

## 気象学概説（2011 年度秋学期） 最終テスト

1. 以下に挙げる 4 種類の気体を、密度の高いものから順に並べ替えよ。  
ただし、理想気体であることを仮定してよい。答えのみを記せばよい。

- ア. 圧力 1000 hPa、温度 300 K の乾燥空気（平均分子量 29）
- イ. 圧力 1000 hPa、温度 273 K の乾燥空気（平均分子量 29）
- ウ. 圧力 500 hPa、温度 300 K の乾燥空気（平均分子量 29）
- エ. 圧力 1000 hPa、温度 300 K の二酸化炭素（分子量 44）

2. 上空で冷却されて凝結した水蒸気は、気温が  $0^{\circ}\text{C}$  以上の場合、水滴となって雲を形成する。このように水蒸気の凝結によって雲粒が成長していく過程を凝結過程という。凝結過程によって雲粒は直径  $0.02\text{ mm}$  程度まで成長する。それ以後は、おもに併合過程によって成長する。併合過程とはどのようなものか、簡潔に説明せよ。

3. 以下の気体のうち、現実の地球大気において温室効果を持っているものを 3 つ選べ。

酸素   二酸化炭素   アルゴン   フロン   メタン

4. 北緯  $30^{\circ}$  において、地衡風の風速  $V$  が  $10\text{ m/s}$  であるとする。このとき、気圧勾配の大きさ  $|\nabla p|$  は  $100\text{ km}$  あたり何 hPa か。有効数字 2 桁で求めよ。地球の自転角速度  $\Omega$  を  $7 \times 10^{-5}\text{ /s}$ 、空気の密度  $\rho$  を  $0.8\text{ kg/m}^3$  とする。計算過程も示すこと。

なお、単位質量の空気塊にはたらく気圧傾度力の大きさは気圧勾配の大きさを密度で割った値である。また、コリオリ力の大きさは、コリオリ係数と風速との積である。コリオリ係数  $f$  は  $f = 2\Omega \sin \phi$  ( $\phi$  は緯度) である。

5. 以下の2つの高層気象観測データは北半球の中緯度で得られたものである。これらのうち、対流圏下層で寒気移流となっているものはどちらか、アまたはイで答えよ。また、そのように判断した根拠も簡潔に述べよ。気温の水平勾配は未知とする。風向は $0^\circ$  が北、 $90^\circ$  が東である。

ア

気圧 (hPa)	高度 (m)	気温 ( $^\circ\text{C}$ )	風速 (m/s)	風向 ( $^\circ$ )
925	881	0.2	5	195
850	1557	-1.0	4	253
700	3083	-7.9	11	277
500	5626	-23.8	35	286

イ

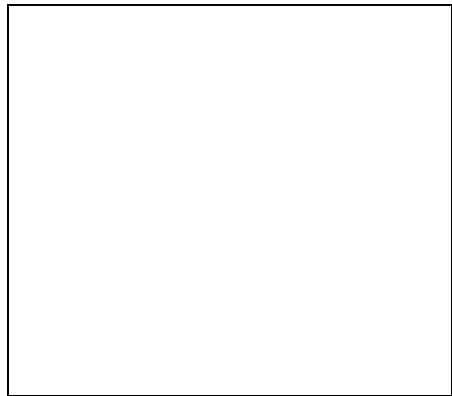
気圧 (hPa)	高度 (m)	気温 ( $^\circ\text{C}$ )	風速 (m/s)	風向 ( $^\circ$ )
925	818	5.5	4	345
850	1504	1.9	12	295
700	3042	-8.5	16	271
500	5594	-23.9	26	265

(気象庁のウェブサイトより)

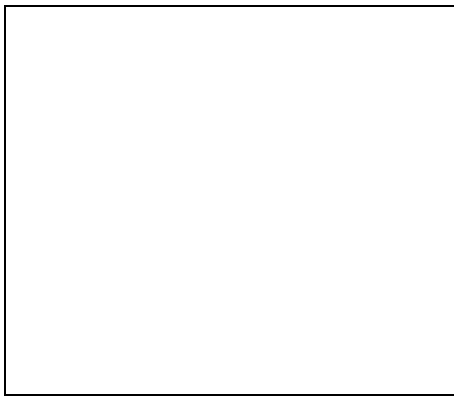
6. 以下の地上天気図は、ある年の12月の連続する3日間のものである。日本付近を通過している低気圧が発達中であることを考慮して、2番目(3日9時)の地上天気図に対応する500hPa天気図を右のア～ウの中から選べ。そのように判断した根拠も簡潔に述べよ。500hPa天気図においては、実線は等高度線、破線は等温線である。いずれの地上天気図にも対応しない500hPa天気図も含まれている点に注意せよ。



12月 2日 9時



12月 3日 9時



12月 4日 9時

ア

イ

ウ

7. 北緯  $12^\circ$  において、熱帯低気圧の中心から  $500 \text{ km}$  の位置にある空気が、中心のまわりを反時計回りに  $1.0 \text{ m/s}$  で運動している。この空気が、中心のまわりの絶対角運動量を保存したまま、中心から  $100 \text{ km}$  の位置まで近づいたら、接線方向（回転方向）の風速は何  $\text{m/s}$  になるか、有効数字 2 桁で答えよ。地球の自転角速度を  $7 \times 10^{-5} \text{ /s}$ 、 $\sin 12^\circ = \frac{3}{14}$  とする。計算過程も示すこと。

なお、絶対角運動量  $L_{abs}$  は、 $L_{abs} = r^2 \Omega \sin \phi + rv$  ( $r$  は中心からの距離、 $v$  は接線方向の風速、 $\Omega$  は自転角速度、 $\phi$  は緯度) で表される。

8. 大気の圧力の鉛直方向の変化について、以下の問いに答えよ。計算過程も示すこと。

(1) 静水圧平衡の関係は、

$$\frac{dp}{dz} = -\rho g \quad \text{①}$$

と書くことができる。ここで、 $z$  は高度、 $p$  は圧力、 $\rho$  は密度、 $g$  は重力加速度である。一方、大気を理想気体とみなして、状態方程式を書くと、

$$p = \rho RT \quad \text{②}$$

となる。ただし、 $T$  は温度（絶対温度）、 $R$  は気体定数である。状態方程式②を用いて、静水圧平衡の関係①から  $\rho$  を消去し、 $\frac{dp}{dz}$  を  $g$ 、 $R$ 、 $p$ 、 $T$  で表せ。

(2) (1) で得られた微分方程式を解き、 $p$  を  $z$  の関数として表せ。積分のときに出てくる任意定数は、 $z = 0$  のときに  $p = p_0$  となるように定めよ。

(ヒント：微分方程式の両辺を  $p$  で割ってから積分せよ。)

(3) (2) で求めた解において、 $p = \frac{p_0}{e}$  となる高さ  $H$  を求め、 $g$ 、 $R$ 、 $T$  で表せ。