

気象学概説（2012 年度秋学期）
最終テスト

1. 気温が 0℃より高い雲の中では凝結過程によって水粒子が成長する。それに対して、気温が低い雲の中では、昇華凝結過程によって氷粒子が成長する。水粒子と氷粒子が共存する環境では、特に水蒸気圧が水面での飽和水蒸気圧と氷面での飽和水蒸気圧の間の値をとる場合、氷粒子は水粒子に比べてより効率的に成長する。この仕組みを水面と氷面での飽和水蒸気圧の違いという観点で簡潔に説明せよ。水面と氷面での飽和水蒸気圧の大小関係に必ず言及すること。

2. 金星の有効放射温度が地球よりも低い原因は何か。下の表に載っている要素（有効放射温度以外のひとつ）を指摘しながら簡潔に説明せよ。

	太陽からの 平均距離 (天文単位)	太陽 放射 (W/m ²)	アル ベド	有効放 射温度 (℃)	平均表 面温度 (℃)	表面 気圧 (気圧)	大気の 主成分
水星	0.39	9100	0.11	162	170		
金星	0.72	2600	0.78	-49	460	90	二酸化炭素
地球	1.00	1370	0.30	-18	15	1	窒素、酸素
火星	1.52	580	0.16	-58	-40	0.006	二酸化炭素
木星	5.20	50	0.73	-185	-140		水素、ヘリウム

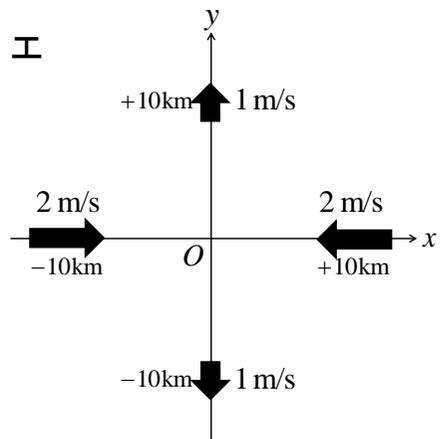
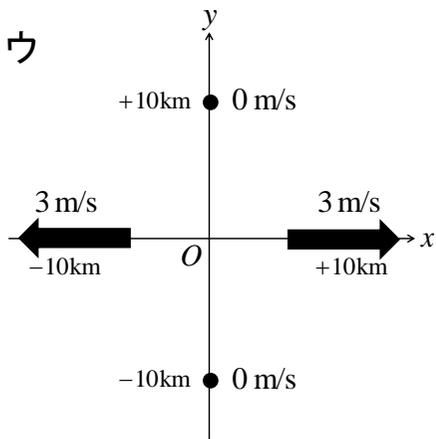
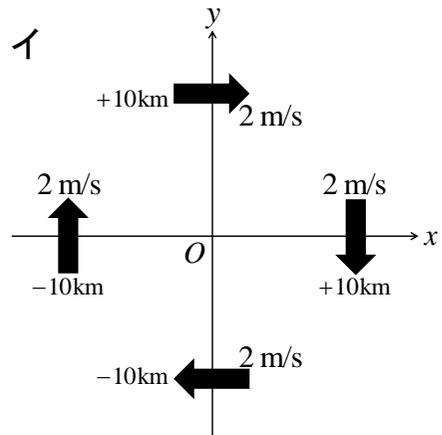
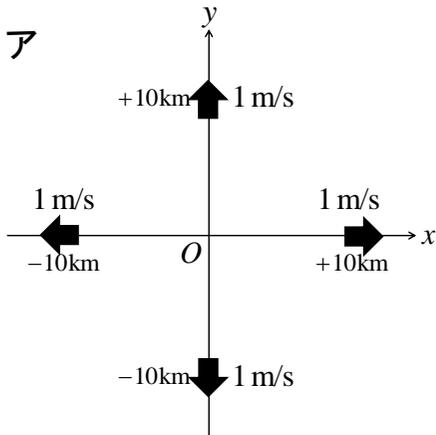
3. 地衡風と傾度風について、以下の問いに答えよ。計算過程も示すこと。

(1) 北緯 30° において、地衡風の風速 V が 20 m/s であるとする。このとき、気圧勾配の大きさは 100 km あたり何 hPa か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、地球の自転角速度 Ω を $7 \times 10^{-5} / \text{s}$ 、空気の密度 ρ を 1 kg/m^3 とする。

(2) 北緯 30° において、軸対称な構造を持つ低気圧の中心からの距離 r が 200 km の地点で、傾度風の風速 V が 20 m/s であるとする。このとき、気圧勾配の大きさは 100 km あたり何 hPa か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、地球の自転角速度 Ω を $7 \times 10^{-5} / \text{s}$ 、空気の密度 ρ を 1 kg/m^3 とする。

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 $|\nabla p|$ 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 $f = 2\Omega \sin \phi$ (ϕ は緯度) である。遠心力の大きさは、風速の 2 乗を円運動の半径で割った値である。

4. 以下に示す4つの水平風速場を、水平発散の値が大きい順に並べ替えよ。ただし、発散を正、収束を負とする。答えのみを記せばよい。



5. 以下の2つの高層気象観測データは北半球の中緯度（同一の観測地点、異なる観測時刻）で得られたものである。これらのうち、観測地点周辺の対流圏下層で南北温度勾配が大きいのはどちらか、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（データにみられる特徴を指摘すればよい）。静水圧平衡と地衡風平衡が成り立っているとしてよい。風向は 0° が北、 90° が東である。

ア

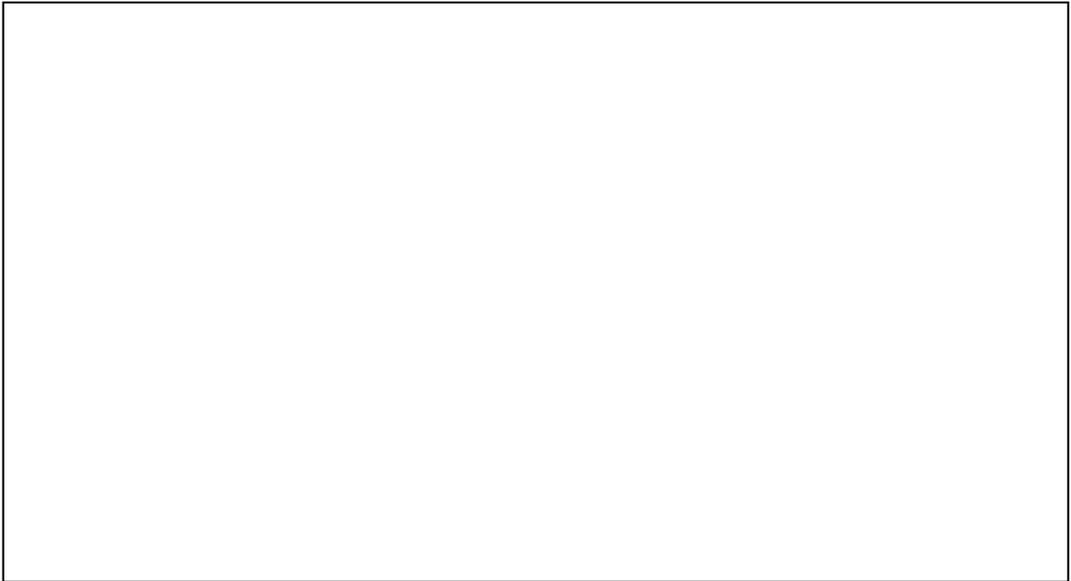
気圧 (hPa)	高度 (m)	気温 ($^\circ\text{C}$)	風速 (m/s)	風向 ($^\circ$)
925	796	2.9	8	261
850	1472	-3.3	8	270
700	2969	-15.9	10	286
500	5426	-31.1	14	281

イ

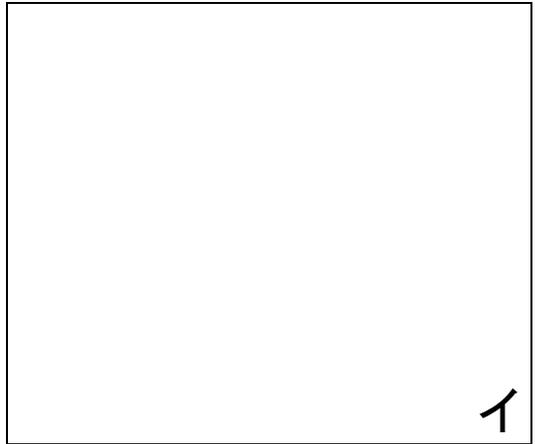
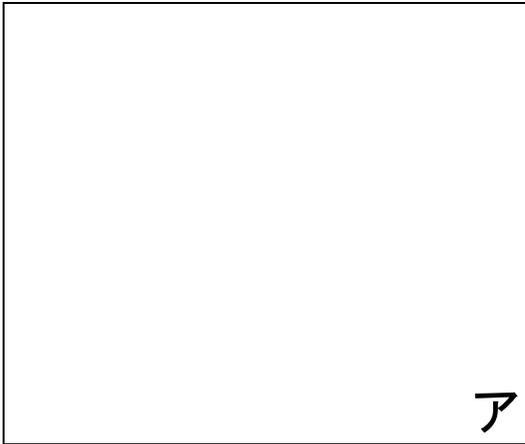
気圧 (hPa)	高度 (m)	気温 ($^\circ\text{C}$)	風速 (m/s)	風向 ($^\circ$)
925	725	-0.1	11	309
850	1397	-2.9	15	294
700	2907	-10.1	27	289
500	5478	-17.6	52	283

(気象庁のウェブサイトより)

6. 次の図は、4月のある日の **500hPa** 天気図である。この **500hPa** 天気図と同時刻の地上天気図をア～エの中から選べ。また、そのように判断した根拠も簡潔に述べよ（上空の気圧の谷または尾根と、地上の低気圧または高気圧との関係を具体的に指摘すればよい）。**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。



(北海道放送のウェブサイトより)



(気象庁のウェブサイトより)

7. 全球平均した地上気温は、20 世紀の 100 年間に約 0.6°C 上昇したと言われている。日本においても、都市化の影響が小さい観測点では、同程度の昇温が見られる。このような地点と比べて、東京の都心のように都市化の影響が大きい観測点では、昇温は大きいか小さいか。また、その原因も答えよ。原因については、単に現象の名前を答えるのではなく、その内容を簡潔に説明せよ。

8. 温位と乾燥断熱減率について、以下問いに答えよ。計算過程も示すこと。

(1) 温位 θ は

$$\theta = T \left(\frac{p}{p_0} \right)^{-\frac{R}{C_p}} \quad \text{①}$$

と定義される。ただし、 T は気温、 p は気圧、 p_0 は基準となる気圧である。また、 R は乾燥空気の気体定数、 C_p は定圧比熱である。気温 T と気圧 p が高度 z の関数であることに注意して (p_0 、 R 、 C_p は z によらない定数である)、 θ を z で微分し、 $\frac{d\theta}{dz}$ を求めよ (T 、 p 、 p_0 、 R 、 C_p 、 $\frac{dT}{dz}$ 、 $\frac{dp}{dz}$ で表せ)。

(2) (1) において、 $\frac{d\theta}{dz} = 0$ とおき、さらに、静水圧平衡の関係

$$\frac{dp}{dz} = -\rho g \quad \text{②}$$

と、理想気体の状態方程式

$$p = \rho RT \quad \text{③}$$

を用いて、 $\frac{dT}{dz}$ を求めよ (C_p 、 g で表せ)。ただし、 ρ は密度、 g は重力加速度である。