

# *Environmental Micrometeorology*

## *(Class #: 2938)*

Mid-exam

Hour: 2 (3:00 ~ 5:00 pm)

Date: 16 October 2001

Student Name: \_\_\_\_\_

Student's SIGNATURE: \_\_\_\_\_ *(It will not be graded for no your own signature.)*

Student I.D. Number: \_\_\_\_\_

**Directions:** Please enter your name on this page. Then sign the examination and enter your student identification number above. Time allowed for this examination is 2 hours. Answer all questions on a separate paper provided. Be precise, logical, and ordered in your responses. **Show all your works!** I can not do give *any* credit if you do not write *anything*.

(20 pt) 1. Describe the following terminologies.

- (a) Micrometeorology
- (b) Troposphere
- (c) Coriolis force
- (d) Relative humidity
- (e) Environmental lapse late
- (f) Radiosonde
- (g) Radiation inversion
- (h) Mixing height
- (i) Geostrophic wind velocity
- (j) Prevailing wind

(50 pt) 2. Answer the following each item.

- (a) Explain why on average the air temperature decreases with altitude within the troposphere.

- (b) The warmest temperature in the stratosphere occurs above the level of ozone maxima. Describe the main cause of warming in the upper stratosphere.
- (c) Explain how the temperature inversions are normally developed. Describe the weather conditions and time of day when temperature inversions can occur.
- (d) Name and explain the processes that change atmospheric stability.
- (e) Verify why the dry adiabatic lapse rate is always greater than the moist one.

(10 pt) 3. Draw a vertical air temperature profile from the ground to an elevation of 80 m on:

- (a) a clear windless afternoon
- (b) an early morning just before sunrise

Are there any differences in these two temperature profiles? If so, verify the differences.

(10 pt) 4. Consider a parcel of dry air that is moving upward without any significant mixing with its surrounding air. The total energy of the parcel, *i.e.*,  $\sum$  (internal + kinetic + potential energy, can be expressed as:

$$U + \frac{v^2}{2} + \psi \quad (1)$$

Where U is the total internal energy,  $\frac{v^2}{2}$  is the kinetic energy per unit mass, and  $\psi$  is the potential energy per unit mass. From the conservation theorem of energy of the system, the sum of the total energy of the system must be equal to that of both the energies entered into and left from the system, and the total energy conservation of the system can be generally written to be:

$$\frac{d}{dt} \left\{ U + M \left( \frac{v^2}{2} + \psi \right) \right\} = \sum_{n=1}^{n=n} \hat{M}_n (H_m + \frac{v^2}{2} + \psi)_n + Q - W \quad (2)$$

Where M is the mass of the system,  $\hat{M}_n$  is the mass flow rate of the *n*th mass flow port of the system,  $H_m$  is the enthalpy per unit mass, Q is the flow rate of heat into the system, and W is the rate at which work is supplied to the surroundings.

- (a) Write the energy conservation equation for a closed system and explain your answer.

$$(Ans) \frac{d}{dt} \left\{ U + M \left( \frac{v^2}{2} + \psi \right) \right\} = Q - W \quad (3)$$

- (b) The changes in energy regarding both the kinetic and potential energies for the air parcel are actually too small compared to that in the internal (thermal) energy, unless the fluid velocity is around the velocity of sound; thus Equation (3) may be further reduced. Provide the simplified differential form.
- (c) The enthalpy (H) for a system should be adequately defined by the following equation.

$$H = U + PV \quad (4)$$

where P and V are the respective pressure and volume of the system. Write the equation for differential changes in the thermodynamic properties.

- (d) Combine the answer of (b) with that of (c). (*Hint: W is equal to the PV work.*)

$$(Ans) dQ = dH - VdP \quad (5)$$

- (e) The molar heat capacity ( $C_p$ ) of the air *at constant pressure* is defined as:

$$C_p = \left( \frac{dH}{dT} \right)_p = \left( \frac{dH(T, P)}{dT} \right)_p \quad (6)$$

For a special case in which the air is assumed to be an ideal gas, Equation (6) can be rewritten to

$$C_p = \left( \frac{dH}{dT} \right)_p = \left( \frac{dH(T)}{dT} \right)_p \quad (7)$$

thus the  $C_p$  is *only a function of temperature* of the system which is the same as that of the air. Combine the temperature dependence of  $C_p$  with Equation (5).

$$(Ans) dQ = C_p dT - VdP \quad (8)$$

Assuming the movement of the air parcel is adiabatic process, how would Equation (8) be reduced? The relationship between the changes in pressure and altitude is

$$dP = -\rho_a g dz \quad (9)$$

Where  $\rho_a$  is the density of the air,  $g$  is the acceleration of gravity and  $z$  is the altitude. Derive the following final equation, by combining Equation (9) with the reduced form above.

$$\left( \frac{dT}{dz} \right)_{\text{adiabatic}} = - \frac{gM}{C_p} \quad (10)$$

(10) 5. An air parcel colder by  $5^{\circ}\text{C}$  than its surrounding air descends dry adiabatically. The surround air has a lapse rate of  $0.6^{\circ}\text{C}$  per 100 m. Calculate how far this air parcel will descend if it will stop when its temperature becomes equal to the temperature of its surround.

*Good luck on all your works to answer the questions.*

# *Environmental Micrometeorology*

## *(Class #: 3579)*

Mid-exam.

Hour: ~ 2 (10:00 ~ 11:50 am)

Date: 22 April 2014

Student Name: \_\_\_\_\_

Student's SIGNATURE: \_\_\_\_\_

Student I.D. Number: \_\_\_\_\_

**Directions:** Please enter your name on this page. Then sign the examination and enter your student identification number above. Time allowed for this examination is ~ 2 hours. Answer all questions on a separate paper provided. Be precise, logical, and ordered in your responses. *Show all your works!* I can not do give *any* credit if you do not write *anything*.

(50 pt) 1. 다음 각 물음에 대하여 간략히 설명하시오.

- (1) 미기상학과 기상학의 주요 차이점 (반드시 100 자 이내로 기술)
- (2) 고도에 따른 대기의 온도, 압력 및 밀도의 변화 (그림을 곁들여 설명하되, 그림을 제외하고 100 자 이내로 기술)
- (3) 이상기체 법칙(ideal gas law)
- (4) 대기의 온도와 밀도 간의 관계 (이때, 대기는 이상기체로 가정할 수 있으므로, 이를 이용해 식을 유도한 후 설명)
- (5) 대류권 내에서 대기의 연직혼합(운동)이 일어나는 이유

(20 pt) 2. 다음 각 물음에 대하여 간략히 설명하시오.

- (1) 대기의 환경미기상학적 현상에 대한 기본지식을 활용할 수 있는 분야 (반드시 100 자 이내로 기술)
- (2) 체감률(lapse rate)의 종류별 주요 차이점 (체감률별 주요 차이점을 표로 정리하여 설명)

(20 pt) 3. 다음과 같은 조건의 대기를 가정할 때, 건조단열체감률을 따르는 이 대기의 중력 변화를 구하시오.

- 대기 부피 = 24.5 L (단, 고도에 따른 부피 변화는 없다고 가정한다)
- 지표면에서의 대기 온도 = 25°C
- 대기의 상승고도 = 200 m
- 필요할 경우, 합리적인 가정이나 가설, 물리법칙을 사용한다.

(10 pt) 4. 어떤 건조 대기가 주변의 다른 대기와 활발하게 혼합되지 않는 상태에서 고도에 따라 상승할 때, 건조 대기는 단열 상태로 가정할 수 있다. 이때, 해당 건조 대기의 고도( $z$ )에 따른 온도( $T$ ) 변화를 나타낼 수 있는 식을 아래에 주어진 관계들을 이용하여 유도하시오.

$$\cdot \text{건조 대기의 열 변화: } dQ = C_p dT - V dP \quad (1)$$

$$\cdot \text{건조 대기의 고도에 따른 입력변화: } dP = -\rho g dz \quad (2)$$

여기서,  $Q$ 는 고려하는 대기와 주변 대기 간의 열전달,  $C_p$ 는 건조 대기의 열용량(비열),  $V$ 는 고려하는 건조 대기의 부피,  $P$ 는 건조 대기의 압력,  $\rho$ 는 건조 대기의 밀도,  $g$ 는 중력가속도이다.

*Good luck on all your works to answer the questions.*

# *Environmental Micrometeorology*

## *(Class #: 3520)*

**Total = 80 pt**

Mid-exam.

Hour: 9:00 ~ 10:15 am (75 min)

Date: 26 April 2017

Student Name: \_\_\_\_\_

Student's SIGNATURE: \_\_\_\_\_

Student I.D. Number: \_\_\_\_\_

**Directions:** Please enter your name on this page. Then sign the examination and enter your student identification number above. Time allowed for this examination is ~ 2 hours. Answer all questions on a separate paper provided. Be precise, logical, and ordered in your responses. *Show all your works!* I can not do give *any* credit if you do not write *anything*.

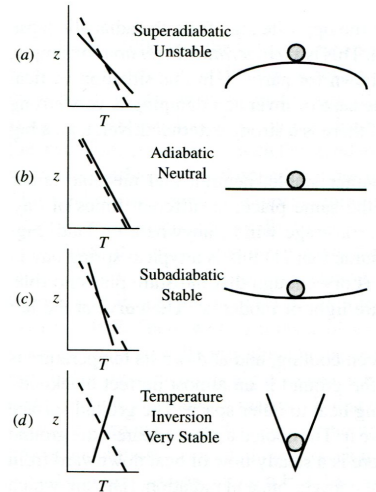
**(30 pt) 1.** 다음 각 물음에 대하여 간략히 설명하시오.

- (1) 대기의 유동에 영향을 미치는 주요 인자들 (반드시 100 자 이내로 기술)
- (2) 고도에 따른 대기의 온도, 압력 및 밀도의 변화 (그림을 곁들여 설명하되, 그림을 제외하고 100 자 이내로 기술)
- (3) 대기의 온도와 밀도 간의 관계 (이때, 대기는 이상기체로 가정할 수 있으므로, 이를 이용해 식을 유도한 후 설명)

**(20 pt) 2.** 다음 각 물음에 대하여 간략히 설명하시오.

- (1) 일출 시간대에 온도역전(temperature inversion)이 주로 발생하는 이유 (그림을 곁들여 설명하되, 반드시 100 자 이내로 기술)
- (2) 체감률(lapse rate)의 종류별 주요 차이점 (체감률별 주요 차이점을 표로 정리하여 설명)

**(30 pt) 3.** 아래에 주어진 그림을 기준으로 다음 각 물음에 답하시오. 단, 그림에서 점선은 건조단열감률(dry adiabatic lapse rate)을 나타내고, 실선은 실제 대기의 감률을 나타낸다.



- (1) 그림 (a)에서 과단열일 경우 대기가 불안정(unstable)한 이유 (그림을 그려서 설명하되, 반드시 100 자 이내로 기술)
- (2) 그림 (d)와 같이 온도역전 현상이 발생한 지역에서 대기오염물질의 확산/이동
- (3) 주어진 그림과 같은 실제 대기의 감률과 건조단열감률을 알 수 있는 방법 (반드시 100 자 이내로 기술)

*Good luck on all your works to answer the questions.*