

問 1 大気による太陽紫外線の吸収と、それによって生じる大気の成層について述べた次の文 (a) ~ (d) の下線部の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

(a) 高さ 100 km くらいから上の層では、窒素や酸素の原子・分子が波長約 0.1 μm 以下の紫外線を吸収して原子がイオン化される光電離が起きることで電離層が形成され、中間圏界面の温度が高くなっている。✕

(b) 酸素分子は、波長約 0.1 ~ 0.2 μm の紫外線を吸収すると、光解離して二つの酸素原子に分裂する。この酸素原子が酸素分子と結合してオゾンとなることで、オゾン層が形成されている。○

(c) オゾンは、波長約 0.2 ~ 0.32 μm の紫外線を吸収すると、酸素原子と酸素分子に分解される。この紫外線の吸収によって成層圏界面の温度が高くなっている。○

(d) 波長約 0.32 μm 以上の紫外線は、成層圏より下層の大気を通過する際に 90% 程度が吸収され、残りは地表面にまで達する。✕

- | | (a) | (b) | (c) | (d) |
|---|-----|-----|-----|-----|
| ① | 正 | 正 | 正 | 誤 |
| ② | 正 | 誤 | 誤 | 正 |
| ③ | 誤 | 正 | 正 | 誤 |
| ④ | 誤 | 誤 | 正 | 誤 |
| ⑤ | 誤 | 誤 | 誤 | 正 |

0.32 μm (320 nm) 以上の紫外線は大気をほとんど吸収されずに地表へ到達する。
 吸収されるのは 320 nm より短い紫外線 (UV-B の一部と UV-C) である
 UV-A、320~400 nm、ほぼ吸収されず地表へ到達
 UV-B、280~320 nm、オゾンにより一部吸収される
 UV-C、100~280 nm、ほぼ完全に吸収され地表に届かない

① 電離層ができる理由 (ここは正しい)
 高度 約 100 km 以上 では、酸素原子 O、酸素分子 O₂、窒素分子 N₂ が 波長 0.1 μm (100 nm) 以下の紫外線やX線を吸収し、電子を失ってイオンになります。
 これが 光電離 (photoionization) であり、その結果できるのが 電離層 (D層・E層・F層) です。
 ② 中間圏界面は大気で最も寒い (約 -90℃)
 この高度では大気密度が非常に低く、太陽放射の吸収も少なく、放射冷却が強い
 ③ 温度が高くなるのは「熱圏 (100 km 以上)
 熱圏は電離・短波長放射吸収により 1000℃ 以上
 熱圏では、酸素・窒素が短波長紫外線やX線を吸収
 そのエネルギーが熱運動に変わる
 ため、温度が 1000℃ 以上 に達します

問 2 気塊が周囲の空気から受ける浮力に関する次の文章の空欄 (a) ~ (d) に入る最も適切な数値または語句の組み合わせを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。ただし、いずれの過程でも水蒸気の凝結は起きないものとする。

周囲の空気よりも温度が高い気塊は密度が小さいので浮力を受けて上昇する。
気塊と周囲の空気の密度と絶対温度をそれぞれ ρ, T 、 $\bar{\rho}, \bar{T}$ 、重力加速度を g とし、
 気塊と周囲の空気の気圧が等しいとすると、気塊の鉛直加速度は次式で表される。

$$\text{鉛直加速度} \left(\frac{dw}{dt} \right) = g \frac{\bar{\rho} - \rho}{\rho} = g \frac{T - \bar{T}}{\bar{T}}$$

ある夏の日の朝に、地表付近で日射によって温められた気塊が、気温が 17°C の高度まで断熱的に上昇し、そのときの気塊の温度が周囲の空気よりも 6°C だけ高かったとすると、この高度における気塊の鉛直加速度は、(a) m/s^2 である。ただし、 $g = 10 \text{ m/s}^2$ とする。

この気塊がこの後も上昇を続けると、その温度は周囲の空気と同じになる。その理由は、上昇する気塊の温度は (b) 断熱減率で低下するが、周囲の空気の温度減率は通常これよりも小さいためである。(b) 断熱減率はおよそ (c) $^\circ\text{C}/\text{km}$ であることから、周囲の空気の温度減率を $3^\circ\text{C}/\text{km}$ とすると、この気塊はあと (d) km 上昇すると浮力を失う。

	(a)	(b)	(c)	(d)
①	0.2	乾燥	10	0.9
②	0.2	湿潤	15	0.5
③	0.2	乾燥	15	0.5
④	3.5	湿潤	10	0.9
⑤	3.5	乾燥	15	0.5

$$\bar{T} = 290\text{K}$$

$$T = 296$$

$$\frac{1}{5} \frac{60}{290}$$

$$x \times 3 = x \times 10$$

$$290 - x \times 3 = 296 - x \times 10$$

$$6 = +7x$$

$$\begin{array}{r} 0.85 \\ 7 \overline{) 60} \\ \underline{56} \\ 40 \end{array}$$

問 3 次に示す三つの湿潤空気塊 (a) ~ (c) を比湿の小さい順に並べたものとして適切なものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。なお、比湿 s と水蒸気圧 e 、気圧 p の間には $s=0.622e/p$ が成り立つものとし、温度と飽和水蒸気圧の関係は次の表のとおりとする。

表 温度と飽和水蒸気圧の関係

温度 (°C)	0	5	10	15	20	25
飽和水蒸気圧 (hPa)	6.1	8.7	12.3	17.0	23.4	31.7

- 10 (a) 温度 15°C の乾燥空気 990 g と水蒸気 10 g を混ぜてできた湿潤空気塊 $10/1000$ 10
 14 (b) 温度 22.5°C、露点温度 10°C、気圧 500 hPa の湿潤空気塊 $0.622 \times 12.3 / 500$
 12 (c) 温度 20°C、相対湿度 80%、気圧 1000 hPa の湿潤空気塊 $= 0.622 \times 23.4 / 1000$

小 ~ 大

- ① (a), (b), (c)
 ② (a), (c), (b)
 ③ (b), (c), (a)
 ④ (b), (a), (c)
 ⑤ (c), (b), (a)

$$0.8 \times 0.622 \times 23.4 / 1000$$

12/1000 < 51

$$24.6$$

$$\frac{24.6}{14.16}$$

問 4 雲中における氷粒子の成長について述べた次の文 (a) ~ (d) の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

(a) 氷晶から成長した雪の結晶の形状は、基本的には、細長く柱状に伸びたものと薄く板状に広がったものに分類できる。柱状になるか板状になるかは、その結晶が成長するときの空気の過飽和度によって決まる。✕

と温度

(b) 雪結晶どうしが衝突して付着することにより雪片ができるが、衝突した雪結晶は温度が高いほど付着しやすく、また柱状結晶や角板状結晶より樹枝状結晶のほうが付着しやすい。○

(c) あられば、過冷却水滴と氷粒子が共存している雲の中で、水と氷の飽和水蒸気圧の違いにより昇華が盛んに起こって氷粒子が成長して形成される。✕

あられは過冷却水滴が氷粒子に付着して成長する

あられは「氷晶が雪のように昇華で成長したもの」ではなく、「氷晶に過冷却水滴がぶつかって凍りついたもの」

(d) ひょうは、積乱雲の内部に多数の過冷却水滴があり、また強い上昇流が存在するときに、上昇と下降を繰り返して成長する。○

(a) (b) (c) (d)

- ① 正 正 誤 誤
 ② 正 誤 正 誤
 ③ 誤 正 正 誤
 ④ 誤 正 誤 正
 ⑤ 誤 誤 誤 正

4

雪の結晶は大きく柱状 (column) と板状 (plate) に分類できる
これは氷晶の成長の基本形として正しい

柱状か板状かを定める主因は「空気の過飽和度」ではない

主因は「温度」

過飽和度は形の複雑さや枝の伸び方に影響するが、基本形の決定要因ではない

-2 ~ -5°C 板状結晶 (plate)

-5 ~ -10°C 柱状結晶 (column)

-12 ~ -16°C 板状結晶 (dendrite)

-30°C 付近 柱状結晶 (needle)

過飽和度が高いほど、結晶の成長速度が速くなり、枝が伸びて複雑な形になります。

過飽和度が低い → シンプルな六角板

過飽和度が高い → 樹枝状 (dendrite) に成長

問 5 地球と太陽の平均距離を R_0 , 地球の半径を r_0 , 地球のアルベドを A_0 とするとき, 太陽からの距離が R , 半径が r , アルベドが A である仮想的な惑星での太陽放射と放射平衡について述べた次の文 (a) ~ (c) の正誤の組み合わせとして正しいものを, 下記の①~⑤の中から一つ選べ。ただし, 惑星はステファン・ボルツマンの法則に従って黒体放射するものとする。

- (a) $R=0.5R_0$, $r=0.5r_0$ の惑星の全表面に単位時間に入射する太陽放射エネルギー量は, 地球の全表面に単位時間に入射する太陽放射エネルギー量の 2 倍である。
 $1-A=0.5(1-A_0)$ $1-A=0.5-0.5A_0$ $A=1-0.5+0.5A_0$ $A=0.5+0.5A_0$ $A=0.5(1+A_0)$
- (b) $R=2R_0$, $r=r_0$, $1-A=0.5(1-A_0)$ の惑星の全表面で単位時間に吸収される太陽放射エネルギー量は, 地球の全表面で単位時間に吸収される太陽放射エネルギー量の $1/4$ である。 $\times$
- (c) $R=1.2R_0$, $r=1.2r_0$, $1-A=1.2(1-A_0)$ の惑星の放射平衡温度は, 地球の放射平衡温度よりも高い。 $\times$
 $\frac{1}{1.2^2}$ 倍 太陽放射強度

(a) (b) (c)

① 正 正 正

② 正 正 誤

③ 誤 誤 正

④ 誤 正 誤

⑤ 誤 誤 誤 5

太陽放射強度は平均距離の2乗に反比例するので距離が1/2になると強度は4倍になる
 (c)では距離が1.2倍なので強度は1/1.2²になる
 1-Aは反射・散乱されず入射する太陽放射量に相当し地球の1.2倍が惑星に入射する
 惑星に入射する太陽放射量は地球に比べて(1/1.2²)x1.2なので入射する太陽放射量は地球の1/1.2倍となり放射平衡温度は地球の放射平衡温度より低くなる

問 6 赤道における地球の自転速度は約 460 m/s である。はじめ赤道上空で地球表面に相対的に止まっていた空気が, 角運動量を保存しながら南緯 60° まで南下したとする。この空気の南緯 60° における地表面に対する移動速度として最も適切なものを, 下記の①~⑤の中から一つ選べ。

① 0 m/s

② 230 m/s

③ 460 m/s

④ 690 m/s 4

⑤ 920 m/s

$$mR V_0 = m\left(\frac{R}{2}\right)\frac{V_0}{2} + m\left(\frac{R}{2}\right)U_{60}$$

$$V_0 = \frac{V_0}{4} + \frac{U_{60}}{2}$$

$$4V_0 = V_0 + 2U_{60}$$

$$3V_0 = 2U_{60} \quad \frac{3}{2}V_0 = \frac{2}{2}460 = 460 \quad \frac{3}{2} \times 460 = 690 \text{ m/s}$$

問 7 傾度風について述べた次の文章の下線部 (a) ~ (d) の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

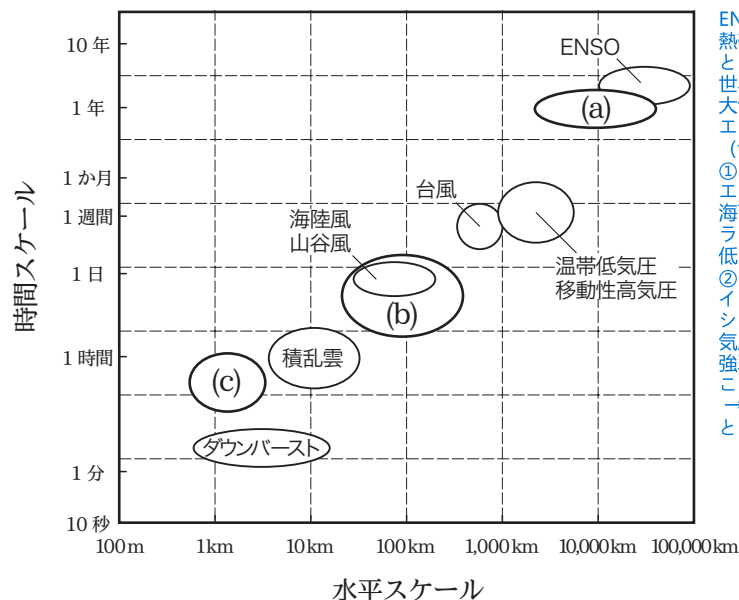
傾度風は、(a) 気圧傾度力、コリオリ力、遠心力、および摩擦力が平衡している ~~✕~~
 ときの大気中の風を表すものであり、高気圧や低気圧周辺など等圧線が曲率を
 持っている場合には地衡風よりも実際の風をよく近似できる。

低気圧の周辺では、(b) 傾度風は、等圧線と交差して低気圧側に向かって吹き ~~✕~~
 (c) 気圧傾度が同じであれば、その風速は地衡風として求められる風速よりも大 ~~✕~~
きい。 一方、高気圧では (d) 気圧傾度に上限があり、その値は中心に近いほど小
さくなるため、中心付近では等圧線の間隔が広がる。 ~~✕~~ **D**

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| (a) | (b) | (c) | (d) |
| ① 正 | 正 | 正 | 誤 |
| ② 正 | 誤 | 誤 | 誤 |
| ③ 誤 | 正 | 誤 | 正 |
| ④ 誤 | 誤 | 正 | 誤 |
| ⑤ 誤 | 誤 | 誤 | 正 |

5

問 8 大気現象の水平スケールと時間スケール (寿命) をまとめた次の図の空欄 (a) ~ (c) に入る適切な現象名の組み合わせを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。



ENSO (エルニーニョ・南方振動) は、熱帯太平洋で起こる“海洋と大気为一体となった巨大な変動現象”で、世界の天候に強い影響を与える最重要の大気現象のひとつです。
 エルニーニョ・ラニーニャ現象と南方振動 (気圧変動) がセットになったものを指します
 ① 海洋側: エルニーニョ / ラニーニャ現象
 エルニーニョ: 太平洋赤道域東部 (南米沖) の海面水温が平年より高くなる
 ラニーニャ: 同じ海域で海面水温が平年より低くなる
 ② 大気側: 南方振動 (SO)
 インドネシア付近と南太平洋東部の気圧がシーソーのように変動
 気圧差の変化により貿易風 (東風) の強弱が変わる
 この海面水温の変化 → 大気循環の変化 → さらに海洋変化を強める
 という相互作用が ENSO の本質です

- | | | |
|----------------|-------|-----|
| (a) | (b) | (c) |
| ① モンスーン | 停滞前線 | 竜巻 |
| ② モンスーン | メソ対流系 | 積雲 |
| ③ マッデンジュリアン振動 | 雷雨 | 積雲 |
| ④ マッデンジュリアン振動 | 停滞前線 | 積雲 |
| ⑤ 成層圏準 2 年周期振動 | メソ対流系 | 竜巻 |

2

問 9 発達期から最盛期における積乱雲中とその周辺の気流に関する次の文 (a) ~ (c) の下線部の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

- (a) 発達期には、雲粒や雨粒を生成しながら雲は上にのびていく。雲の中は上昇気流が強く、典型的な例では雲の中の約 2/3 の領域が上昇流域、残りが下降流域である。✕
- (b) 最盛期には、雲頂は対流圏上部に達し、雲の中で成長したあられやひょうが上昇気流で支えきれずに落下を開始し、周囲の空気がこれらの氷粒子に引きずられて下降気流が生じる。氷粒子が融解する際には、この下降気流は、氷粒子の形状変化に伴う摩擦の減少が主要因となって弱まる。✕
- (c) 最盛期には、雲底の下に冷気がたまり、これが局所的な高気圧を形成する。この高気圧の下降流が広がって生じる冷気外出流は、北半球では明瞭な時計回りの回転成分を持つ渦巻となる。✕

- (a) (b) (c)
- ① 正 正 誤
 ② 正 誤 誤
 ③ 誤 正 正
 ④ 誤 正 誤
 ⑤ 誤 誤 誤

問 10 オゾンホールが発生過程について述べた次の文章の空欄 (a) ~ (d) に入る適切な語句の組み合わせを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

季節変化によって、太陽光が極域を照射しなくなると、極域成層圏の温度が低下し、極を中心に円形の極渦が形成される。対流圏内の地球規模の (a) が成層圏へ伝播するとこの極渦に変形を生じ、低緯度から熱が輸送されて極域の寒気は弱まる。対流圏内の (a) の形成には、大規模な山岳を含む海陸分布の偏りが関係しているため、北半球と南半球では (b) の方が極渦の変形を生じやすい。

一方、(c) の極渦は変形を生じにくく、内部の寒気の温度は極端に低下する。この極めて低温の環境下で極域成層圏雲が発生し、その雲粒の表面で人為的に放出されたフロン等を起源とする硝酸塩素等から (d) を生成する化学反応が起きる。春になって太陽放射が当たるようになると、(d) が解離して触媒として働くためにオゾンの破壊が急激に進んでオゾンホールが発生する。

- | | (a) | (b) | (c) | (d) |
|---|----------------|------------|------------|-------------|
| ① | <u>プラネタリー波</u> | <u>北半球</u> | <u>南半球</u> | <u>塩素分子</u> |
| ② | プラネタリー波 | 南半球 | 北半球 | 塩化水素 |
| ③ | プラネタリー波 | <u>北半球</u> | <u>南半球</u> | 塩化水素 |
| ④ | ケルビン波 | 南半球 | 北半球 | 塩素分子 |
| ⑤ | ケルビン波 | 北半球 | 南半球 | 塩化水素 |

問 11 地上付近の気温を変化させるような気候変動の発生要因に関する次の文 (a) ~ (c) の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

- (a) 火山の噴火によって微細な硫酸粒子が成層圏に放出されて滞留すると、これが赤外放射を吸収するために地上付近の気温を上昇させる。~~X~~
- (b) フロンガスは温室効果を持つ大気下層のオゾンを消失させ、全球的に地上付近の気温を低下させる。~~X~~
- (c) 地表面状態の変化により地球のアルベドが大きくなると、地上付近の気温が低下する。☒

- (a) (b) (c)
- ① 正 正 誤
- ② 正 誤 正
- ③ 誤 正 誤
- ④ 誤 誤 正 4
- ⑤ 誤 誤 誤

問 12 気象庁以外の者が予報業務を行うときに必要な気象庁長官の許可に関する次の文 (a) ~ (d) の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

- (a) 会社員が自社の屋外作業の計画を立てるために、気象庁から入手した資料を使って作業現場周辺のきめ細かな天気予報を行うときには、予報業務の許可を受けなければならない。~~X~~
- (b) 天気によって売れ行きが大きく変動する商品に関して、気象に関する専門知識に基づいて最適な需要予測を作成し業界に広く提供するときには、予報業務の許可を受けなければならない。~~X~~
- (c) レジャーや野外イベント等での利用を想定して、空間的・時間的にきめ細かな独自の局地天気予報を定常的に行うときには、それが特定の旅行会社だけに提供する場合であっても、予報業務の許可を受けなければならない。☐
- (d) 気象庁が発表する気温の予報を用いて、熱中症に関する注意喚起等の情報を発表するときには、予報業務の許可を受けなければならない。~~X~~

- (a) (b) (c) (d)
- ① 正 正 誤 誤
- ② 正 誤 正 正
- ③ 正 誤 正 誤
- ④ 誤 正 誤 正
- ⑤ 誤 誤 正 誤 5

問 13 気象予報士について述べた次の文 (a) ~ (d) の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

(a) 気象予報士試験に合格した者は、遅滞なく気象庁長官に気象予報士の登録を申請しなければならない。~~×~~

(b) 気象庁以外の者が行う予報業務に従事する気象予報士は、その予報業務の対象地域に所在する事業所に配置されなければならない。~~×~~

(c) 気象予報士は、その氏名または登録を受けた住所に変更があったときは、遅滞なく気象庁長官に届け出なければならない。☐

(d) 気象予報士は、気象の予報業務に従事するときには、自らが遅滞なく気象庁長官に届け出なければならない。~~×~~

- | | (a) | (b) | (c) | (d) |
|---|-----|-----|-----|-----|
| ① | 正 | 正 | 誤 | 誤 |
| ② | 正 | 誤 | 誤 | 正 |
| ③ | 誤 | 正 | 誤 | 誤 |
| ④ | 誤 | 誤 | 正 | 正 |
| ⑤ | 誤 | 誤 | 正 | 誤 |

5

問 14 気象等の観測施設の届け出について述べた次の文 (a) ~ (c) の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

(a) 地方公共団体に属する教育機関が、研究のために降水量の観測施設を設置したときは、その旨を気象庁長官に届け出なければならない。~~×~~

(b) 鉄道会社が、横風による事故防止のために風の観測施設を設置したときは、その旨を気象庁長官に届け出なければならない。☐

(c) 河川の管理者が、住民に河川の状況を知らせるために河川の水位の観測施設を設置したときには、その旨を気象庁長官に届け出なければならない。~~×~~

- | | (a) | (b) | (c) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 正 | 正 | 誤 |
| ② | 正 | 誤 | 正 |
| ③ | 誤 | 正 | 誤 |
| ④ | 誤 | 正 | 正 |
| ⑤ | 誤 | 誤 | 正 |

3

問 15 国土交通大臣が気象庁長官と共同で行う洪水予報に関する次の文 (a)～(d) の下線部の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①～⑤の中から一つ選べ。

(a) この洪水予報では、指定された河川で洪水のおそれがあるときは、水位又は流量のいずれかを示して水防活動の利用に適合する予報及び警報をしなければならない。

(b) この洪水予報では、指定された河川が氾濫した後は、水位若しくは流量に加え、必要に応じて浸水区域とその水深を示して水防活動の利用に適合する予報及び警報をしなければならない。

水防法第10条第2項に明確に規定されており、国土交通大臣と気象庁長官が共同で行う指定河川洪水予報では、河川が氾濫した後は、水位・流量に加えて「浸水区域」と「その水深」を示して通知・周知しなければならないとされています

(c) この洪水予報では、指定された河川が氾濫したときに浸水が想定される区域をあらかじめ指定し、浸水した場合に想定される水深を明らかにしておくなければならない。

水防法第10条第1項では、指定河川洪水予報を行う際に、次の事項をあらかじめ定めることが義務づけられています。
①氾濫が発生した場合に浸水が想定される区域（浸水想定区域）
②その区域における浸水の深さ（浸水深）

(d) この洪水予報に関する通知を受けた都道府県知事は、市町村における水防を十分に果すべき責任を有する市町村長および同等の責務を有する機関の責任者に、その通知に係る事項を直ちに通知するよう努めなければならない。

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| (a) | (b) | (c) | (d) |
| ① | 正 | 正 | 誤 |
| ② | 正 | 誤 | 正 |
| ③ | 正 | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 正 | 誤 |
| ⑤ | 誤 | 正 | 誤 |

水防法第11条第1項には、次の趣旨が規定されています。
国土交通大臣および気象庁長官が共同で行う洪水予報に関する通知を受けた都道府県知事は、市町村長および水防管理者に対し、その内容を直ちに通知するよう努めなければならない。

2