

물리기상학

문 1. 다음 중 대기경계층 내의 혼합층에서 고도에 따라 변화가 가장 큰 물리변수는?

- ① 온도 ② 비습 ③ 온위 ④ 운동량

문 2. 리처드슨수(Richardson number)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 대기의 안정도를 나타내는 수이다.
 ② 부력의 크기에 비례하고 연직바람시어(Vertical wind shear) 크기에 반비례한다.
 ③ 0.25보다 클 경우 켈빈-헬름홀츠(Kelvin-Helmholtz) 불안정이 나타난다.
 ④ 단위가 없는 무차원 수이다.

문 3. 대기 중 에어로졸에 수증기가 응결하여 구름 수적이 형성되는 과정에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 라울법칙(Raoult's law)으로 에어로졸의 화학 조성에 따라 수적 형성에 필요한 대기 수증기압이 달라짐을 설명할 수 있다.
 ② 에어로졸이 있을 때 에어로졸이 없는 경우와 비교하여 수적 형성에 필요한 대기 수증기압이 더 높아진다.
 ③ 연무(Haze) 입자의 반경은 임계반경(r_c)보다 작아 안정평형을 이룬다.
 ④ 구름의 수적은 대기 수증기압이 일정할 때에도 응결에 의해 성장할 수 있다.

문 4. 전자기파가 구름입자에 의해 산란될 때 구름입자의 반지름이 두 배로 증가하고 전자기파의 파장이 두 배로 길어진다면 산란되는 에너지의 강도는 어떻게 변하는가? (단, 레일리산란(Rayleigh scattering)만 발생한다고 가정한다.)

- ① 0.5배로 감소
 ② 변동 없음
 ③ 2배로 증가
 ④ 4배로 증가

문 5. 다음 중 주간에 기상위성의 가시영상에서는 어렵게 나타나지만 적외영상에서는 밝게 나타날 수 있는 현상으로 가장 적절한 것은?

- ① 안개 ② 권운 ③ 적설 ④ 적란운

문 6. 가시광선과 대기 중에 존재하는 물질들의 상호 작용으로 발생하는 광학현상들에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 맑은 하늘이 푸르게 보이는 것은 파장이 짧을수록 공기분자에 의한 산란이 강한 레일리산란으로 설명할 수 있다.
 ② 구름이 하얗게 보이는 것은 구름입자의 미산란(Mie scattering)에 의해 가시광선의 전 파장대에서 전방산란이 강하게 발생하기 때문이다.
 ③ 해무리는 상층의 빙정에 의해 가시광선이 특정방향으로 굴절되어 발생하기 때문에 다양한 크기의 빙정들이 있을 때 잘 나타난다.
 ④ 무지개는 수적에 의한 굴절과 내부 반사에 의해 발생하므로 태양을 등지는 방향에서 관측될 수 있다.

문 7. 다음 중 빙정핵(Ice nucleus)을 이용한 구름씨 뿌리기(Cloud seeding)로 강수를 유발하는 과정에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

- ㄱ. 구름 상부의 기온이 0°C 이상이어야 강수 유발에 유리하다.
 ㄴ. 빙정핵으로 흡습성 물질(NaCl , CaCl_2 등)이 주로 사용된다.
 ㄷ. 과냉각 수적을 포함한 구름이 있어야 한다.

- ① ㄱ, ㄴ, ㄷ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄷ

문 8. 다음 중 습윤공기와 관련된 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

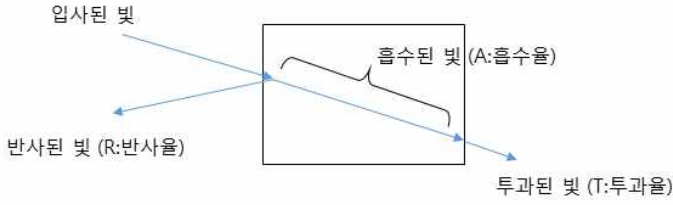
- ㄱ. 가온도(Virtual temperature)는 건조공기와 동일한 압력과 밀도를 가질 때의 온도이다.
 ㄴ. 이슬점온도(Dew point temperature)는 습구온도(Wet-bulb temperature)보다 항상 높다.
 ㄷ. 혼합비(Mixing ratio)는 습윤공기의 총질량에 대한 수증기 질량의 비율로 정의된다.
 ㄹ. 지표면의 온도가 대류온도에 도달하면 대류응결고도는 자유대류고도와 같아진다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

문 9. 스토크스법칙(Stokes' law)에 의한 수적의 반지름과 종단속도(Terminal velocity)의 관계로 옳은 것은?

- ① 반지름에 정비례한다.
 ② 반지름에 관계없이 일정하다.
 ③ 반지름에 반비례한다.
 ④ 반지름의 제곱에 비례한다.

문 10. 다음 그림은 빛이 매질에 입사했을 때 일어나는 흡수, 반사, 투과현상을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 그림에서 A는 흡수율, R은 반사율, T는 투과율을 의미하며 굴절효과는 무시한다.)



- ① 에너지보존법칙에 따라 $A+R+T=1$ 이 성립한다.
- ② 키르히호프법칙(Kirchhoff's law)에 따르면 $A=T$ 이다.
- ③ R은 입사된 빛의 파장과 매질 내 입자의 크기별 비율과 연관이 있다.
- ④ 매질 내 특정 기체의 A에 대한 정보는 해당 기체의 분포를 추정하는데 활용될 수 있다.

문 11. 기상청에서 운영 중인 S-밴드 레이더에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 비강수 구름입자의 경우 레이더 신호에 의한 전방산란이 후방산란보다 우세하다.
- ② 빗방울에 의한 후방산란의 세기는 전방산란의 세기와 거의 유사한 값을 가진다.
- ③ S-밴드 레이더는 C-밴드 레이더보다 더 긴 파장을 사용한다.
- ④ 레이더 영상에서 밝은 띠(Bright band)가 나타나는 이유는 물의 유전율이 얼음의 유전율보다 크기 때문이다.

문 12. 다음 중 구름 수적의 성장에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 모두 고르면?

- ㄱ. 매우 작은 수적을 제외하고 수적의 크기별 분포는 지수 함수적으로 감소하는 경향을 보인다.
- ㄴ. 충돌효율(Collision efficiency)은 항상 1 이하이다.
- ㄷ. 수적으로만 구성된 비구름의 경우, 강수율(Precipitation rate)은 수적크기분포(Droplet size distribution)만의 함수로 결정할 수 있다.
- ㄹ. 작은 수적과 큰 수적이 충돌할 때 큰 수적의 크기가 클수록 충돌효율이 크다.
- ㅁ. 해양성 구름의 수적크기분포가 대륙성 구름보다 그 폭이 더 넓다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄷ, ㄹ ④ ㄷ, ㅁ

문 13. 제3차 기후변화협약 당사국총회에서 채택한 교토의정서에 명시된 6대 온실가스 중 (가)지구온난화지수(Global warming potential)가 가장 큰 온실기체와 (나)실제 지구온난화에 기여도가 가장 큰 온실기체를 바르게 짝지은 것은?

(가)

(나)

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| ① 수소불화탄소(HFCs) | 이산화탄소(CO ₂) |
| ② 수소불화탄소(HFCs) | 메탄(CH ₄) |
| ③ 육불화황(SF ₆) | 이산화탄소(CO ₂) |
| ④ 육불화황(SF ₆) | 메탄(CH ₄) |

문 14. 다음 중 플랑크 함수(Planck function, $B_{\lambda}(T)$)에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

- ㄱ. 플랑크 함수를 파장에 대해 미분하여 빈(Wien)의 변위법칙을 유도할 수 있다.
- ㄴ. 레일리-진스(Rayleigh-Jeans) 근사법칙으로 빛의 파장이 충분히 긴 경우 복사휘도가 흑체의 온도와 선형관계가 있음을 설명할 수 있다.
- ㄷ. $B_{\lambda}(T)$ 의 단위는 $W\ m^{-2}\ sr^{-1}\ \mu m^{-1}$ 이다.
- ㄹ. 플랑크 함수를 전 파장에 대해 적분한 값은 흑체온도의 4제곱에 비례한다.

- | | |
|-----------|--------------|
| ① ㄱ, ㄴ | ② ㄱ, ㄷ, ㄹ |
| ③ ㄴ, ㄷ, ㄹ | ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ |

문 15. 다음 중 난류에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 난류 흐름의 무작위 특성(Randomness)때문에 난류의 흐름에 대한 결정모델(Deterministic model)을 만들기에 용이하다.
- ② 난류의 운동에너지는 에너지 폭포과정(Energy cascade)을 통해 큰 소용돌이에서 작은 소용돌이로 전달된다.
- ③ 난류에 의한 운동량 수송 과정에서 운동량플럭스(Momentum flux)는 수평속도와 연직속도의 공분산으로 주어진다.
- ④ 레이놀즈수(Reynolds number)는 관성에 의한 힘과 점성에 의한 힘의 비로 정의되며 일반적으로 4000 이상일 경우 난류로 판별된다.

문 16. 다음 표는 불포화상태 대기의 고도에 따른 온도 분포이다.
(가)평균기온감률과 해당 공기덩이의 (나)안정도를 올바르게 짝지은 것은? (단, 공기덩이는 불포화상태를 유지한다.)

고도(m)	1000	1500	2000	2500
온도(°C)	25	22	20	17.5

- (가) (나)
- ① 약 5°C/km 안정

② 약 5°C/km 불안정

③ 약 5°C/km 중립

④ 약 7.5°C/km 불안정

문 17. 기체의 전자기와 흡수과정에서 발생하는 흡수선 확장은 지구 대기의 경우 주로 충돌확장(Collision broadening)과 도플러확장(Doppler broadening)의 합으로 나타나며, 각각의 흡수선 확장폭은 다음과 같다.

충돌확장 폭 α_L 는

$$\alpha_L = \alpha_0 \left(\frac{p}{p_0} \right) \left(\frac{T_0}{T} \right)^{1/2}$$

여기서 p 와 T 는 압력과 온도를 첨자 0은 지표면을 나타낸다. 또한, 도플러확장 폭 α_D 는

$$\alpha_D = \frac{V}{c} \left(\frac{2kT}{m} \right)^{1/2}$$

여기서 V , c , k , m 은 각각 기체분자의 운동속도, 빛의 속도, 볼츠만상수(Boltzmann constant), 분자의 질량을 나타낸다.

- 위 식을 이용한 두 확장 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① α_L 은 고층대기로 갈수록 작아진다.

② α_D 는 고층대기로 갈수록 커진다.

③ 대류권에서의 확장폭의 변화는 온도변화보다는 압력변화에 의해 주로 결정된다.

④ 지구 대기에서 나타나는 실제 흡수선 스펙트럼(Spectrum)의 형태는 이들 확장효과 때문에 고층대기로 갈수록 복잡해진다.

문 18. 대기경계층에서 바람의 연직 성분(w)과 기온(T)은 레이놀즈 분리를 적용하여 표현될 수 있다. (단, 식에서 $\overline{w}$, $\overline{T}$ 는 평균, w' , T' 은 섭동 성분을 각각 의미한다.)

$$w = \overline{w} + w' \quad T = \overline{T} + T'$$

- 난류를 통계적으로 분석할 때 w 와 T 공분산의 물리적 의미로 옳은 것은?
- ① 난류 강도

② 연직 운동량플럭스

③ 연직 열플럭스

④ 난류운동에너지

문 19. 다음 식은 복사전달을 설명하는 슈와르츠차일드(Schwarzschild) 방정식이다.

$$I_{\lambda}(z_1) = I_{\lambda}(z_0)e^{-\tau_{\lambda}(z_1, z_0)} + \int_{z_0}^{z_1} B_{\lambda}e^{-\tau_{\lambda}(z_1, z)}k_{\lambda}\rho dz$$

- (단, I_{λ} 는 복사휘도, k_{λ} 는 파장 λ 에서의 흡수계수, ρ 는 밀도, z 는 고도, B_{λ} 는 플랑크 함수, τ_{λ} 는 파장 λ 에서의 광학두께이다.)
이 방정식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① 고도 z_I 을 대기의 꼭대기(Top of atmosphere), z_0 를 지면이라 가정하면 $I_{\lambda}(z_1)$ 은 위성에서 관측한 복사휘도에 해당한다.

② 우변의 첫 번째 항은 고도 z_0 에서 방출된 에너지가 고도 z_I 까지 도달했을 때의 복사휘도이다.

③ 우변의 두 번째 항은 각 고도에서 방출된 복사휘도가 z_I 까지 도달하는 양으로서 매질의 방출, 흡수 및 산란과정이 포함되어 있다.

④ 맑은 날 기상위성의 적외영상을 분석하는 데 활용된다.

문 20. 단열적으로 연직운동하는 건조공기가 가지는 특징에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 건조공기의 열역학적 변수는 정역학 방정식과 열역학 제1법칙을 이용하여 구할 수 있다.

② 건조공기의 상승 또는 하강 운동 시 상당온위는 변하지 않는다.

③ 주변 공기에 비해 온도가 높으면 중력가속도와 반대방향의 힘을 받게 된다.

④ 주변 공기와의 열교환이 없으므로 에너지가 보존되어 온도가 변하지 않는다.

문 21. 다음은 지구에서 방출하는 장파복사에너지를 기상위성에서 측정하여 대기의 연직온도 분포를 구하는 과정이다. (가)와 (나)에 들어갈 단어가 적절히 짝지어진 것은?

ㄱ. 지구에서 방출하는 단색복사휘도의 파장별 스펙트럼을 측정한다.

ㄴ. 대기의 창 영역 파장대를 활용하여 (가)를 구한다.

ㄷ. (나)을(를) 알고 있는 기체의 소산계수(Extinction coefficient)를 이용하여 대기의 연직온도 분포를 구한다.

- (가) (나)
- ① 대기의 광학두께 연직밀도 분포

② 지표면 온도 분자량

③ 지표면 온도 연직밀도 분포

④ 대기의 광학두께 분자량

문 22. 다음 각 대기경계층에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 안정경계층: 현열플럭스, 잠열플럭스, 운동량플럭스가 고도에 따라 변하지 않는다.
- ② 지표경계층: 오브코프 길이(Obukhov length)보다 낮은 고도에서는 난류가 부력보다 바람시어에 의해 더 많이 발생한다.
- ③ 대류경계층: 지표면의 가열로 발달하며 온위가 고도에 따라 거의 일정하다.
- ④ 중립경계층: 주로 바람이 강하게 부는 경우 형성될 수 있다.

문 23. 구름의 발달과정과 강수 현상에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 구름이 형성되는 메커니즘으로는 태양복사에 의한 지면 차등가열, 전선면에 의한 공기의 강제상승 등이 있다.
- ② 구름 내 크기가 서로 다른 수적이 충돌하여 수적이 성장하는 과정을 충돌-병합과정이라 한다.
- ③ 구름 내 수적과 빙정 간의 포화수증기압 차이로 인해 빙정이 성장하는 과정을 베르게론-핀다이젠(Bergeron-Findeisen) 과정이라 한다.
- ④ 온난구름(Warm cloud)에서 수적이 균일한 크기로 분포할수록 강수형성에 더 유리하다.

문 24. 지표면에서 에너지가 균형을 이루고 있는 상태일 때 지표면에 입사하는 태양복사에너지와 장파복사에너지는 각각 600W m^{-2} 와 400W m^{-2} , 지표면에서 방출하는 장파복사에너지와 잠열플럭스는 각각 520W m^{-2} 와 240W m^{-2} 로 관측되었다. 이 때 보웬비(Bowen ratio)는? (단, 알베도는 0.2라 가정하고 지중열플럭스(Ground heat flux)는 무시한다.)

- ① 0.33 ② 0.5 ③ 0.67 ④ 2.0

문 25. 밀란코비치(Milankovitch)는 지구의 기후변화가 지구 공전궤도 이심률, 자전축의 기울기, 세차운동과 관련이 있다고 설명하였다. 밀란코비치 이론에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 공전궤도 이심률의 변화에 따라 지구와 태양 사이의 근지점의 위치가 변하며 이에 따라 근지점에서의 태양복사에너지 입사량이 변한다.
- ② 지구의 자전축이 공전면으로 기울어질수록 북반구 중위도에서는 계절에 따른 태양복사에너지 입사량의 변화폭이 증가한다.
- ③ 지구 자전축의 세차운동에 의해 지금부터 약 13000년 이후에는 북반구의 기온 연교차가 줄어든다.
- ④ 기후변화는 태양복사에너지 입사량의 강도 변화보다는 위경도별 분포의 변화에 더 큰 영향을 받는다.