

気象学特論（a a）（2013 年度春学期）
最終テスト 解答用紙（1）

学籍番号： _____ 氏名： _____

1. (1)

②より、

$$\rho = \frac{p}{RT}$$

①に代入して、

$$\frac{dp}{dz} = -\frac{p}{RT}g$$

両辺を p で割って、

$$\frac{1}{p} \frac{dp}{dz} = -\frac{g}{RT}$$

両辺を z で積分して、

$$\ln p = -\frac{g}{RT}z + C \quad (C \text{ は積分定数})$$

両辺の指数をとって、

$$p = C' \exp\left(-\frac{g}{RT}z\right) \quad (C' \text{ は定数})$$

$z = 0$ のとき $p = p_0$ だから、 $C' = p_0$ となって、

$$\underline{p = p_0 \exp\left(-\frac{g}{RT}z\right)}$$

(2)

(1) で得られた解に、 $z = H$ 、 $p = \frac{p_0}{e}$ を代入して、

$$\frac{p_0}{e} = p_0 \exp\left(-\frac{g}{RT} H\right)$$
$$\frac{1}{e} = \exp\left(-\frac{g}{RT} H\right)$$

両辺の対数をとって、

$$-1 = -\frac{p}{RT} H$$
$$H = \frac{RT}{g}$$

(10)

(3)

一般的な理想気体の状態方程式 $pV = nR_*T$ において、気体の分子量を m とすると、 $pV = \rho \frac{1000 R_*}{m} T$ と書けるので、 $R = \frac{1000}{m} R_*$ である。
スケールハイトは m に反比例するので、 $\frac{29}{44}$ 倍。

(10)

気象学特論 (a a) (2013 年度春学期)
最終テスト 解答用紙 (2)

学籍番号 : _____ 氏名 : _____

2. (1)

③の両辺を T で割ると、

$$\frac{d'Q}{T} = \frac{C_p}{T} dT - \frac{\alpha}{T} dp$$

②より、

$$\frac{d'Q}{T} = \frac{C_p}{T} dT - \frac{R}{p} dp$$

$$d(\log T) = \frac{dT}{T}, \quad d(\log p) = \frac{dp}{p} \text{ だから、}$$

$$\underline{dS = C_p d(\log T) - R d(\log p)}$$

(10)

(2)

④より、

$$\begin{aligned} d\theta &= \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{R}{C_p}} dT - \frac{R}{C_p} \frac{1}{p} \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{R}{C_p}} dp = T \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{R}{C_p}} \left(\frac{dT}{T} - \frac{R}{C_p} \frac{dp}{p}\right) \\ &= \theta \left(d(\log T) - \frac{R}{C_p} d(\log p)\right) \end{aligned}$$

$$d(\log \theta) = \frac{d\theta}{\theta} = d(\log T) - \frac{R}{C_p} d(\log p)$$

(1) で得られた解と比べて、

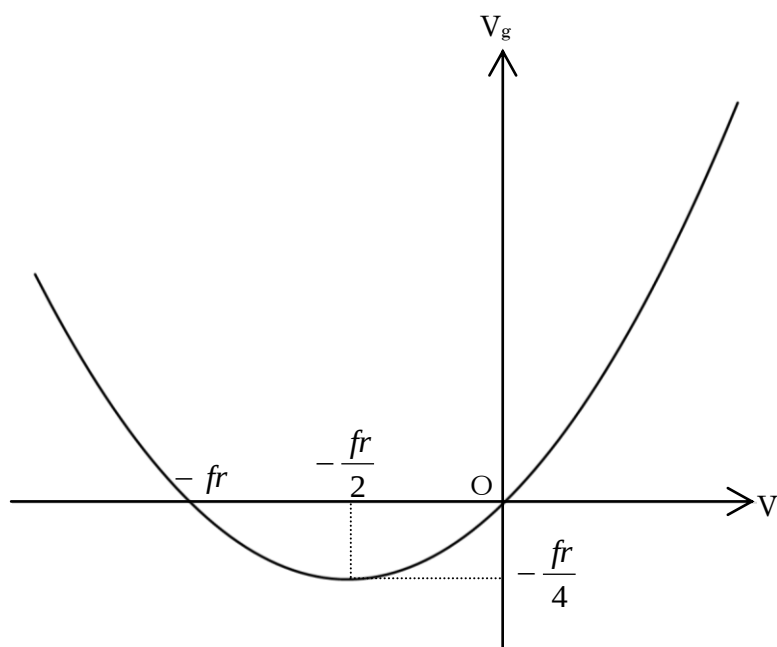
$$\underline{dS = C_p d(\log \theta)}$$

(10)

3. (1)

①より、

$$V_g = \frac{V^2}{fr} + V = \frac{1}{fr} \left(V + \frac{fr}{2} \right)^2 - \frac{fr}{4}$$



(10)

(2)

①において、 $|fV| \ll \left| \frac{V^2}{r} \right|$ となるから、

$$\frac{V^2}{r} = fV_g$$

$$V = \pm \sqrt{fV_g r}$$

(10)

(3)

竜巻

(10)

気象学特論（a a）（2013 年度春学期）
最終テスト 解答用紙（3）

学籍番号： _____ 氏名： _____

4. (1)

①を y で偏微分すると、

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} \right) \frac{\partial u}{\partial y} = f \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \Phi \quad ①'$$

②を x で偏微分すると、

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} \right) \frac{\partial v}{\partial x} = -f \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \Phi \quad ②'$$

②'－①'より、

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} \right) \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) = -f \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right)$$

となって、

$$\underline{\frac{D}{Dt} \xi = -f \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right)}$$

(2)

③を y で偏微分すると、

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} \right) \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \frac{\partial u}{\partial y} = f \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \Phi \quad (3)',$$

④を x で偏微分すると、

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} \right) \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial y} = -f \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \Phi \quad (4)',$$

④' - ③' より、

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} \right) \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) = -f \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right)$$

となって、

$$\underline{\frac{D}{Dt} \xi = -(f + \xi) \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right)}$$