

問 1 大気が静水圧平衡の状態にあり、温度が一様で地上 (高度 0km) と高度 16km における気圧がそれぞれ 1000hPa, 100hPa であるとする。このとき、高度 48km 面より下層にある大気の質量の、大気全体の質量に対する割合 (百分率) 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 95.0%

② 96.7%

③ 99.0%

④ 99.9% 4

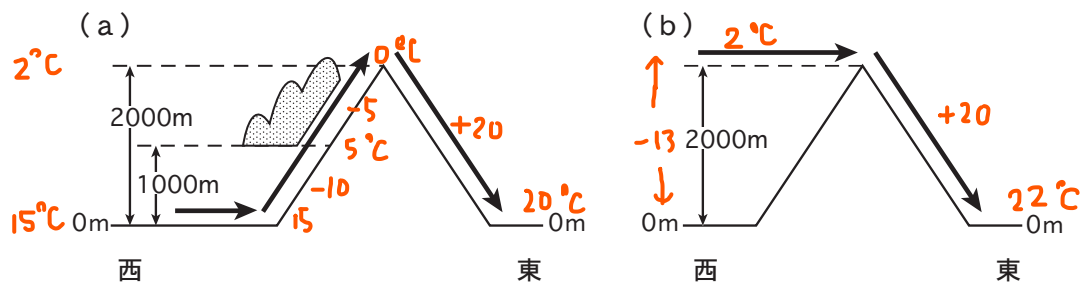
⑤ 99.95%

$$\begin{array}{r} 16 \quad 32 \quad 48 \quad 1 \\ 100 \quad 10 \quad 1 \quad 1000 \end{array}$$

問 2 高さ 2000m の山の西側に、山麓 (高度 0m) の気温が 15°C で温度減率が 6.5°C km⁻¹ の気層があり、この気層中の空気塊が気層の安定度等の条件に応じて、下記のような二通りの流れ (a) または (b) となって山頂を越え、東側の斜面を下降する場合を考える。(a)(b) それぞれの場合に、空気塊が東側の山麓 (高度 0m) に到達したときの気温の組み合わせとして最も適切なものを、下記の①～⑤の中から一つ選べ。ただし、大気の乾燥断熱減率を 10°C km⁻¹、湿潤断熱減率を 5°C km⁻¹ とし、空気塊は常に断熱的に上昇・下降するものとする。

(a) 左の図のように、山麓付近の未飽和空気塊が西側斜面に沿って上昇して高度 1000m で飽和し、その後凝結した水分を落としながら山頂に到達し、さらに東側斜面に沿って山麓まで下降する。

(b) 右の図のように、山の高さ (2000m) と同じ高度にある西側の空気塊が山頂を越えて東側斜面に沿って山麓まで下降する。



- | | (a) | (b) |
|---|-------------|-------------|
| ① | 15°C | 20°C |
| ② | 20°C | 15°C |
| ③ | <u>20°C</u> | <u>22°C</u> |
| ④ | 22°C | 20°C |
| ⑤ | 22°C | 25°C |

問 3 乾燥空気塊の温位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) 気圧を一定に保ちながら乾燥空気塊の温度を上昇させるときには、その温位は保存される。~~X~~

(b) 温位が等しく気圧が異なる二つの乾燥空気塊がある。気圧が高い方の空気塊をもう一つの空気塊の気圧になるまで断熱的に膨張させた後、二つの空気塊の温位を比較すると、気圧が高かった空気塊の方が温位が低い。~~X~~

(c) 乾燥空気塊の温位の値は、絶対温度で表したその空気塊の温度の値を下回ることがある。○

(d) 気圧が等しい二つの乾燥空気塊の密度を ρ_1, ρ_2 とし、それぞれの温位を θ_1, θ_2 とすると、 $\theta_1 / \theta_2 = \rho_2 / \rho_1$ の関係が成り立つ。○

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

5

温位の定義

乾燥空気塊の温位 θ は $\theta = T(p_0/p)^{R/C_p}$

T: 気温

p: その空気塊の気圧

p_0 : 基準気圧 (通常 1000 hPa)

R: 乾燥空気塊の気体定数

C_p : 定圧比熱

気圧が等しいという条件

問題文では 2つの空気塊の気圧が等しい とあるので、

$p_1 = p_2$

このとき温位の式は

$\theta \propto T$

つまり、温位は気温に比例します。

乾燥空気塊の状態方程式

乾燥空気塊の密度 ρ は $\rho = P/RT$

気圧が同じなので $\rho \propto 1/T$

問 4 雲粒や氷晶の生成と水滴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) 吸湿性のエアロゾルは, 半径が大きいほど雲粒生成のための凝結核として有効に働く。○

(b) 水蒸気の凝結によって生成された水滴が拡散によって成長するときは, 周囲の空気の過飽和度が同じであれば, 水滴の半径が小さいほど一定時間内の半径の増加量が小さい。✕

(c) 0℃以下の温度では, 氷晶に対する飽和水蒸気圧は, 同程度の大きさをもつ水滴に対する飽和水蒸気圧よりも大きい。✕

(d) 凝結核となる微粒子を含まない過冷却水滴は, 周囲の気温が-20℃まで低下すると自発的に凍結して氷晶となる。✕

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

① 正 正 誤 誤

② 正 誤 正 正

③ 正 誤 誤 誤 3

④ 誤 正 誤 正

⑤ 誤 誤 正 正

問 5 惑星の太陽からの距離と放射平衡温度との関係について述べた次の文章の空欄 (a) ~ (c) に入る適切な文字式や数値の組み合わせを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

太陽からの距離が d_0 の点において太陽放射に垂直な単位面積が単位時間に受ける短波放射のエネルギーを S_0 とすると、太陽からの距離が d の所において半径が r の惑星が単位時間に受け取る短波放射のエネルギーは、惑星のアルベドを A として、

$$S_0(1-A)\pi r^2 \text{ (a)}$$

となる。

この惑星の表面温度は均一だとしてこれを $T(K)$ とし、また表面で黒体放射が行われるとすると、惑星の全表面から単位時間に放出される長波放射のエネルギーは、ステファン・ボルツマンの定数を σ として、

$$4\pi r^2 \text{ (b)}$$

となる。

惑星が受け取る短波放射エネルギーと放出する長波放射エネルギーが平衡しているとし、この惑星の表面温度が $260K$ であるとする、太陽からの距離が $2d$ の所においてアルベドが A の別の惑星の表面温度は、(c) K となる。なお、 $\sqrt{2}=1.414$, $\sqrt[3]{2}=1.260$ とする。

	(a)	(b)	(c)
①	d_0/d	σT^3	184
②	d_0/d	$2\sigma T^3$	206
③	d_0^2/d^2	σT^4	206
④	d_0^2/d^2	σT^4	184
⑤	d_0^2/d^2	$2\sigma T^4$	184

$$\frac{1}{4} \cdot \rho 260^4 = \rho T_c^4$$

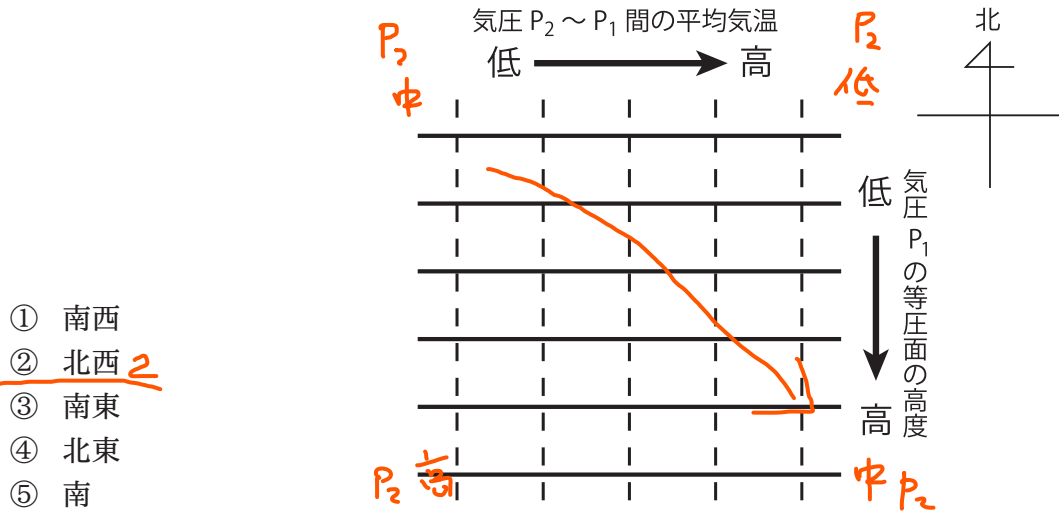
$$260^4 = 4 T_c^4$$

$$260 = 1.414 T_c$$

$$\begin{array}{r} 18 \cdot \cdot \\ 14 \overline{) 260} \\ \underline{141} \\ 1190 \\ \underline{1128} \\ 62 \end{array}$$

$$\sqrt{2}\sqrt{2}\sqrt{2}\sqrt{2} = 4$$

問 6 北半球中緯度の自由大気中において、気圧 P_1 の等圧面が図の等高線 (実線) で表されるように分布し、気圧 P_2 (ただし $P_1 < P_2$) と P_1 の間の気層の平均気温が図の等温線 (破線) で表されるように分布している。自由大気中では地衡風が吹くとしたとき、気圧 P_2 の等圧面上の風向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 南西
- ② 北西 2
- ③ 南東
- ④ 北東
- ⑤ 南

問 7 水平に移動する空気塊に働くコリオリ力の水平成分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) 空気塊に働くコリオリ力の大きさは、その空気塊の質量に比例する。 X → 0

$$2 \Omega \sin 90 = 2 \Omega \quad 2 \Omega \sin 30 = \Omega$$

(b) 北緯 30° で東に 20 ms^{-1} で移動する空気塊と、北極で南に 10 ms^{-1} で移動する同じ質量の空気塊に働くコリオリ力の大きさは等しい。 0

$$10 \times 2 \Omega = 20 \times \Omega$$

(c) 空気塊にコリオリ力が働くとその速度が変化し、これに伴って空気塊の運動エネルギーが増加する。 X

(d) 南半球において南向きに移動する空気塊に働くコリオリ力は、東向きである。 0

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

コリオリ力 (force) は質量に比例し、単位は $\text{N} (\text{kg} \cdot \text{m/s}^2)$
 コリオリ加速度 (acceleration) は質量に依存せず、単位は m/s^2
 つまり、
 「コリオリ力」と「コリオリ加速度」が混同されやすいのがポイントです
 なぜ気象学では「加速度」を使うのか？
 気象学では、空気塊の運動方程式を単位質量あたりで扱うため、
 気圧傾度力
 コリオリ力
 摩擦力
 などすべて 加速度 (m/s^2) の形で表します。
 そのため、教科書では
 $f v$
 のように 加速度としてのコリオリ項が出てきます。

コリオリ力 (force) $F_c = -m(fv)$ 質量依存 $\text{N} (\text{kg} \cdot \text{m/s}^2)$
 コリオリ加速度 (acceleration) $ac = -(fv)$ 質量依存しない m/s^2
 あなたが指摘した通り、
 「力」として扱えば N 、「加速度」として扱えば m/s^2
 という違いがあるだけです

問 8 大気の傾圧性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) 大気中の等圧面と等温面が交差しているときには、その大気は傾圧大気である。 D

(b) 等圧面図内の等温線の間隔が広いほど、大気の傾圧性が大きい。 X

(c) 西風が吹いている自由大気中において、どの等圧面においても低緯度側の気温が高緯度側の気温よりも高いときには、高度が高くなるほど地衡風は強くなる。 D

(d) 傾圧不安定波が発生するためには、南北の温度傾度が大きくなることに加えて、大気中に水蒸気が存在する必要がある。 X

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

問 9 積乱雲に伴う下降流のうち災害を起こすほど強いものをダウンバーストという。ダウンバーストに関する次の文 (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) ダウンバーストは積乱雲の成熟期または減衰期に発生しやすい。 D

(b) 下降流は、積乱雲中を落下する雨粒や大きな氷の粒子が周囲の空気を引きずり下ろすことによって発生し、氷粒子が融解して空気が冷却されることで強くなる。 D

(c) 雲底下の気層が乾燥していると、積乱雲から落下してきた雨粒が蒸発するので、積乱雲から流出する下降流は弱められる。 X

(d) ダウンバーストが地上付近に到達すると水平方向に向きを変えて広がるが、その広がり大きさは 4km を超えることはない。 X

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

問10 台風と熱帯低気圧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) 対流圏上層を除く自由大気中では、風の接線方向の成分は動径方向の成分に比べて非常に大きく、風はほぼ円形の等圧線に沿って吹くので、この風は旋衡風と見なしてよい。 ✕

(b) 台風を中心付近の気温は、海面から圏界面までの高度において周囲よりも高いので、静力学平衡の関係から、同じ高度における中心付近と周囲の気圧差は、高度が高いほど小さくなる。 ◯

(c) 対流圏上層では、台風を中心から外向きに流れ出る風があり、中心から離れたところでは時計回りに回転しながら吹いている。この回転の向きを決めているのはコリオリ力である。 ◯

(d) 熱帯低気圧の発生域は、海面水温が26℃以上の海域とほぼ一致している。これは、熱帯低気圧の発生・発達には海水面からの顕熱の供給が必要なためである。 ✕

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

問 11 ~~大気中の二酸化炭素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) 石灰岩，石油，石炭などに含まれている炭素が，すべて二酸化炭素として大気中に放出されたとすると，地上の気圧は数十気圧となる。○

(b) 人為的な二酸化炭素の排出源が都市域に偏っていることから，都市域における大気中の二酸化炭素濃度の年平均増加率はそうでない地域よりも大きい。✕

(c) 大気中の二酸化炭素は，太陽放射の可視光線域をほぼ完全に透過し，地球放射をよく吸収する性質を持っている。○

(d) 緯度帯毎に平均した大気中の二酸化炭素濃度は季節変化をしており，その振幅は赤道付近よりも北半球中高緯度の方が大きい。○

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

① 正 正 正 誤

② 正 正 誤 誤

③ 正 誤 正 正 3

④ 誤 正 誤 正

⑤ 誤 誤 正 正

問12 気象の予報業務の許可を受けた者が、その業務の停止を命じられ、または許可を取り消される場合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) 気象の予報業務の許可を受けた者が、その予報業務のために設置した観測施設で検定に合格しない雨量計を観測に使用した場合には、罰金以上の刑に処せられることはあるが、気象の予報業務の許可が取り消されることはない。✕

(b) 気象の予報業務の許可を受けた者が事業所に配置している気象予報士に欠員が生じて、国土交通省令で定める気象予報士の設置基準を満たさなくなった場合、その事業所の予報業務は直ちに停止を命じられる。✕

(c) 気象の予報業務の許可を受けた者が当該許可にあたり付された条件に違反したときは、業務の改善を命じられることはあるが、許可が取り消されることはない。✕

(d) 気象の予報業務の許可を受けた法人の役員が気象業務法の規定により罰金以上の刑に処せられたときは、その法人は予報業務の許可を取り消されることがある。○

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

問 13 気象予報士の登録事項の変更等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) 気象予報士は、気象予報士名簿に登録している住所に変更があったときは、遅滞なく、その旨を気象庁長官に届け出なければならない。○

(b) 気象予報士は、予報業務の許可を受けた事業者の下で現象の予想を含む予報業務に従事するときには、予め気象庁長官に届け出なければならない。✕

(c) 気象予報士が交通事故を起こして罰金以上の刑に処せられたときには、気象予報士の登録は抹消される。✕

(d) 気象予報士が死亡したときは、その相続人は、遅滞なく、その旨を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 正 誤

③ 正 誤 誤 正 3

④ 誤 正 誤 誤

⑤ 誤 誤 正 正

問 14 気象業務法の目的について述べた次の文の空欄 (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。

気象業務法は、気象業務に関する基本的制度を定めることによって、気象業務の健全な発達を図り、もって、(a), (b), (c) 等の (d) の増進に寄与するとともに、気象業務に関する国際的協力を行うことを目的としている。

(a)	(b)	(c)	(d)
① 災害の予防	災害応急対策	産業の興隆	社会の安全
② 災害の予防 ✓	交通の安全の確保 ✓	産業の興隆 ✓	公共の福祉 ✓
③ 災害の予防	防災計画の作成	交通の安全の確保	社会の安全
④ 防災計画の作成	交通の安全の確保	災害応急対策	社会の安全
⑤ 防災計画の作成	災害応急対策	産業の興隆	公共の福祉

問 15 警報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) 気象の警報の通知を受けた日本放送協会の機関は、直ちにその通知された事項の放送をしなければならない。○

(b) 気象の警報の通知を受けた市町村長は、直ちにその通知された事項を公衆及び所在の官公署に周知させるように努めなければならない。○

(c) 気象庁以外の者が気象又は波浪の警報の業務を行おうとする場合は、気象庁長官の許可を受けなければならない。✕ ?

第17条はこう規定しています(要約)：気象庁以外の者が、気象・地震・津波・火山現象に関する「警報」を業務として行う場合は、気象庁長官の許可が必要。

(d) 気象台長等が気象の状況が火災の予防上危険であると認めて都道府県知事に行った通報を市町村長が受けたとき、又は市町村長が気象の状況が火災の予防上危険であると認めるときは、市町村長は火災に関する警報を発することができる。○

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

(c)で重要なのは、波浪は「海の状態」ではあるが、気象(風・気圧・台風など)によって生じる現象として「気象」に分類されているという点です。
つまり、波浪警報は「水象」ではなく「気象に関する警報」に含まれます。
「気象又は波浪の警報」は✕で「気象の警報」が○ということかも