค่าอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดรวมกันแล้วหารสอง
 - ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของเดือน (Monthly mean temperature) ใช้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของแต่ละวันรวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนวัน
 - ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของปี (Monthly mean temperature) ใช้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของแต่ละเดือนรวมกัน แล้วหารด้วยสิบสอง

อุณหภูมิในชั้น ต่างๆของ บรรยากาศ

- Exosphere
- Thermosphere
- Mesosphere
- Stratosphere
- Troposphere

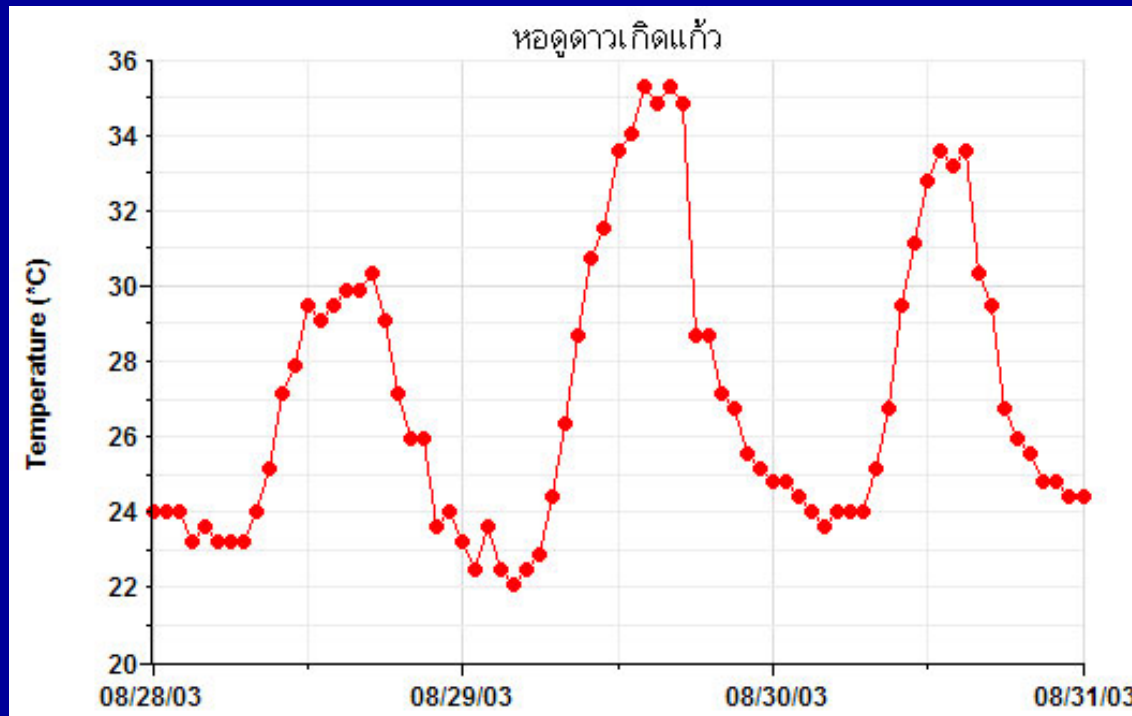


อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด



เทอร์โมมิเตอร์ชนิดสูงสุด-ต่ำสุด
(Max-min thermometer)

Diurnal Temperature

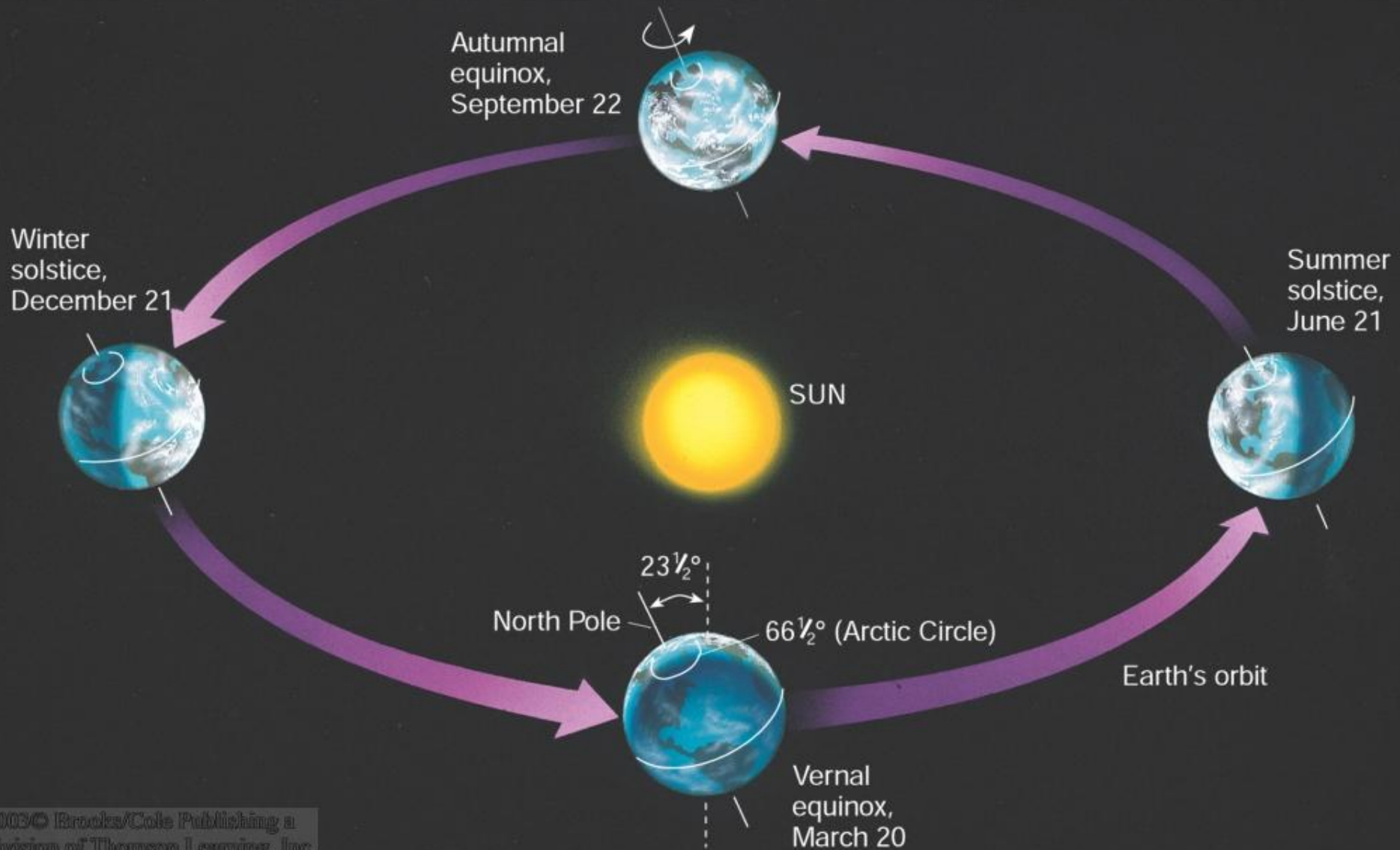


- อุณหภูมิสูงสุดมักเกิดขึ้นตอนบ่าย มีไขetonเที่ยง ทั้งนี้เนื่องจากพื้นดินและบรรยากาศต้องการอาศัยเวลาในดูดกลืนและคายความร้อน (การเกิดภาวะเรือนกระจก) อีกทีหนึ่ง

ความแตกต่างของอุณหภูมิต

- ปัจจัยที่ทำให้อุณหภูมิตอากาศในแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกัน
 - พื้นดินและพื้นน้ำ
 - ระดับสูงของพื้นที่ (Elevation)
 - ละติจูด
 - ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์
 - ปริมาณเมฆ และอัลบีโดของพื้นผิว

Seasonal Changes





Heat Capacity

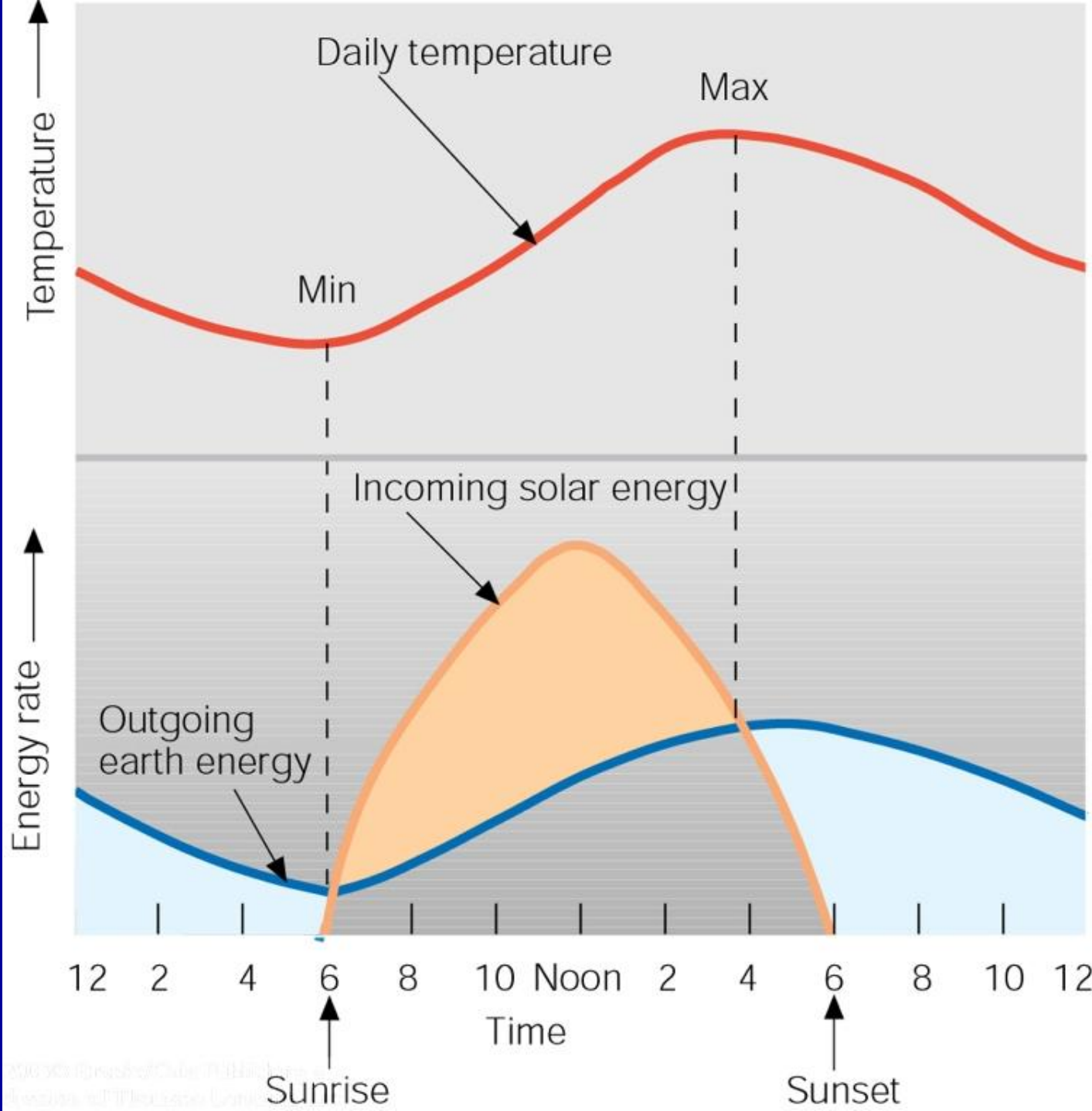
- เมื่อแสงอาทิตย์ตก
 - บนถนนคอนกรีต
 - ตกลงในบ่อน้ำ
- ที่ไหนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเร็วกว่ากัน?
- ที่ไหนต้องการพลังงานมากกว่ากันในการทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นเท่ากัน?



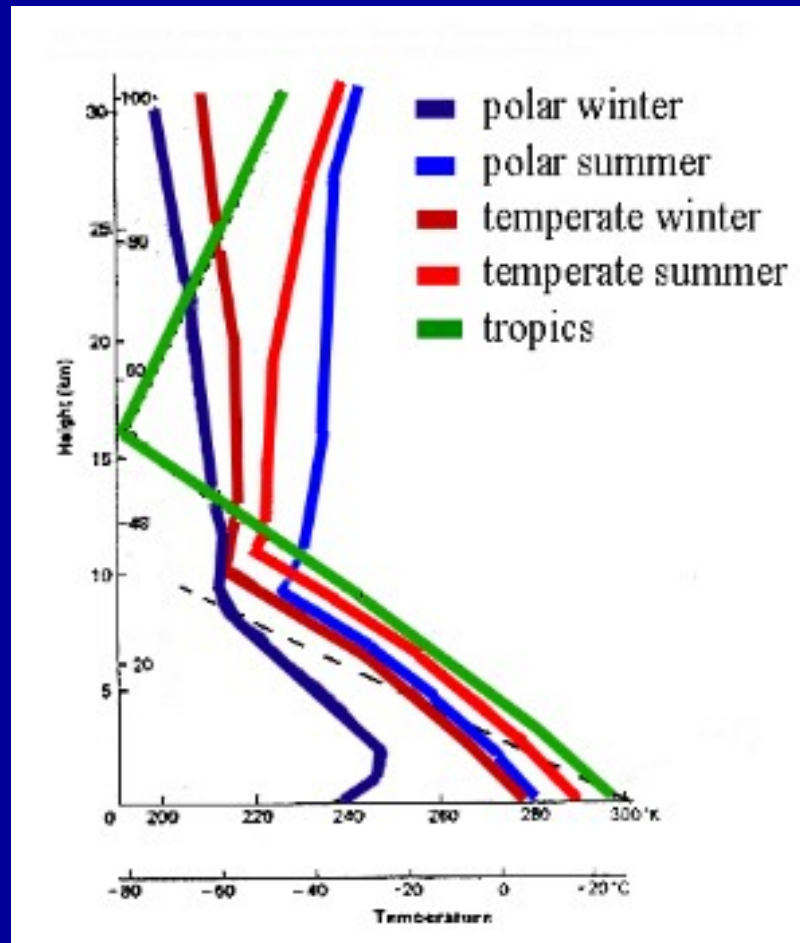
Heat Capacity

Specific Heat of Various Substances		
Substances	Cal g ⁻¹ °C	J kg ⁻¹ °C
Water (pure)	1.00	4186
Wet mud	0.60	2512
Ice (0 °C)	0.50	2093
Sandy clay	0.33	1381
Dry air (sea level)	0.24	1055
Quartz sand	0.19	795
Granite	0.19	794

Daily Temperature



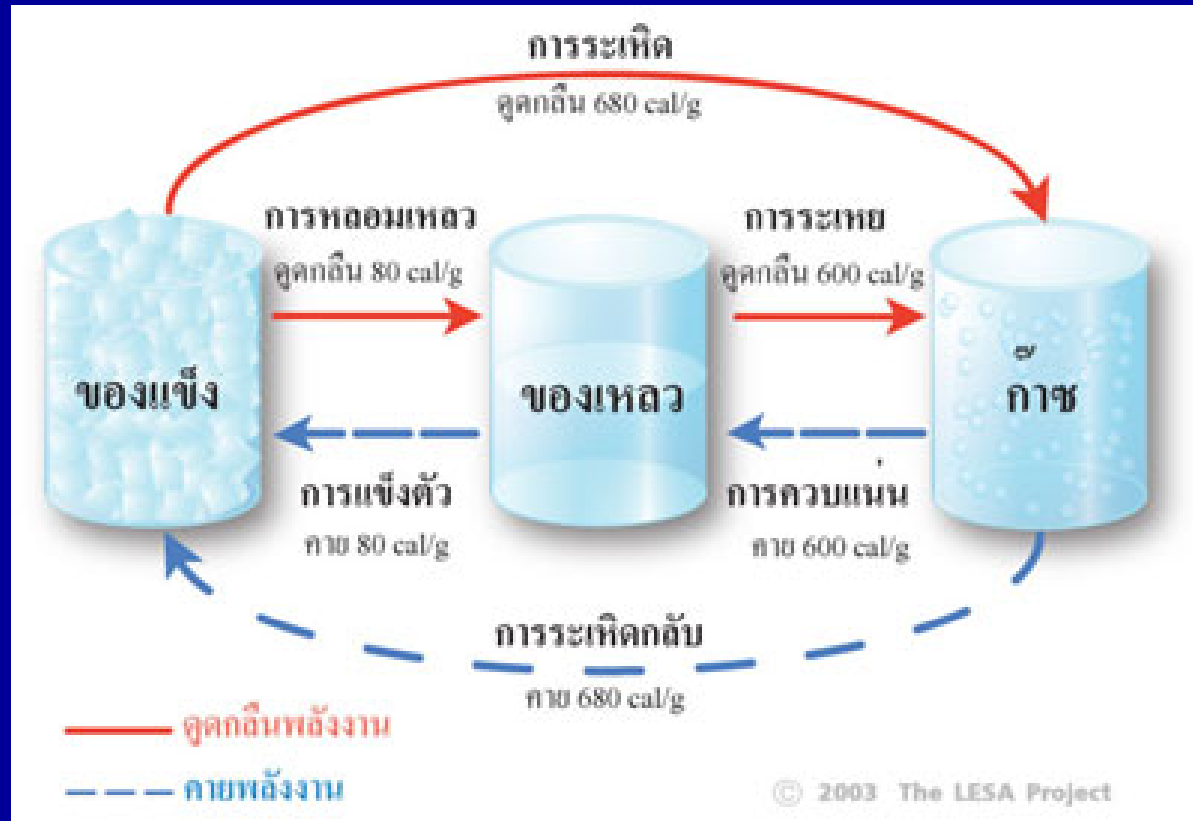
Temperature profiles



ไอน้ำในอากาศ

- ถึงแม้อากาศจะมีไอน้ำได้สูงสุดไม่เกิน 4% แต่ก็มีอิทธิพลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศได้อย่างรุนแรง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำในอากาศสามารถเปลี่ยนสถานะกลับไปกลับมาได้ทั้งสามสถานะ เนื่องจากอุณหภูมิ ณ จุดควบแน่น และจุดเยือกแข็ง มีได้แตกต่างกันมาก การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำอาศัยการดูดและคายพลังงาน ซึ่งเป็นกลไกในการขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพลมฟ้าอากาศ

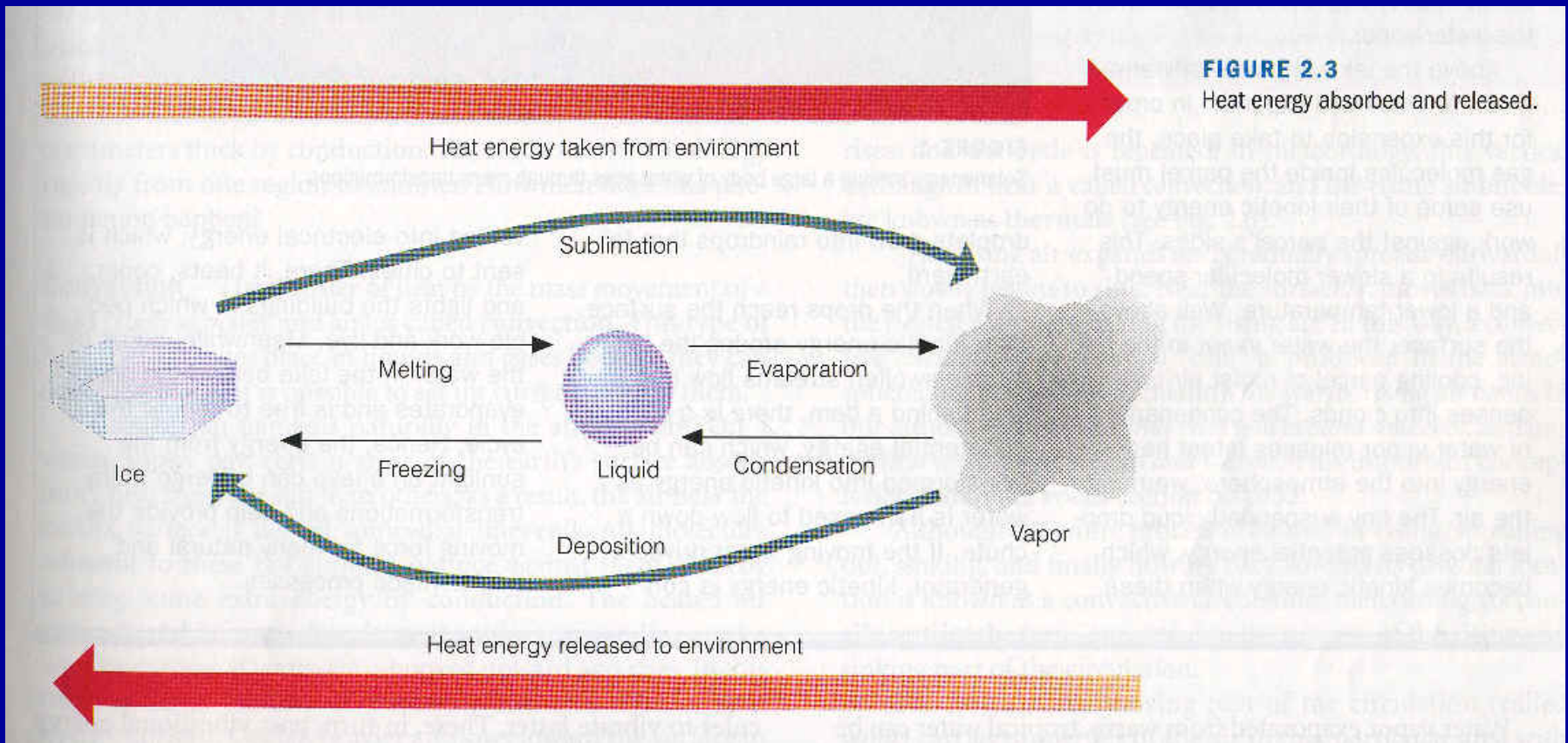
ความร้อนแฝง (Latent Heat)



1 แคลอรี = ปริมาณความร้อนซึ่งทำให้น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1°C (ดังนั้นหากเราเพิ่มความร้อน 10 แคลอรีให้กับน้ำ 1 กรัม น้ำจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น 10°C)

Latent Heat

- พลังงานที่ทำให้สารประกอบเปลี่ยนสถานะ



การระเหย (Evaporation)

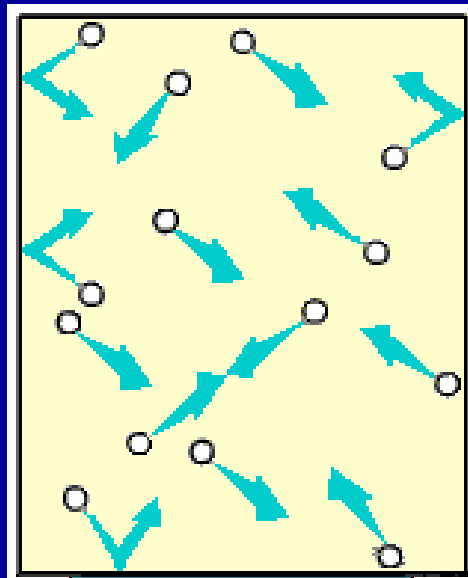
- การระเหยต้องการดูดกลืนความร้อนแฝง **600 แคลอรี** เพื่อที่จะเปลี่ยน น้ำ 1 กรัมให้กลายเป็นไอน้ำ
- ในทางกลับกัน เมื่อไอน้ำกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำ “การควบแน่น” (Condensation) น้ำจะคายความร้อนแฝงออกมา **600 แคลอรี/กรัม** เช่นกัน

การระเหิด (Sublimation)

- การระเหิดต้องการดูดกลืนความร้อนแฝง **680 แคลอรี** เพื่อที่จะเปลี่ยน น้ำแข็ง 1 กรัม ให้กลายเป็นไอน้ำ
- ในทางกลับกัน เมื่อไอน้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งโดยตรง เราเรียกว่า “การระเหิดกลับ” (Deposition) ไอน้ำจะคายความร้อนแฝงออกมา **680 แคลอรี/กรัม** เช่นกัน

Kinetic Energy & Temperature

Temperature of gas is a measure of kinetic energy of gas molecules



Ideal Gas Law

$$pV=nRT$$

p is the pressure and

V is the volume

n is the number of moles,

R=0.0821 L atm mol⁻¹ K⁻¹

(the gas constant)

T is the temperature.

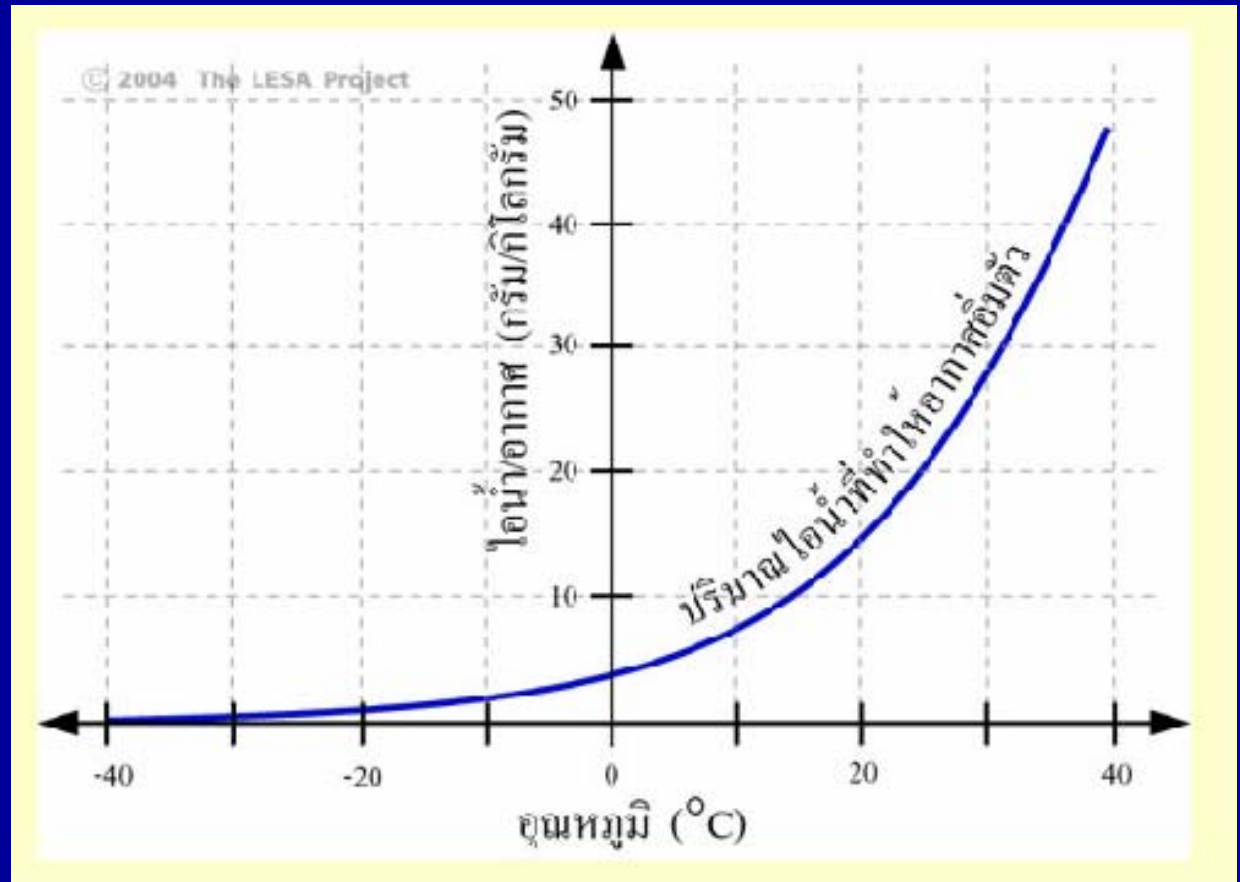
ปริมาณไอน้ำอิ่มตัวในอากาศ

อุณหภูมิสูงขึ้นทุกๆ
 10°C อากาศจะ
ต้องการปริมาณไอน้ำ
เพิ่มขึ้น 2 เท่า เพื่อทำ
ให้เกิดการอิ่มตัว

ณ อุณหภูมิ 10°C
อากาศ 1 กิโลกรัม
ต้องการไอน้ำ 7 กรัม

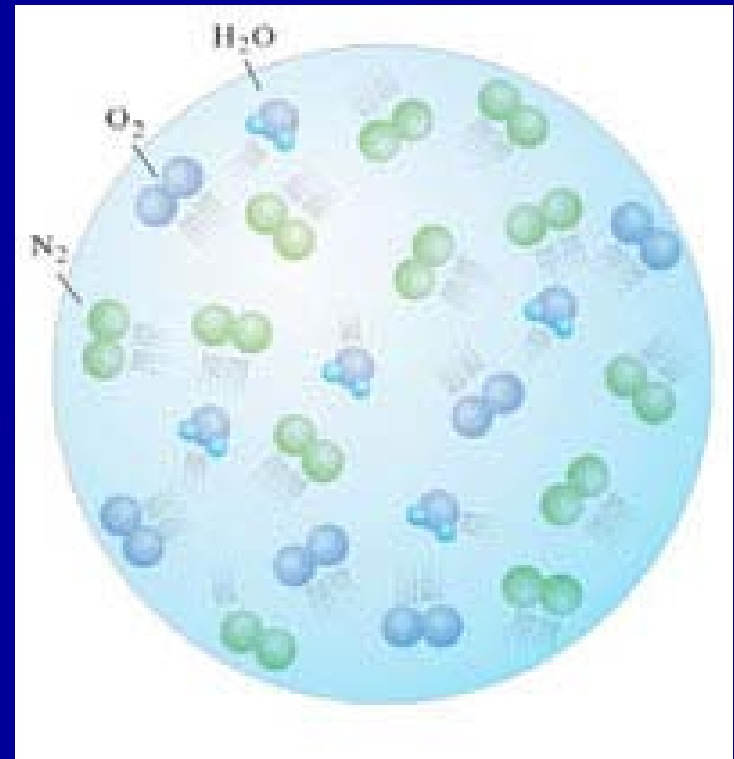
ณ อุณหภูมิ 20°C
อากาศ 1 กิโลกรัม
ต้องการไอน้ำ 14 กรัม

ณ อุณหภูมิ 30°C
อากาศ 1 กิโลกรัม
ต้องการไอน้ำ 28 กรัม



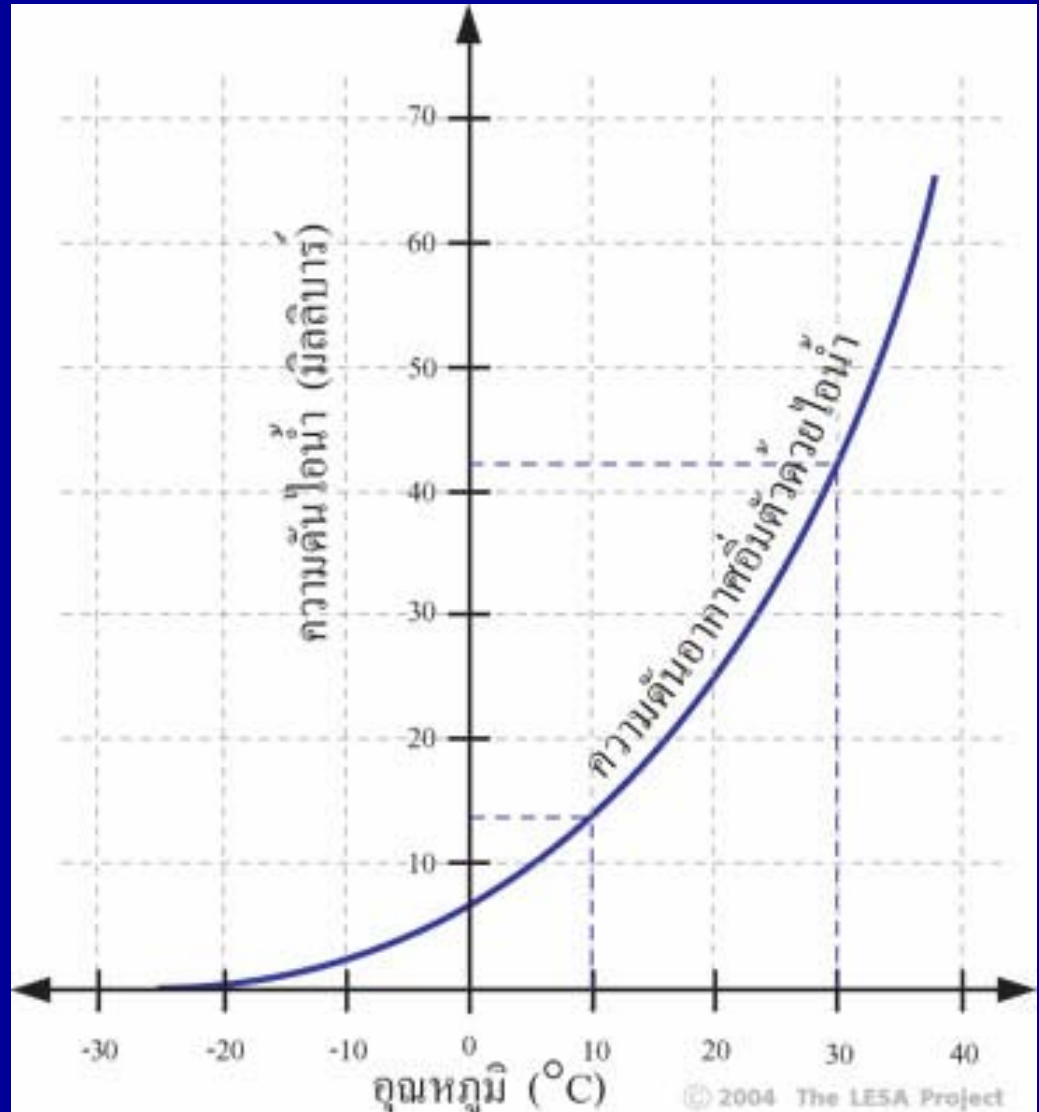
ความดันไอน้ำในกล่มอากาศ (parcel of air)

- ความกดอากาศ 1,000 mb (มิลลิบาร์) มีองค์ประกอบเป็น
 - ก๊าซไนโตรเจน 78%
 - ก๊าซออกซิเจน 21% และ
 - ไอน้ำประมาณ 1%
- ด้วยสัดส่วนนี้ทำให้
 - ก๊าซไนโตรเจนทำให้เกิดแรงดัน 780 mb
 - ก๊าซออกซิเจนทำให้เกิดแรงดัน 210 mb และ
 - ไอน้ำทำให้เกิดแรงดัน 10 mb
- จะเห็นได้ว่า “ความดันไอน้ำ” (Vapor pressure) มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับความดันก๊าซทั้งหมด



Saturation Vapour Pressure

- ที่ความดันไอน้ำอิ่มตัว 12 มิลลิบาร์ อากาศมีอุณหภูมิ 10°C
- ที่ความดันไอน้ำอิ่มตัว 42 มิลลิบาร์ อากาศมีอุณหภูมิ 30°C
- หากมีจำนวนไอน้ำในอากาศมากขึ้น ความดันไอน้ำจะเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิของอากาศก็จะสูงตามไปด้วย เราจึงสรุปได้ว่า
- “อุณหภูมิของอากาศแปรผันตามความดันไอน้ำ (ปริมาณของไอน้ำในอากาศ)” และ “อากาศชื้นย่อมจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศแห้ง”



ความชื้นของอากาศ (Humidity)

- ความชื้นของอากาศ (Humidity) หมายถึง ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ
- ความชื้นของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความดัน และ อุณหภูมิ

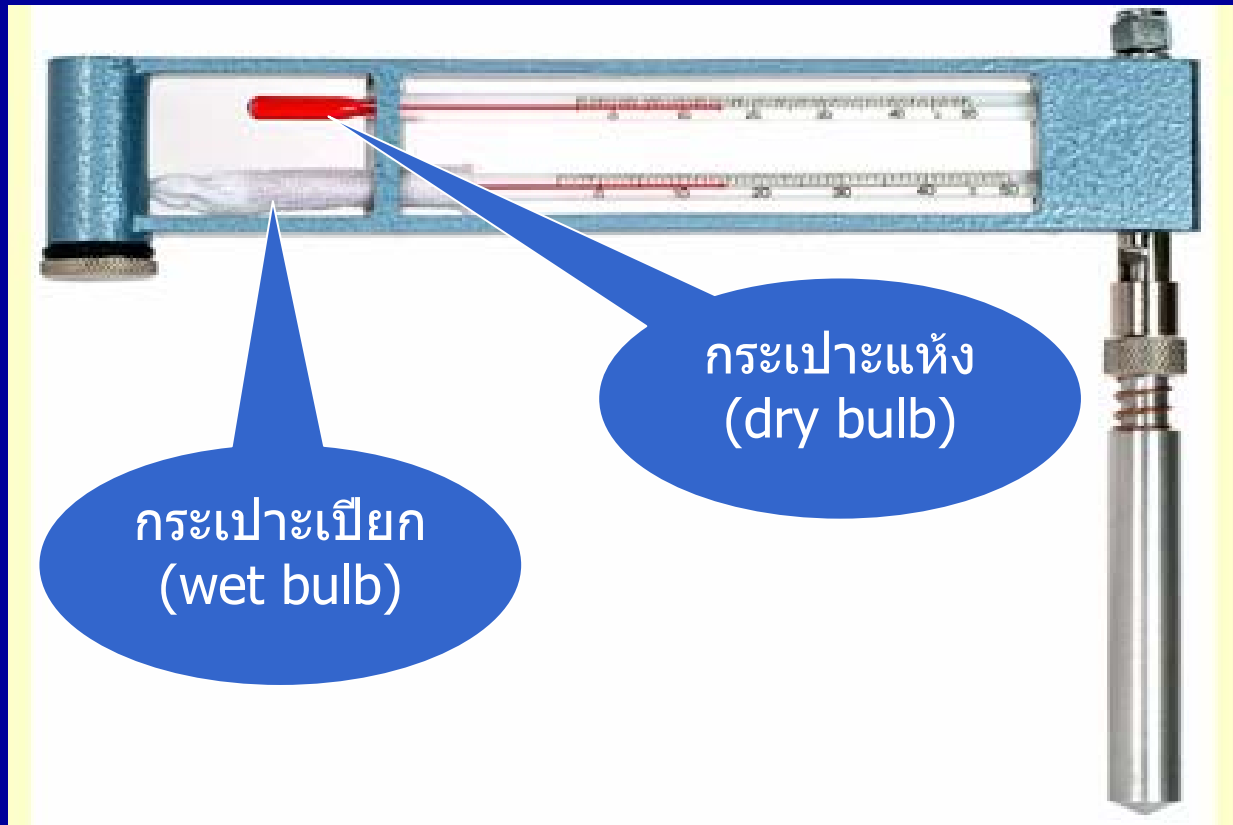
ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

- ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) หมายถึง “อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ต่อ ปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัว ณ อุณหภูมิเดียวกัน”
- หรือ “อัตราส่วนของความดันไอน้ำที่มีอยู่จริง ต่อ ความดันไอน้ำอิ่มตัว” ค่าความชื้นสัมพัทธ์แสดงในรูปของร้อยละ (%)
- $RH = (\text{ปริมาณไอน้ำที่อยู่ในอากาศ} / \text{ปริมาณไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว}) \times 100\%$ หรือ
- $RH = (\text{ความดันไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ} / \text{ความดันไอน้ำของอากาศอิ่มตัว}) \times 100\%$

การวัดความชื้นในอากาศ

- ในการวัดความชื้นสัมพัทธ์ เราใช้เครื่องมือซึ่งเรียกว่า ไฮโกรมิเตอร์ (Hygrometer) หรือ ไฮโครมิเตอร์ (Psychrometer) ซึ่งมีอยู่หลายหลากชนิด มีทั้งทำด้วยกระดาษเพาเปอร์มอมิเตอร์ และเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

Sling Psychrometer



- หมุนสลิงไซโครมิเตอร์จับเวลา 3 นาที แล้วอ่านค่าแตกต่างของอุณหภูมิกระเปาะทั้งสองบนตารางเปรียบเทียบ ก็จะได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

จุดน้ำค้าง (Dew point)

- ปริมาณของไอน้ำในอากาศขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ อากาศร้อนสามารถเก็บไอน้ำได้มากกว่าอากาศเย็น ดังนั้นหากเราลดอุณหภูมิของอากาศจนถึงจุดๆ หนึ่ง จะเกิด "อากาศอิ่มตัว" (Saturated air) อากาศไม่สามารถเก็บกักไอน้ำไว้ได้มากกว่านี้ หรือกล่าวได้ว่า อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 100% ดังนั้นหากอุณหภูมียังคงลดต่ำลงอีก ไอน้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว อุณหภูมิที่ทำให้เกิดการควบแน่นนี้เรียกว่า "จุดน้ำค้าง" (Dew point)
- จุดน้ำค้างของอากาศชั้นมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดน้ำค้างของอากาศแห้ง

Adiabatic Process

- การควบแน่นของไอน้ำในอากาศ ทำให้เกิดการคายความร้อนแฝง ส่งผลให้อากาศโดยรอบมีอุณหภูมิสูงขึ้น เราเรียกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยที่ไม่ต้องมีการเพิ่มพลังงานความร้อนจากภายนอกระบบ เช่นนี้ว่า “การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบอะเดียแบติก” (Adiabatic temperature change)

Adiabatic Process

- กระบวนการที่ไม่มี
การถ่ายเทความ
ร้อนกับ
สิ่งแวดล้อม

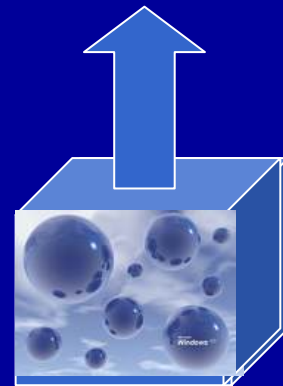


กลุ่มอากาศ

Dry Adiabatic Lapse Rate

กลุ่มอากาศที่ไม่อิ่มตัวด้วยไอน้ำจะ
ขยายตัวและเย็นลงประมาณ 10°C
เมื่อถูกเลื่อนขึ้นสูง 1 กิโลเมตร

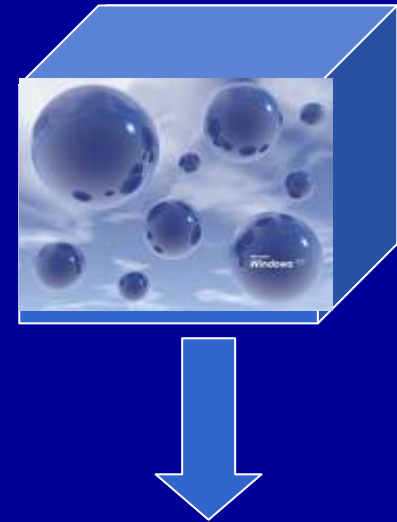
เรียกอัตราการเปลี่ยนอุณหภูมินี้
ว่า **DRY ADIABATIC LAPSE
RATE** (unsaturated adiabatic
lapse rate).



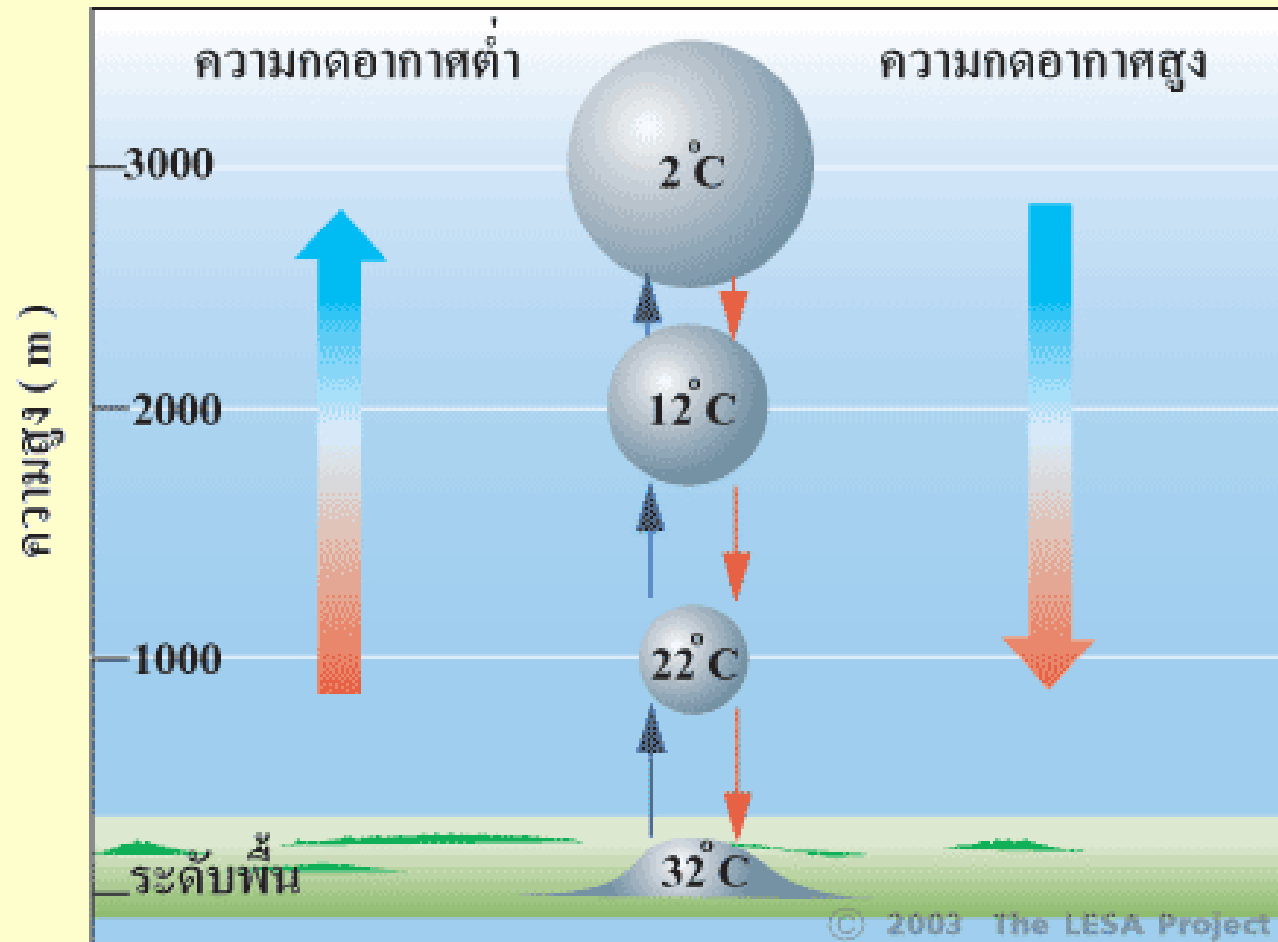
Adiabatic Lapse Rate

ในทางตรงกันข้ามก่อนอากาศจะร้อนขึ้น 10°C เมื่อถูกนำต่ำลงมาจากเดิม 1 กิโลเมตร

เรียกอัตราการเปลี่ยนอุณหภูมินี้ว่า **DRY ADIABATIC LAPSE RATE** (unsaturated adiabatic lapse rate).



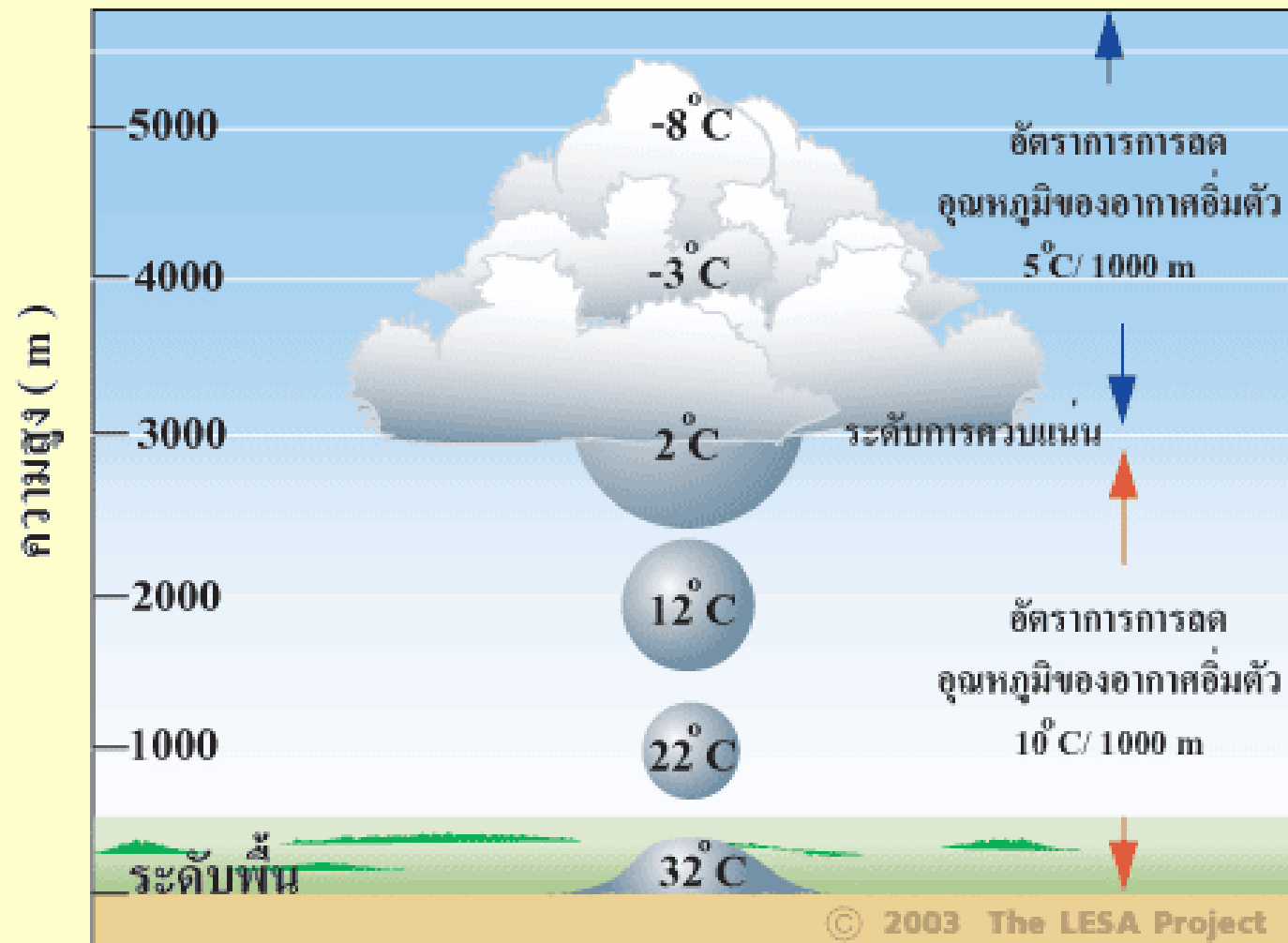
Dry Adiabatic Lapse Rate (DALR)



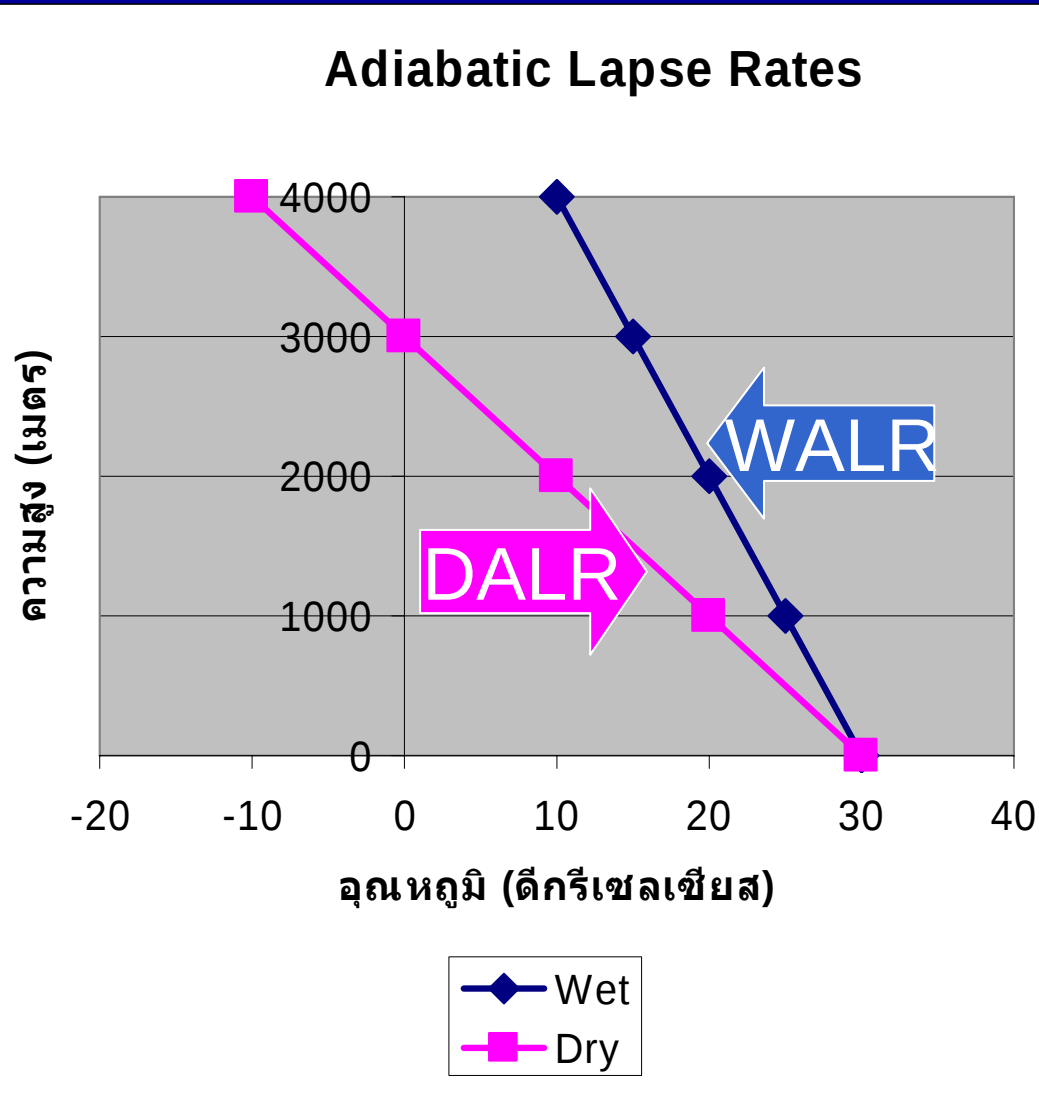
WET (Saturated) ADIABATIC LAPSE RATE

- กลุ่มอากาศที่มีไอน้ำอยู่จะเย็นลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่น้อยกว่า dry adiabatic lapse rate เนื่องจากมีการปล่อยความร้อนแฝงออกมาเมื่อเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ
- **Saturated Adiabatic Lapse Rate** มีค่าประมาณ 5°C ต่อกิโลเมตร

Wet Adiabatic Lapse Rate (WALR)



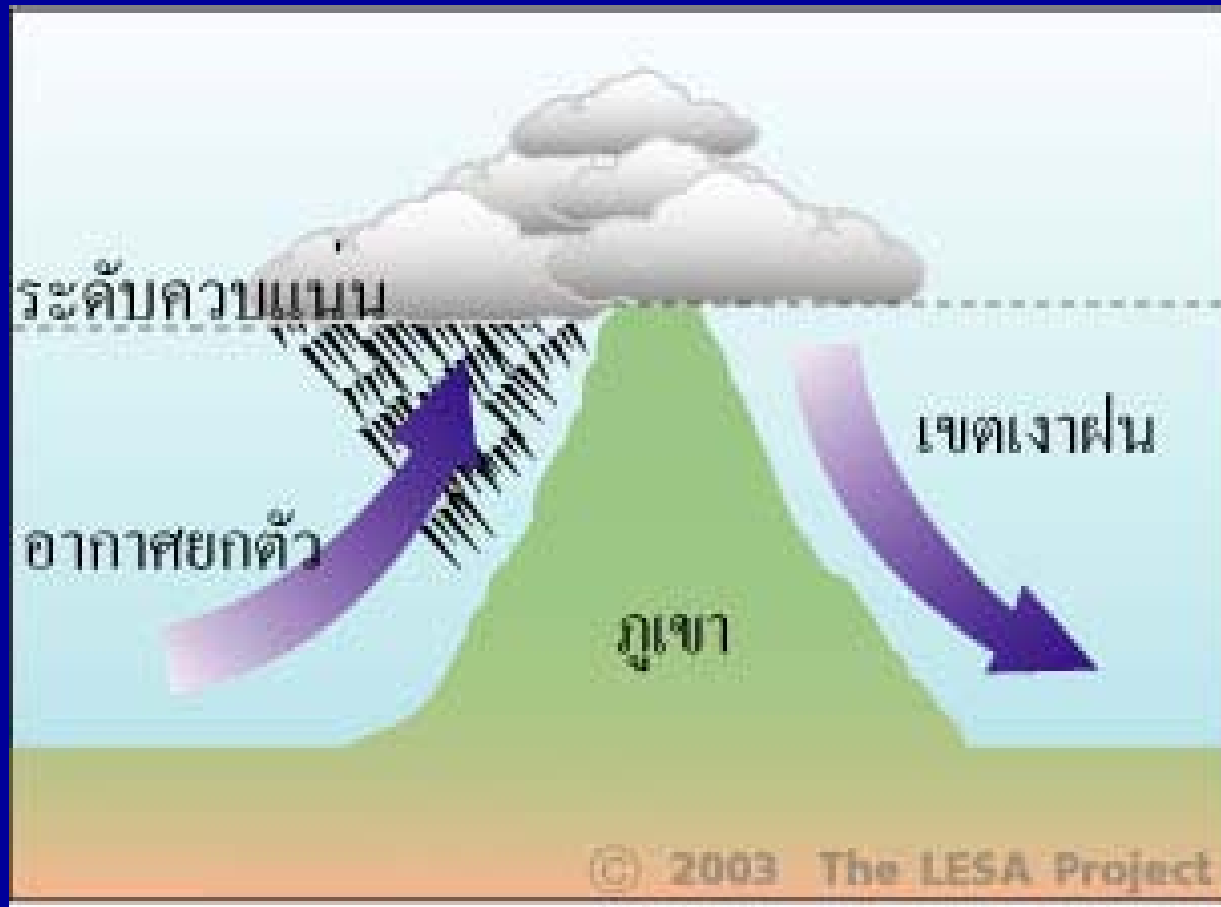
Adiabatic Lapse Rates



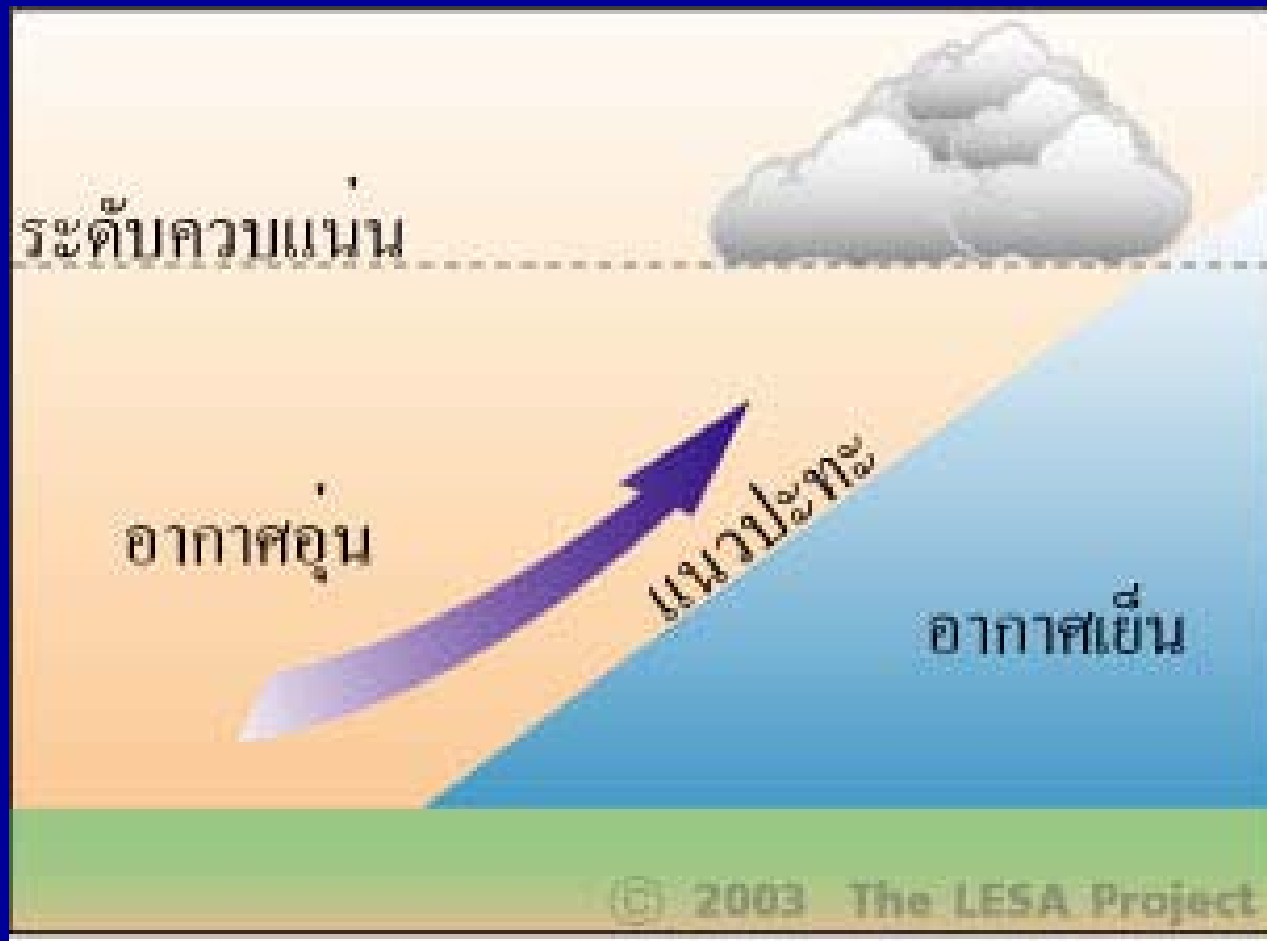
การเกิดเมฆ

- “เมฆ” เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการยกตัวของอากาศ
- กลไกที่ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของอากาศในแนวตั้งเช่นนี้ มี 4 กระบวนการ
 - สภาพภูมิประเทศ
 - แนวปะทะ
 - อากาศบีบตัว
 - การพาความร้อน

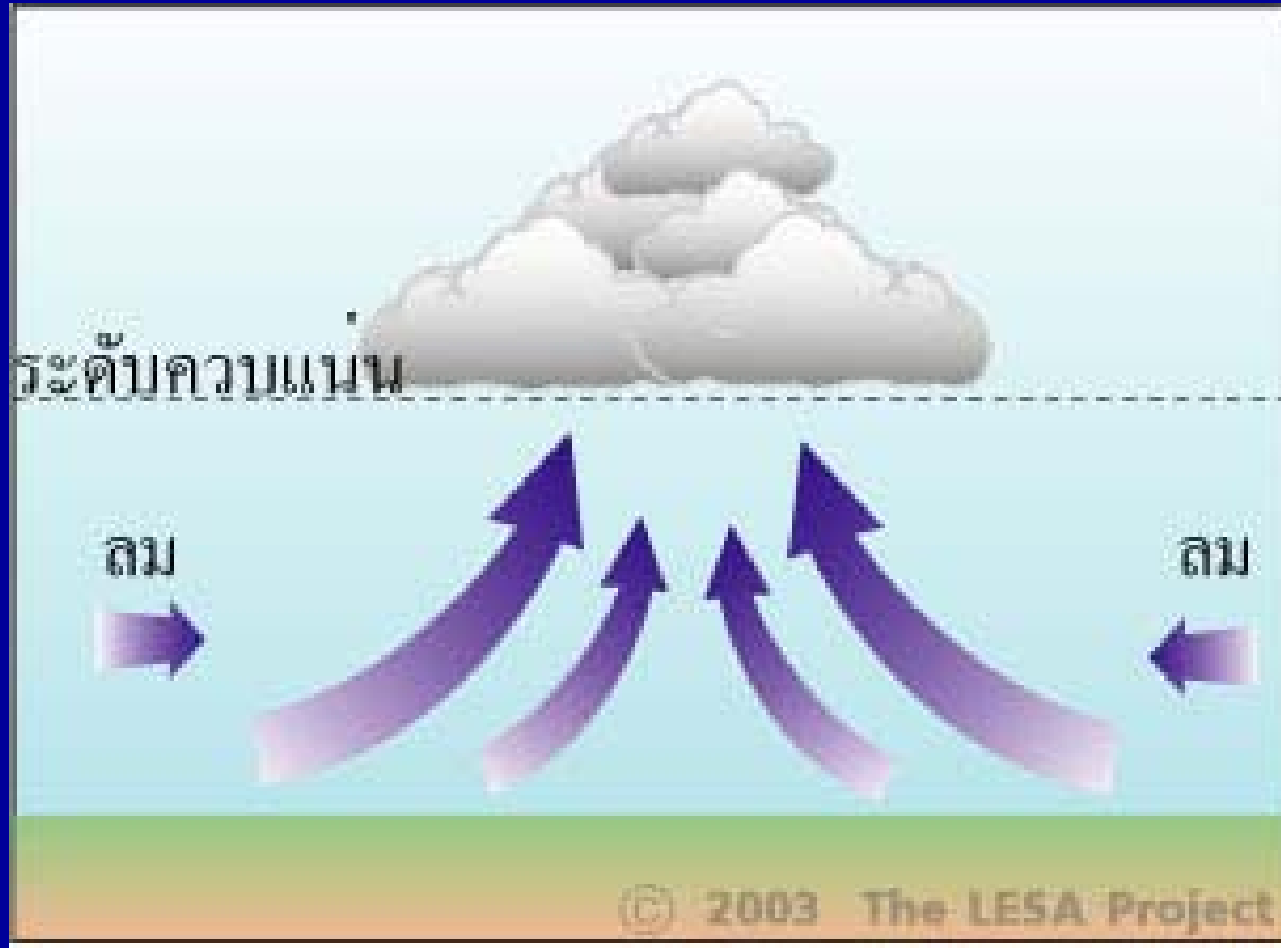
สภาพภูมิประเทศ



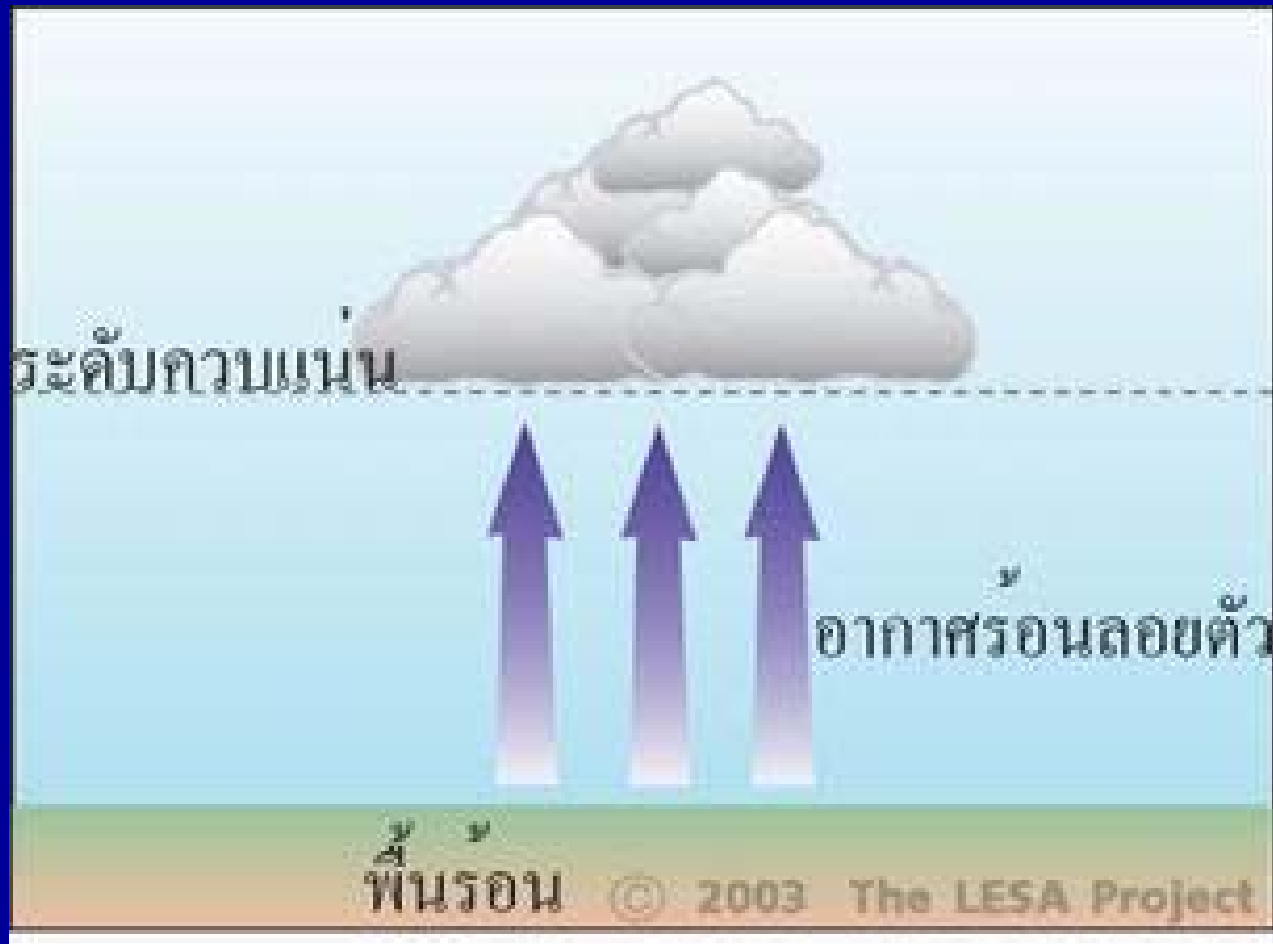
แนวปะทะ



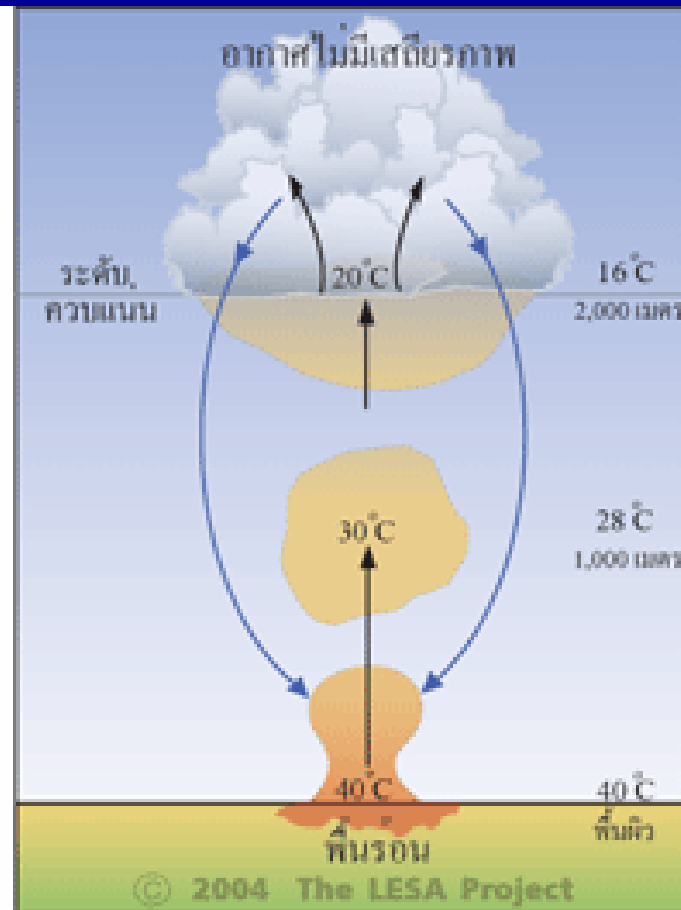
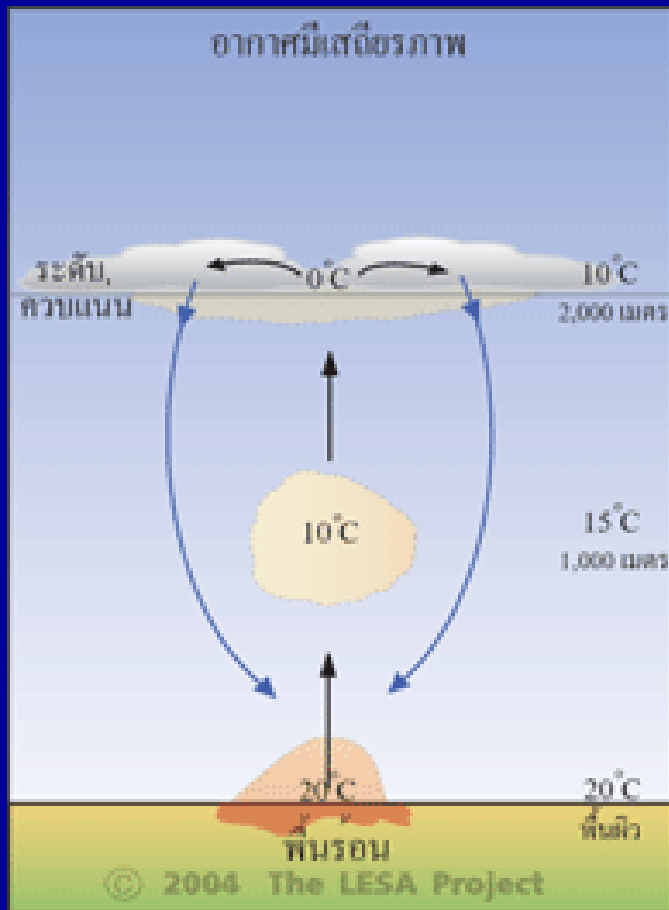
อากาศบีบตัว



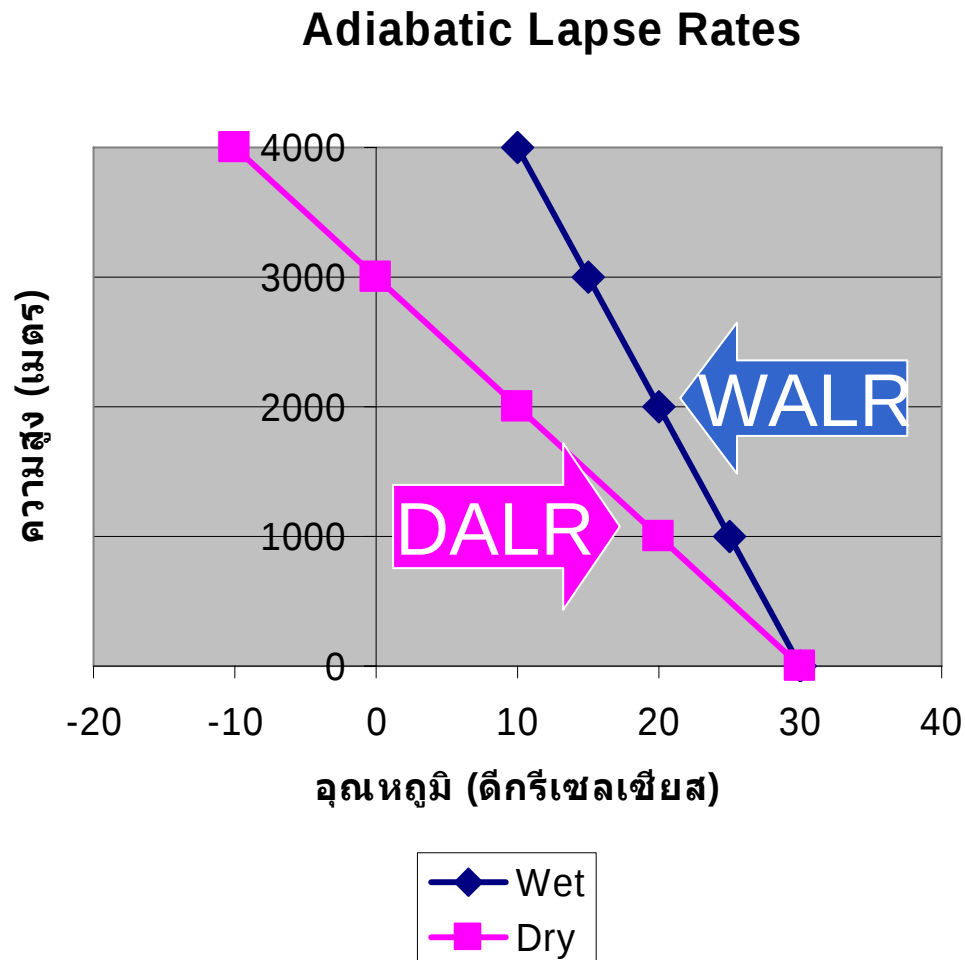
การพาความร้อน



เสถียรภาพของอากาศ

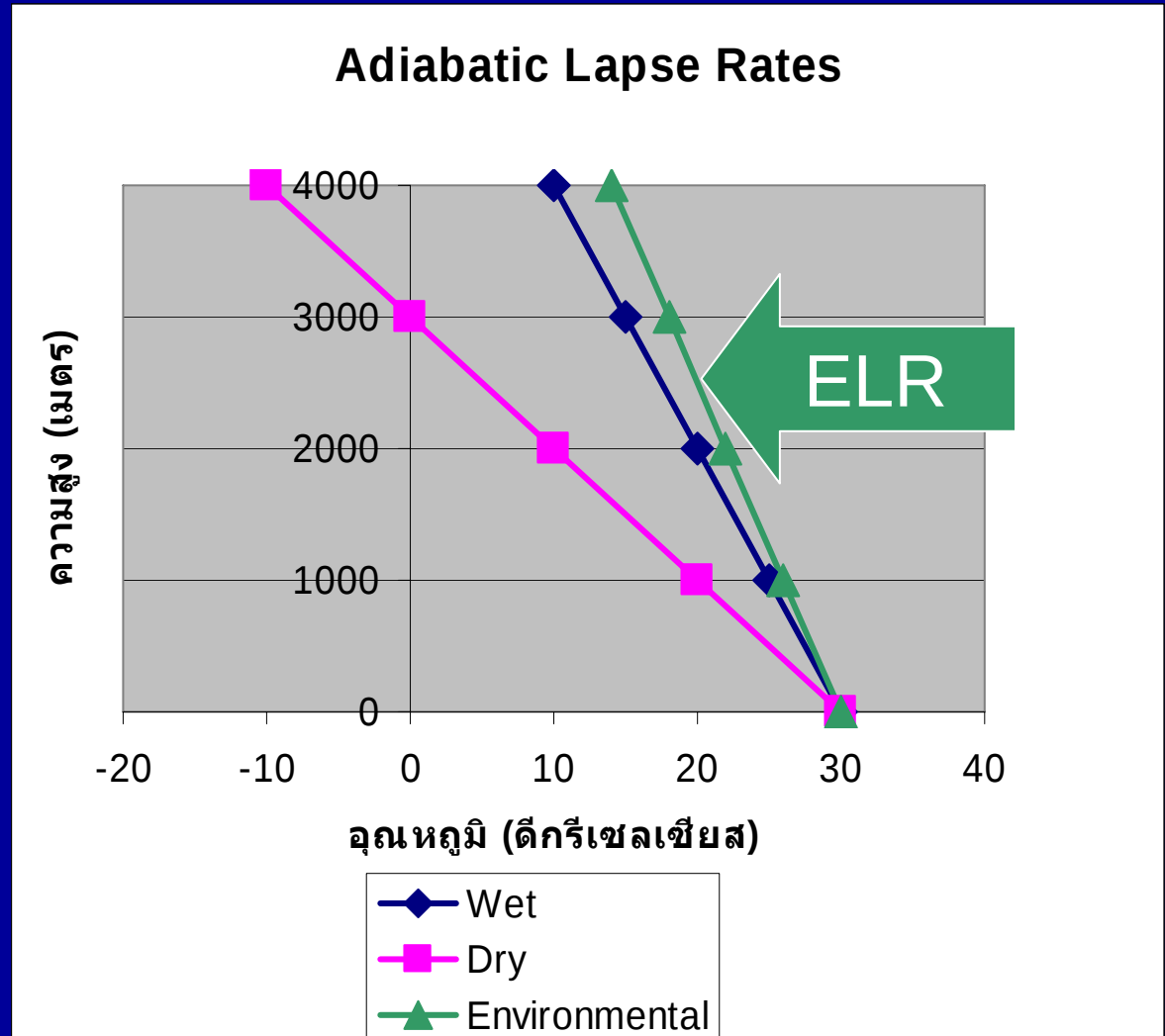


Adiabatic Lapse Rates

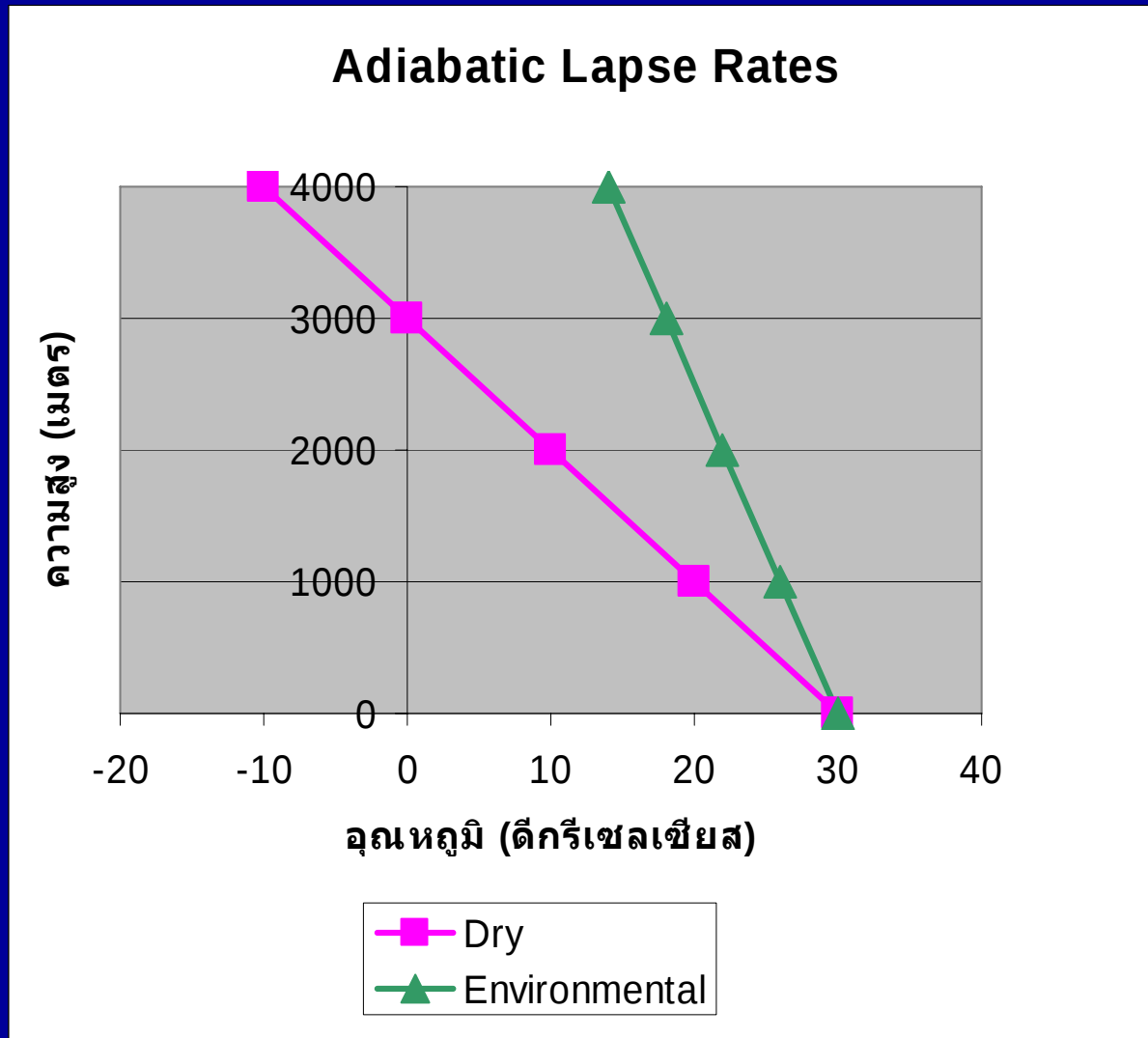


Environmental Lapse Rate

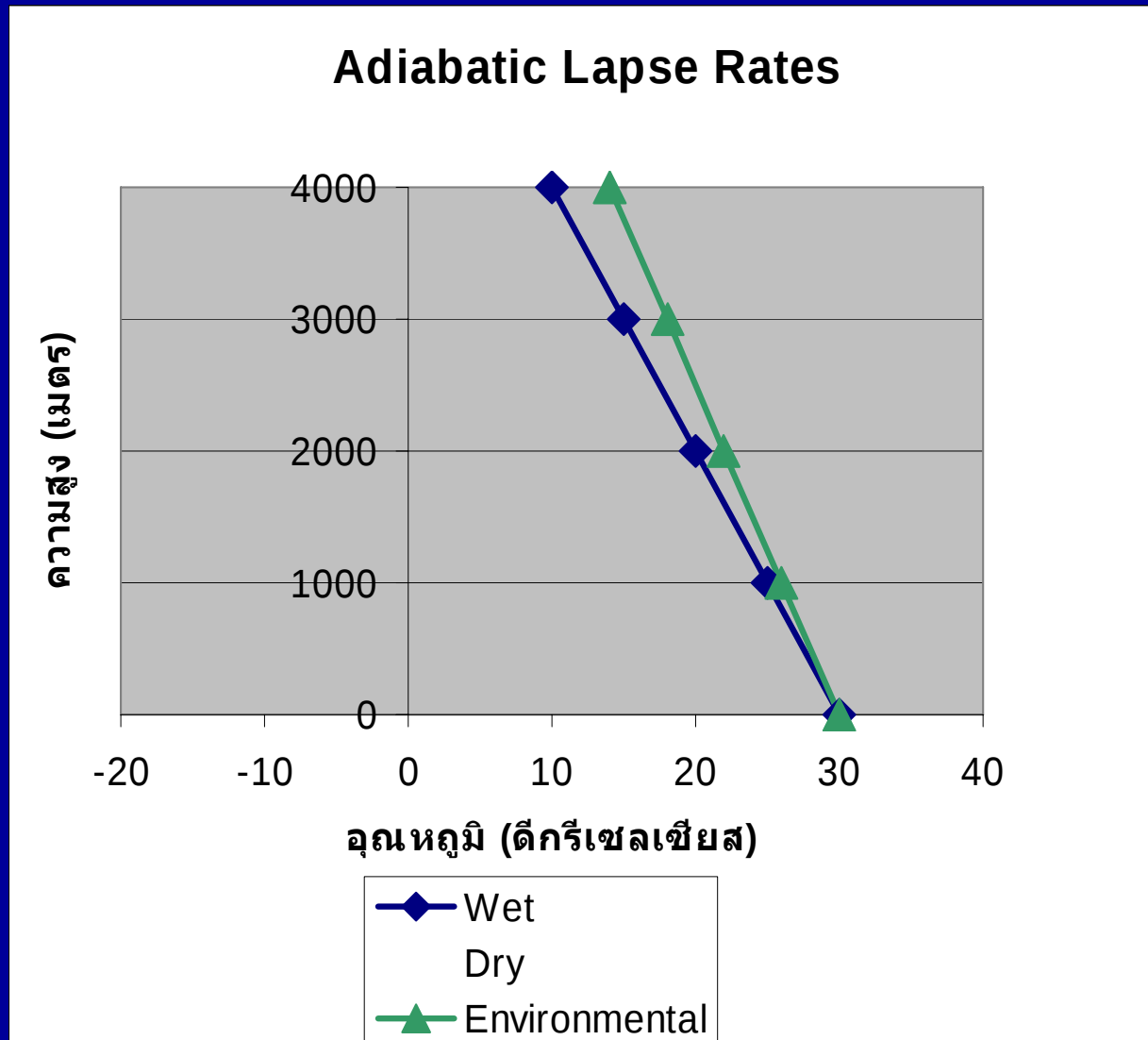
คืออุณหภูมิ
อากาศที่วัด
ได้จริงที่
ความสูงระดับ
ต่าง



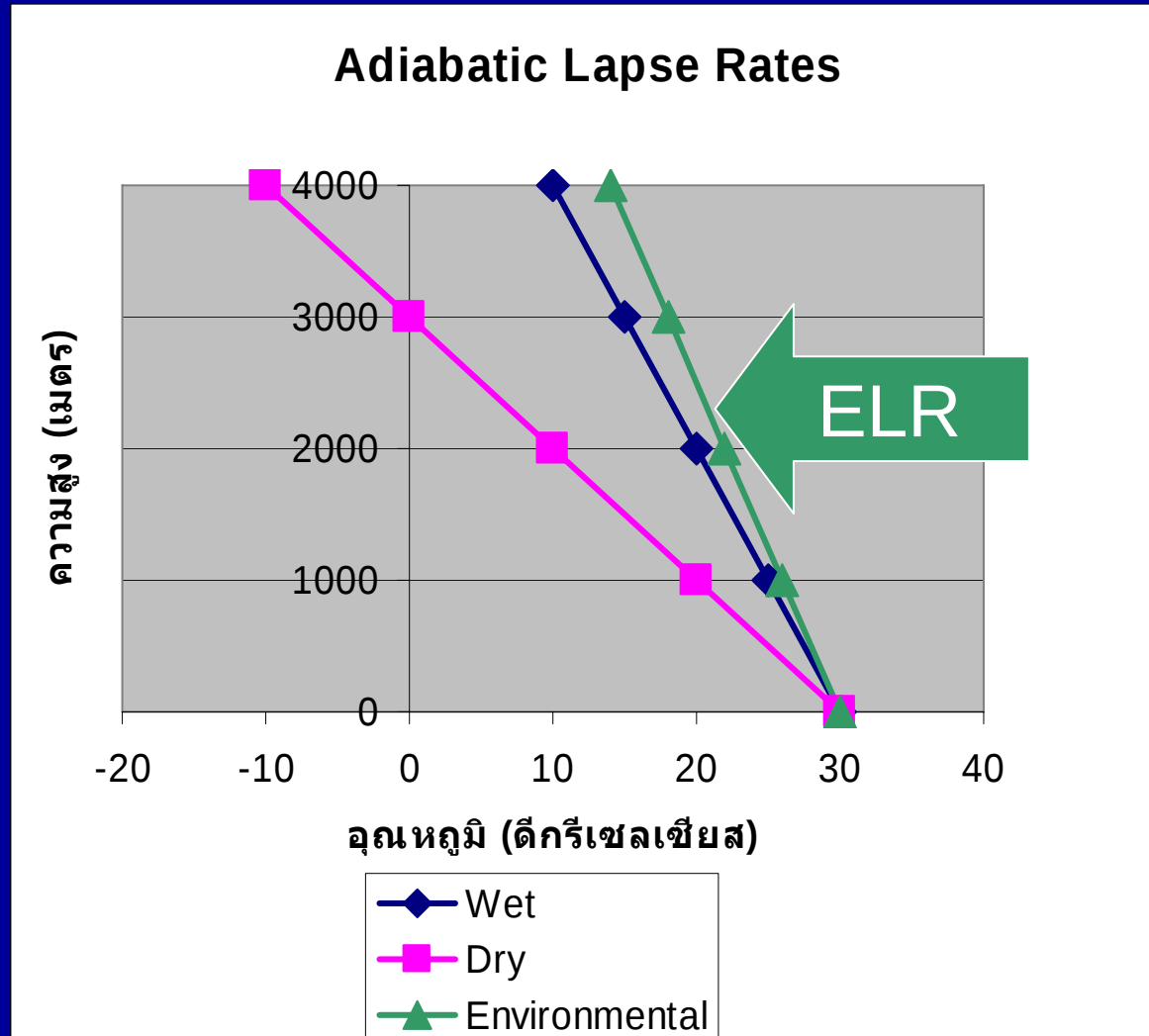
Stable ($EALR > DALR$)



Unstable ($EALR > WALR$)



Absolutely Stable

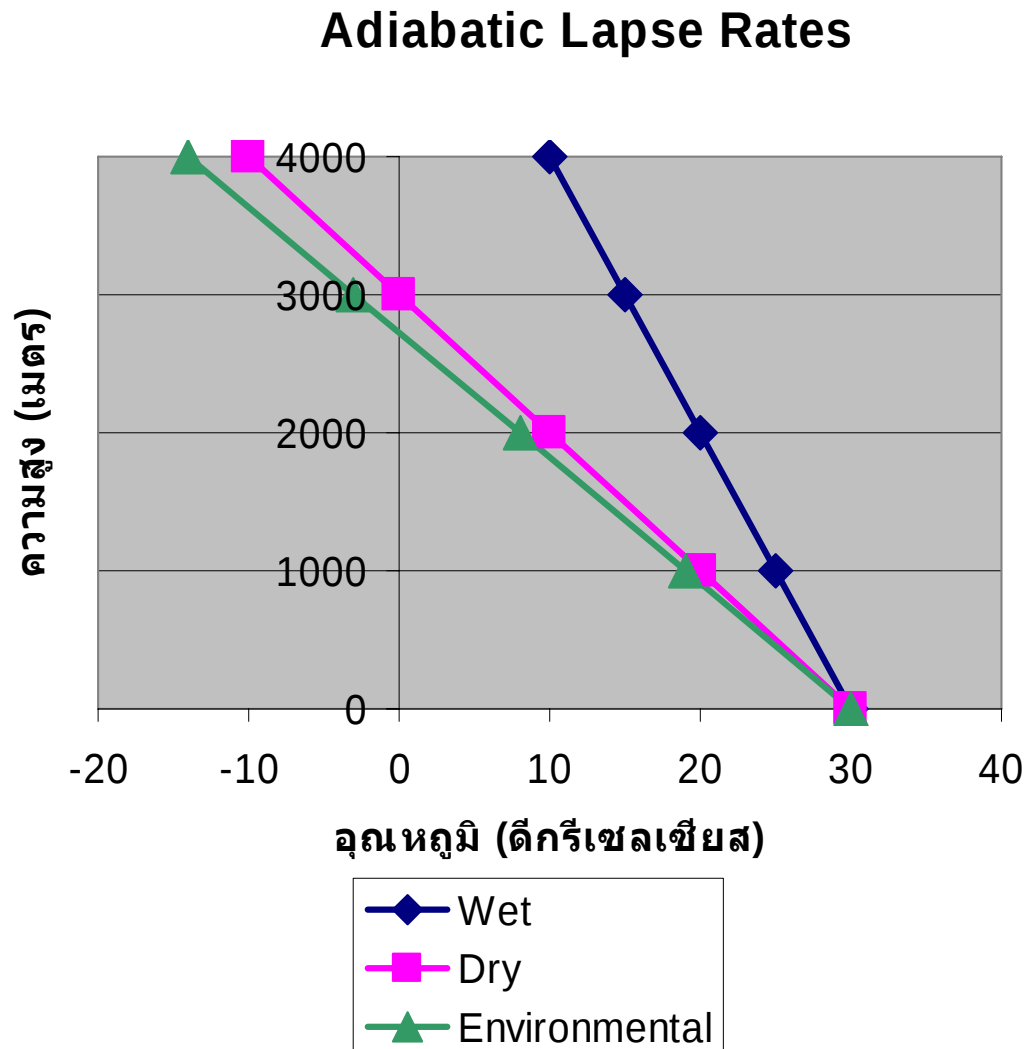


เมฆในอากาศเสถียร

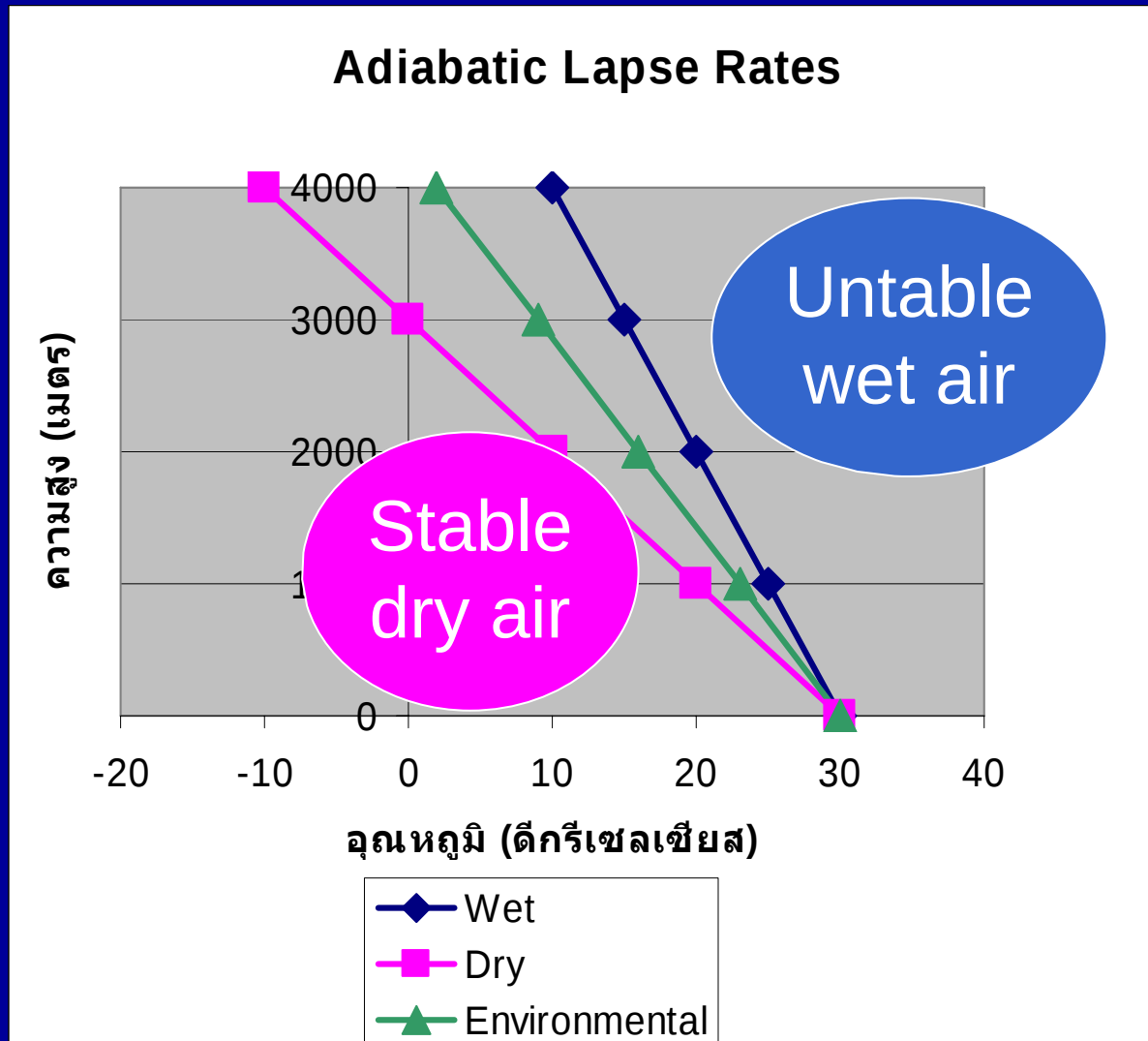
The only way clouds form in an absolutely stable environment is through FORCED LIFTING, say by a mountain, front, etc. Usually such clouds are stratiform in appearance and are called stratus

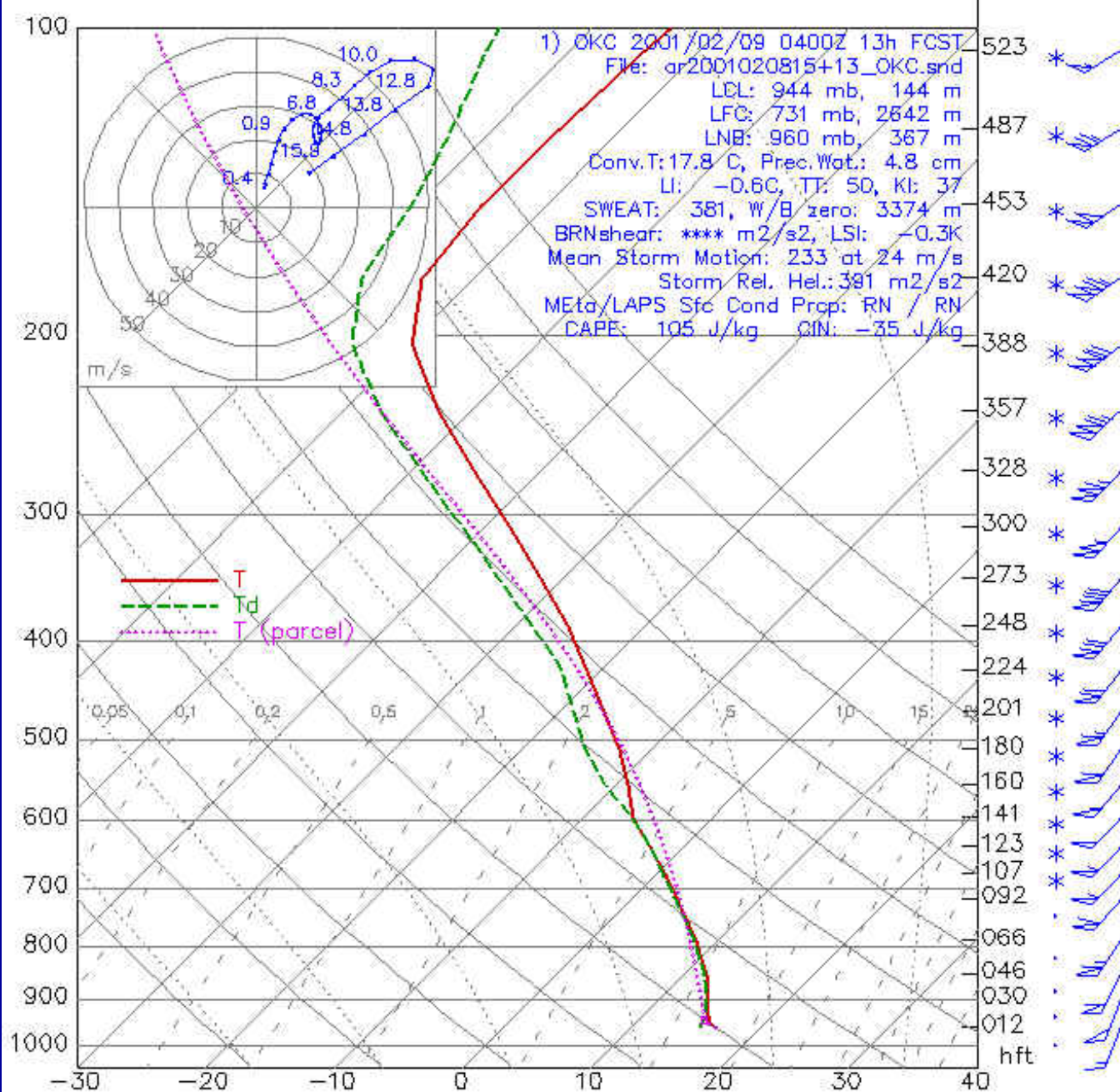
วิธีเดียวที่เมฆจะ
เกิดขึ้นได้ในสภาพ
อากาศที่มีเสถียรภาพ
สมบูรณ์ ต้องมีแรง
ผลักดันให้เมฆลอยตัว
ขึ้น เช่นมีลมพัดผ่าน
ภูเขา เมฆที่เกิดขึ้น
ส่วนใหญ่จะเป็น
แบบ **stratus**

เสถียรภาพสมบูรณ์ (Absolutely Unstable)



ไร้เสถียรภาพแบบมีเงื่อนไข (Conditionally Unstable)



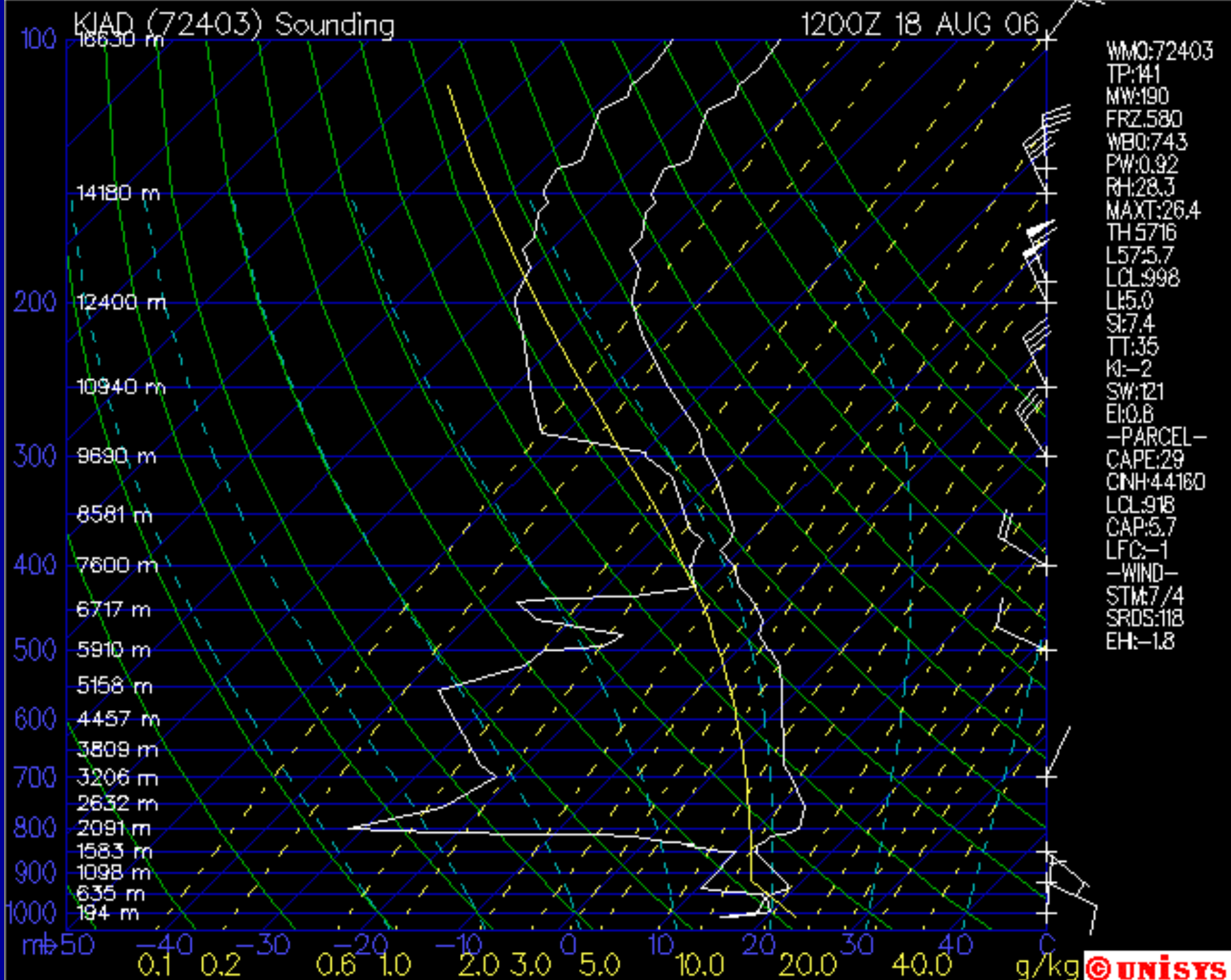


LAPS Potnl Prcp Type: R=, ZR=~ IP=p S=*

OKC 2001/02/09 0400Z 13h FCST

KJAD (72403) Sounding

1200Z 18 AUG 06

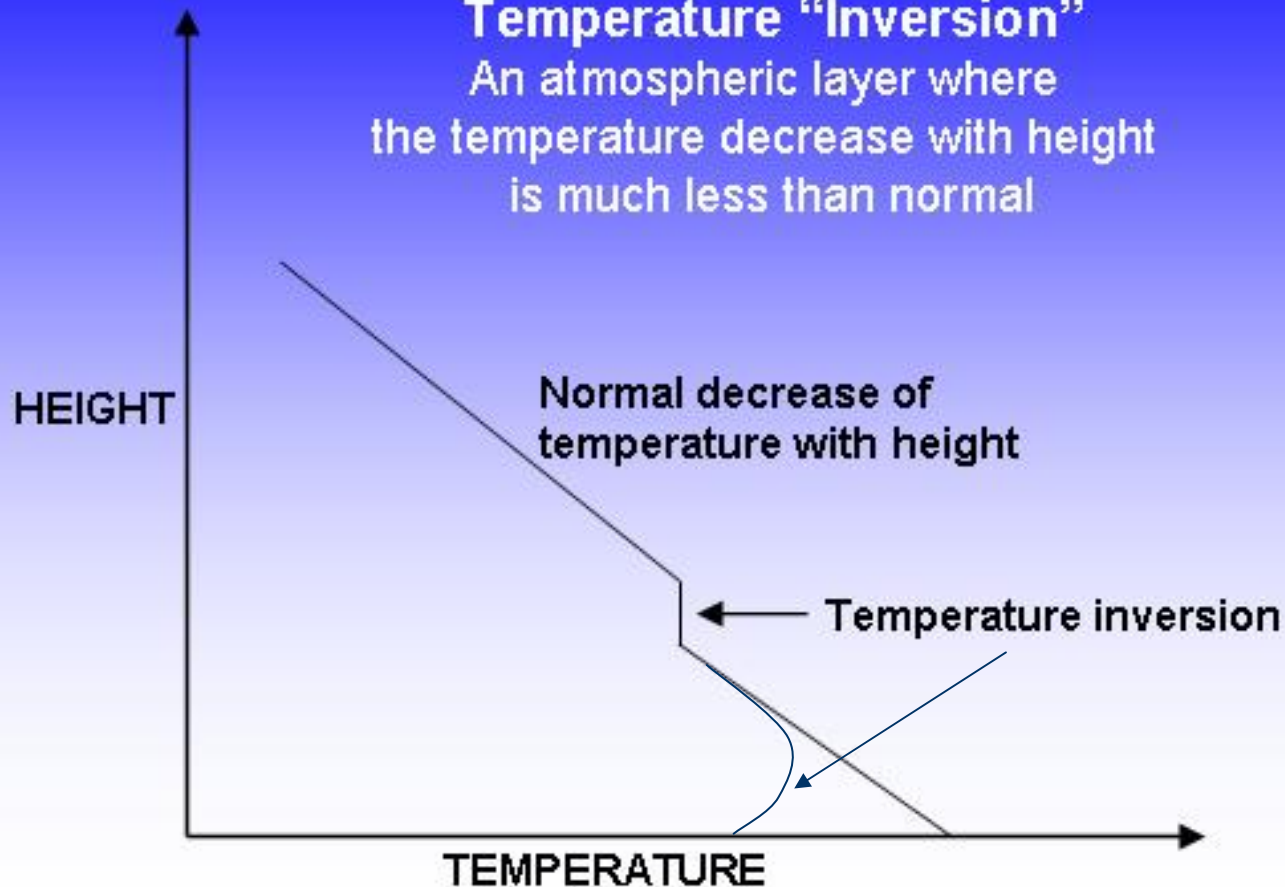


ตัวอย่างอุณหภูมิอากาศ

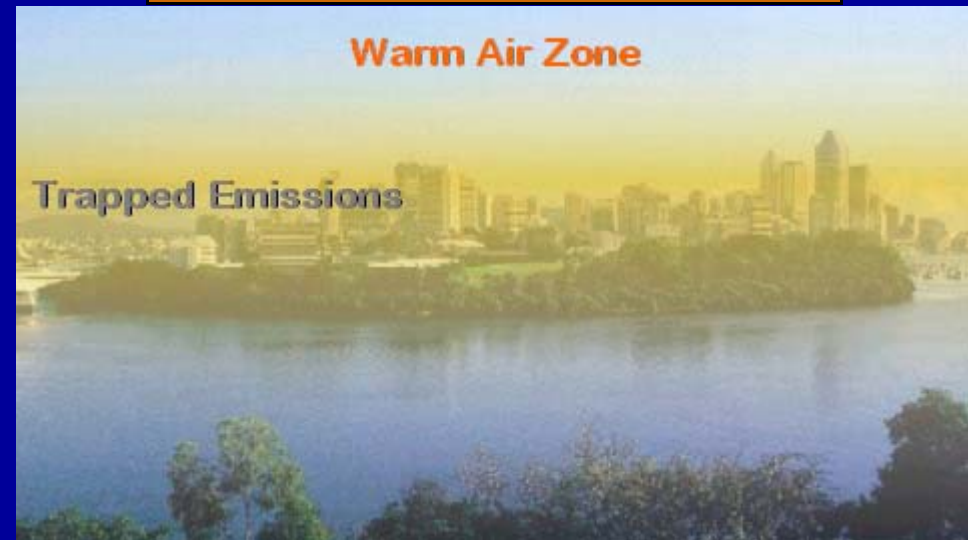
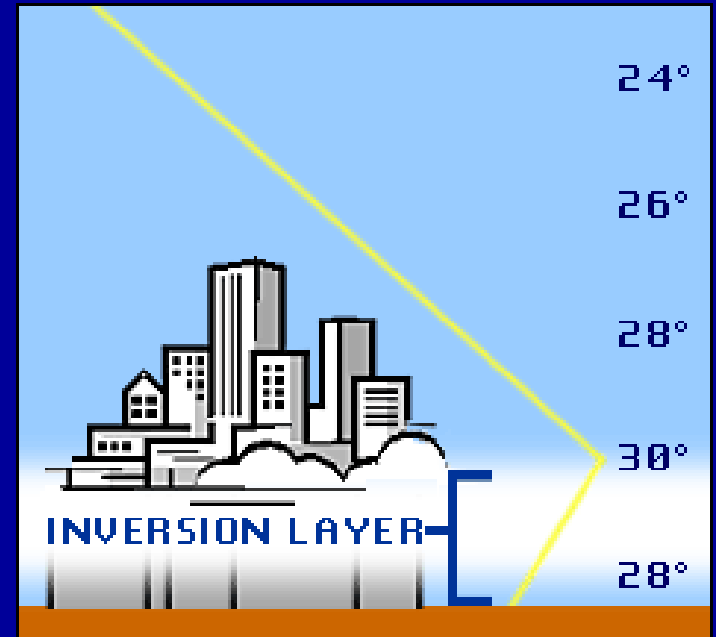
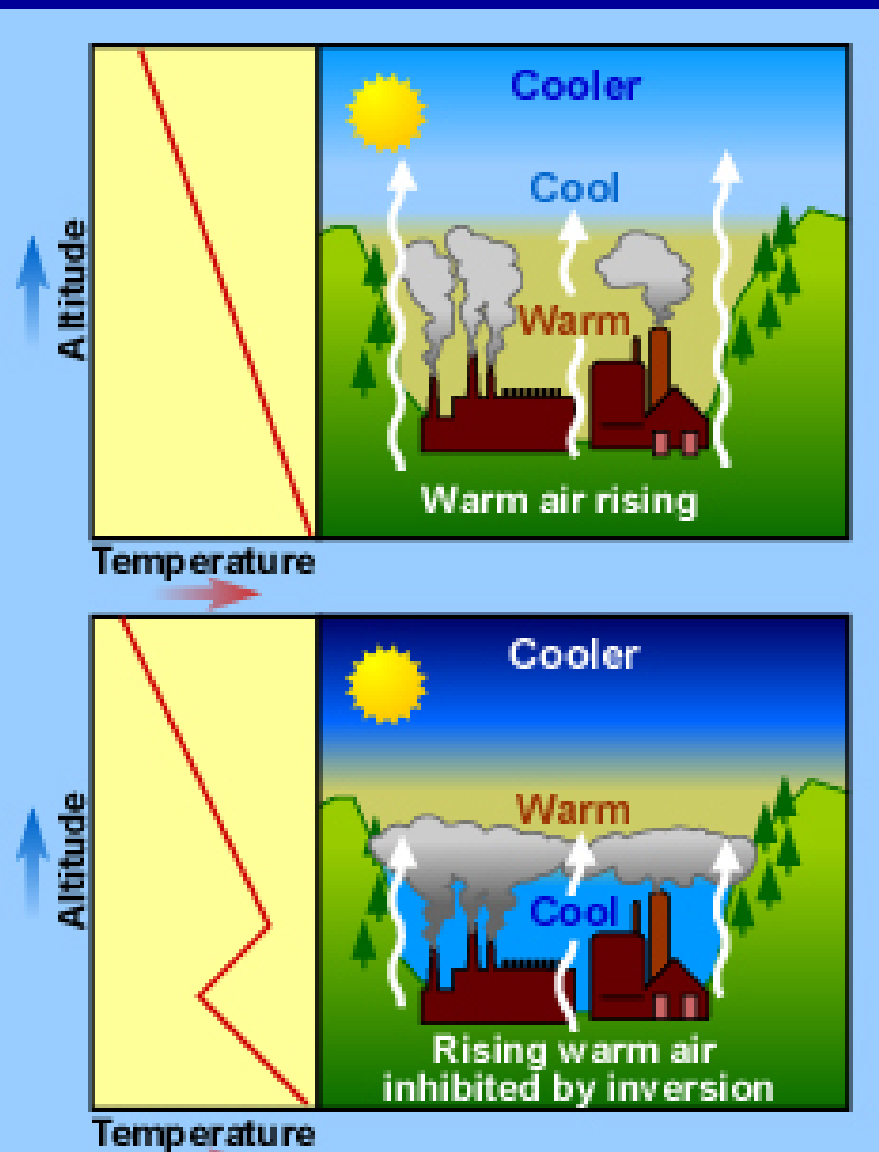
Temperature °C	Height (Km)
34	0
31	1
28	2
21	3
10	4
2	5
-15	6
-15	7
-10	8
-6	9
-6	10

Temperature Inversion

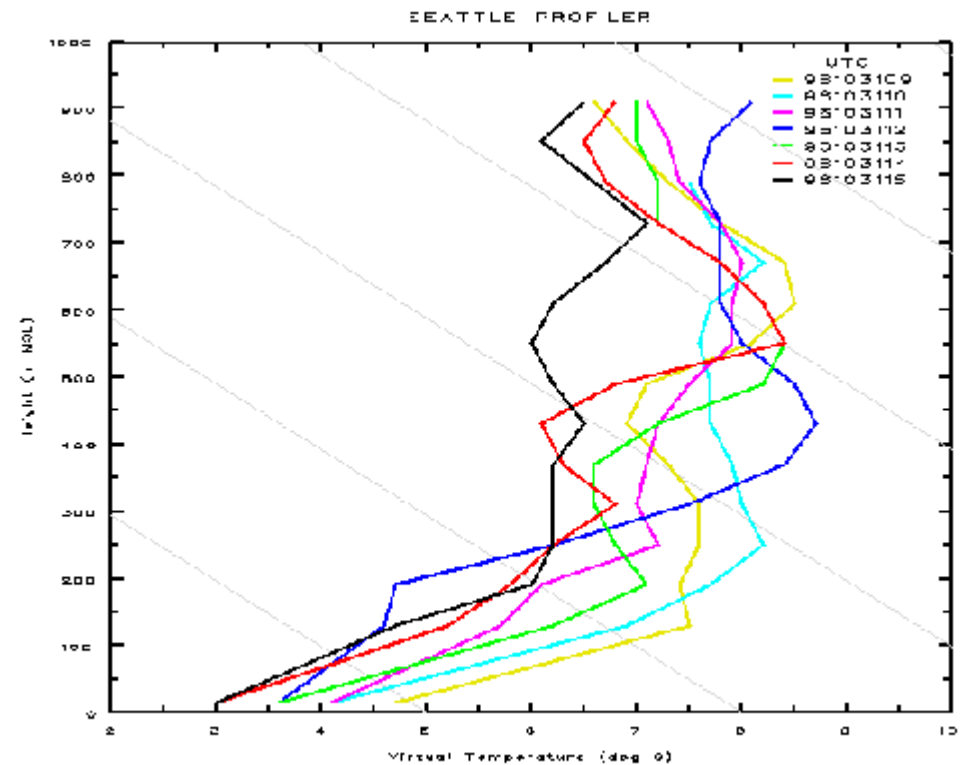
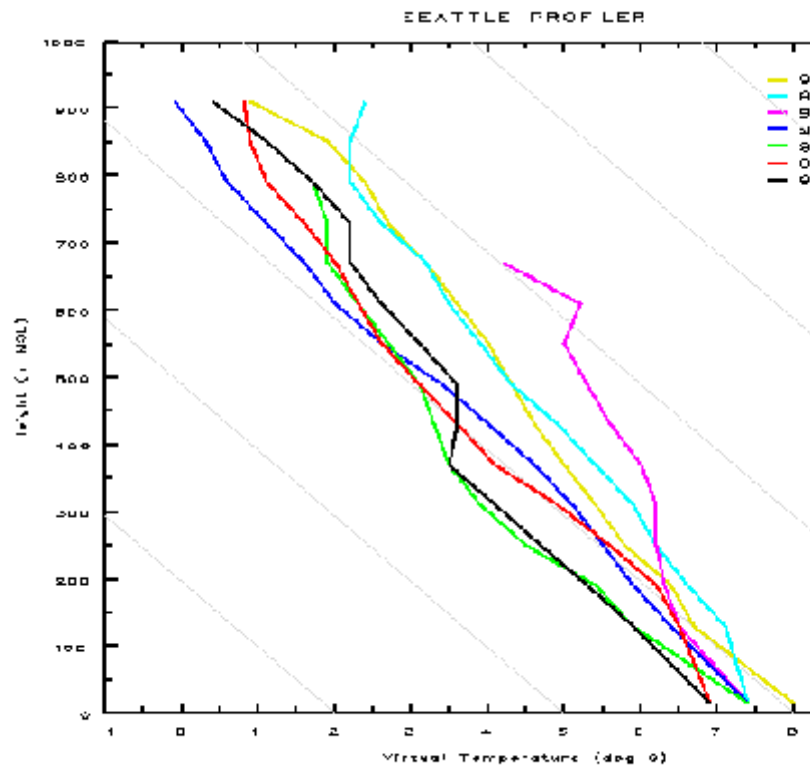
Temperature “Inversion”
An atmospheric layer where
the temperature decrease with height
is much less than normal



Temperature Inversion



Normal day vs Inversion day



Views of Inversion



View of Inversion



Views of inversion



(C) Mo

© 2005 - M.E. Parker Photography

Inversion in a valley



View of Inversion



